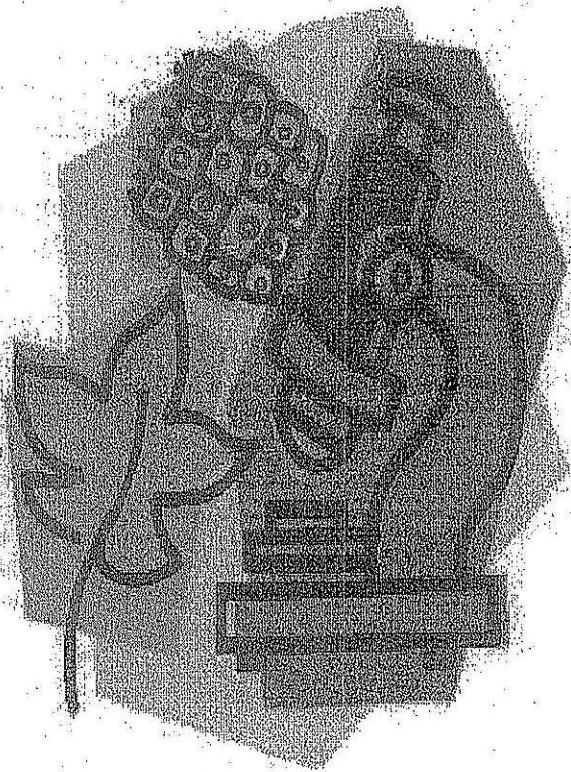


"Biología I"

Material de estudio



Profesoras:

Gamba Silvina M.

Bolcatto Adriana S.

ESCUELA INDUSTRIAL SUPERIOR
DEPARTAMENTO DEL CIENCIAS NATURALES
ASIGNATURA: BIOLOGIA

Estimados padres: Les damos la bienvenida al ciclo lectivo 2020, a continuación se dejaran explicitadas las condiciones de cursado y promoción de la asignatura biología:

- 1) Los alumnos deberán traer la carpeta a todas las clases y en caso de inasistencia tendrán que pedir los contenidos desarrollados y las actividades que queden pendientes a realizar en el hogar.
- 2) Este ciclo lectivo los alumnos contarán con un cuadernillo de biología elaborado por las docentes a cargo, con el cual deberán asistir a todas las clases. Asimismo podrán consultar libros de textos con que cuenta la biblioteca de la escuela o bien a través de otros medios digitales.
- 3) Es muy importante para la cátedra la predisposición de trabajo en clase (participación oral, lectura de textos, resolución de consignas de manera grupal o individual) que promueva un buen clima de trabajo en el aula u otro espacio, el cuidado y el manejo de los materiales de laboratorio, el respeto, la solidaridad entre sus pares y docente como así también el cumplimiento de las normas de la EIS.
- 4) Los alumnos deberán cumplir con el material solicitado para realizar trabajos prácticos y con las tareas asignadas.
- 5) Se tendrá en cuenta el estudio de los contenidos desarrollados en clases en forma periódica y no solo unos días antes de la prueba.
- 6) La evaluación es formativa y continua a través de preguntas en clases, trabajos prácticos (individuales o grupales), visitas guiadas, presentación de informes de investigación o de trabajos en el laboratorio y evaluación por trimestre escrita.
- 7) Las evaluaciones escritas serán avisadas con un mínimo de 7 días de anticipación.
- 8) En caso de ausencia a las evaluaciones deberán justificar debidamente según la normativa de la escuela. Condición indispensable para poder acceder a la posibilidad de realizarla en la clase siguiente o en fecha acordada con el docente.
- 9) Los padres deberán notificarse de las calificaciones obtenidas por los alumnos, a través del cuaderno de comunicaciones.

Atentamente: Las profesoras.

ESCUELA INDUSTRIAL SUPERIOR

BIOLOGÍA I

PROGRAMA DE CONTENIDOS CONCEPTUALES

CICLO LECTIVO 2020

DOCENTES: Bolcatto, Adriana; Gamba, Silvina.

Unidad temática N°1: La Ciencia: Metodologías – Instrumentos - Teorías

CIENCIA: Conceptualización. Diferenciación entre Ciencia y pseudociencia. Diferenciación entre Ciencia y Tecnología. La Biología como ciencia. Metodología científica. Instrumentos ópticos: Lupa y Microscopio. Sistemas: clasificación. Los seres vivos como sistemas. Diferencia entre lo vivo y lo no vivo.

Teorías del Origen de la vida: Generación espontánea. Refutación de la Teoría de la generación espontánea: Aportes de Louis Pasteur y Francesco Redi. Teoría de la Panspermia.

Teorías más aceptadas en la actualidad: La Teoría quimiosintética. Experiencia de Miller y Urey. Origen de las primeras células. De las primeras células a organismos complejos.

Niveles de organización de la materia y los seres vivos.

Unidad temática N°2: "Biodiversidad"

La Biodiversidad: Concepto y clasificación. Conservación de la biodiversidad.

Clasificación de los seres vivos: Dominios Procarya; Eukarya y Archaea. Taxonomía: nomenclatura binominal. Virus: Un grupo difícil de clasificar. Reino Procarya: Bacterias. Reino Fungi. Reino Protista. Reino Plantae. Reino Animalia. Estructura- Función en cada reino.

Unidad temática N°3: "Cambio de los seres vivos a través del tiempo".

Teoría fijista. Teoría de las Catástrofes. Teoría transformista. La Teoría de Lamarck. El Darwinismo. Teoría de la selección natural. Alfred WALLACE.

Unidad temática N°4: Educación sexual integral

Sexualidad: Concepto. Pubertad y Adolescencia-Genitalidad.

INDICE

CIENCIA: ¿Qué es la ciencia?-----	4- 5-
Instrumentos ópticos Lupa y Microscopio.-----	6- 7-
Biología como ciencia -----	8-
¿Cómo estudian los científicos la Biología? -----	9-10-
Método Científico- Diseño experimental-----	11-
Microscopio: Diferentes tamaños, diferentes instrumentos-----	12-
13Realización de una investigación experimental-----	14-
Modos de estudio de la biología: Los seres vivos como sistemas-----	15- 16-
Diferencia entre lo vivo y lo no vivo-----	17- 18- 19-
Explicaciones sobre el origen de la vida: El creacionismo y a la teoría de la generación espontánea -----	20-
Refutación de la Teoría de la generación espontánea -----	21-
Aporte de PASTEUR -----	22-
Explicaciones más aceptadas en la actualidad -----	22-
El diseño experimental -----	23-
Actividad de aplicación: LOUIS PASTEUR -----	24-
Las condiciones prebióticas -----	25-
La Tierra primitiva -----	25
La Teoría quimiosintética. -----	26- 27-
Actividad experimental :Coacervados-----	28-
Experiencia de Miller y Urey-----	29-

Origen de las primeras células-----	30-
De las primeras células a organismos complejos-----	30- 31-32- 33-34-35-
Niveles de organización de la materia y los seres vivos-----	36-37-
La diversidad biológica. -----	38-
Conservación de la biodiversidad. -----	39-
Las Clasificaciones -Clasificación de los seres vivos -----	40-41-42-
* La taxonomía -----	42-
* La nomenclatura binominal -----	43- 43'- 43'-43'-
* Los principales grupos hoy -----	44-
Actividad: "Carl Woese y los 3 dominios"-----	45-
Un grupo difícil de clasificar: Los virus. -----	46-
Adquisiciones evolutivas de las Eubacterias y de las Archeobacterias. -----	47-
Adquisiciones evolutivas de las Eucariotas -----	48-
Adquisiciones evolutivas de las plantas. -----	49- 50-
Adquisiciones evolutivas de los hongos. -----	51-
Adquisiciones evolutivas en los animales. -----	52- 53-54-
Actividades: "Clasificación y biodiversidad". -----	55-
Importancia de la reproducción. -----	56-
Tipos de reproducción. -----	57—58—59- 60-
Gametas y fecundación. -----	61-
La reproducción sexual de las plantas con flor. -----	62-
Polinización -----	63-
Actividad experimental: Flores y Polinizadores-----	64-

Formación de la semilla y fruto. -----	65-
Dispersión de las semillas. -----	66-
Actividad Experimental: Observación de frutos y semillas-----	66-
Divulgación científica: -----	67-
Reproducción sexual en los animales. -----	68- 69-
Desarrollo directo e indirecto. -----	70-
Cambio de los seres vivos a través del tiempo.	
* Fijismo -----	71-
* Transformismo. -----	72-
* La Teoría de Lamarck. -----	73-
* Teoría de las Catástrofes. -----	74-
* El Darwinismo: -----	75-76-
* Teoría de la selección natural. -----	77-78- 79-80-
Actividad: Alfred WALLACE. -----	81-
Sexualidad- Pubertad y Adolescencia-Genitalidad-----	82-
Sexualidad y Salud-----	92



¿Qué es la ciencia?

La palabra “ciencia” tiene, desde hace tiempo, efectos emotivos positivos en la mayor parte de la gente. De modo que se habla de la “ciencia del deporte”, de “métodos científicos para adelgazar” o de “calzado deportivo diseñado científicamente”. Parece que cualquier cosa que se califique de “científica” ganará en valor y consideración. Sin embargo, mientras en algunas áreas, como la electrónica, la ciencia ha producido resultados francamente espectaculares, en otras, como la llamada “metodología científica para adelgazar”, la gente gasta su dinero con pocos resultados comprobables.

¿Cómo distinguir entre ciencia y pseudociencia? ¿Qué distintos tipos de ciencias hay? ¿En qué consiste el método científico? La epistemología (del griego episteme, 'conocimiento' y logos, 'estudio') es la rama de la filosofía que estudia el conocimiento y trata este tipo de cuestiones antes nombradas.

La ciencia como investigación y como sistema de conocimiento.

Un epistemólogo contemporáneo, el argentino Mario Bunge, en su obra “La ciencia: su método y su filosofía” (Bs. As., siglo XX, 1972), caracteriza la ciencia como: “**conocimiento racional, sistemático, exacto, verificable y por consiguiente falible**”. Vale la pena analizar con cierto cuidado esta definición: La ciencia es, en principio conocimiento, es decir, representación, interpretación, descripción y/o explicación de algún objeto o sector de la realidad. Este conocimiento es **racional** o lógico, porque se funda en la razón, es decir, en la lógica, lo cual significa que parte de conceptos, juicios y razonamientos y vuelve a ellos; por lo tanto, el método científico no puede tener su origen en las apariencias producidas por las sensaciones, por las creencias o preferencias personales. Es **sistemático**, es decir, las distintas teorías tienden a construir una totalidad provisionalmente ordenada y no una mera sumatoria de proposiciones. Un conocimiento científico sirve de base al que le sigue y así sucesivamente, de modo que una cadena de observaciones y razonamientos conducen al nuevo conocimiento. Es **exacto**, no porque toda ciencia haga uso de la matemática, sino porque las ciencias tienden a emplear un lenguaje claro y preciso. Es **verificable**, porque las proposiciones científicas deben poder ser sometidas a algún tipo de prueba de modo directo o indirecto. Es **falible**, porque precisamente las pruebas pueden llegar a invalidar dicho conocimiento.

La ciencia es entonces conocimiento capaz de ser sometido a prueba, que se modifica permanentemente como producto del resultado de esas pruebas que muestran que ciertas teorías, consideradas verdaderas en un determinado momento, deben ser descartadas o por lo menos modificadas ante nuevas evidencias.

De la misma manera que en el lenguaje cotidiano, la palabra “construcción” puede designar el edificio terminado o el edificio en proceso, llamamos “ciencia” no sólo al conocimiento científico sino también a la actividad productora de conocimiento científico, es decir, la investigación científica. Cuando hablamos de “un hombre de ciencia”, en general queremos decir que es alguien que, por una parte, posee un cierto dominio del conocimiento científico en un área determinada y, por otro lado, produce ciencia, es decir, realiza investigación científica.

Ciencias formales y ciencia fácticas.

Aunque las ciencias se pueden clasificar de múltiples maneras, una división fecunda y útil para comprender las diferencias metodológicas que las separan es la que distingue entre ciencias formales y ciencias fácticas.

Ciencias formales son la lógica y la matemática; y son ciencias fácticas: las ciencias de la naturaleza, como la física, la química o la biología y las ciencias humanas o sociales como la sociología o la economía.

Las ciencias fácticas (del latín factum, que significa hecho) se ocupan de hechos o sucesos, o sea, de entes reales, espaciales y/o temporales, naturales o sociales. Así la física o la biología se ocupan de ciertos hechos naturales y la sociología o la economía, de otros hechos que producen los hombres de una sociedad.

La lógica y la matemática, en cambio, tratan de objetos ideales, entes que no están en el espacio o el tiempo y que están sometidos a la relación de implicación. Estos entes ideales son muchas veces obtenidos por abstracción a partir de la realidad, ese puede ser su origen; así, por ejemplo, los números naturales pueden surgir al comparar conjuntos diversos en otros aspectos pero que tienen igual número de elementos. Cualquiera que sea su origen, la matemática y la lógica operan con entes ideales.

Seudociencias:

Hay una cierta cantidad de conocimientos o pretendidos conocimientos que no cumplen con las características de la ciencia, por lo tanto no merecen ser considerados conocimientos científicos, así por ejemplo, aquellos que están expresados en un lenguaje poco preciso, o que no pueden ser sometidos a verificación, como suele suceder con las predicciones astrológicas (astrología), del tipo de "Algo importante le sucederá esta semana", que por su vaguedad es irrefutable, pues siempre se puede entender que algo fue, es o será importante.

Tecnología:

En general se llama tecnología al conocimiento aplicado.

"La tecnología es la ciencia aplicada a la resolución de problemas concretos. Constituye un conjunto de conocimientos científicamente ordenados, que permiten diseñar y crear bienes o servicios que facilitan la adaptación al medio ambiente y la satisfacción de las necesidades esenciales y los deseos de la humanidad."

Siguiendo a Mario Bunge en *Ética y ciencia* (Bs. As. Siglo XX, 1982), se puede afirmar que la ciencia, como sistema de conocimiento, es un bien, significa la posibilidad de comprender y explicar estructuras o procesos. Sin embargo, "...no toda tecnología es buena", ya que, en efecto, la tecnología puede producir instrumentos de destrucción masiva o capaces de dañar la vida humana, la animal o el planeta que habitamos.

La distinción entre conocimiento científico, investigación científica y tecnología, aunque importante, no debe tampoco ser exagerada ya que hay una estrecha relación entre estas tres caras de la ciencia: se puede decir que la investigación científica produce conocimiento científico, que al ser aplicado suscita nuevas investigaciones, estableciéndose un proceso circular. Cuando alguien quiere aprender una ciencia, Por ejemplo, la Biología, debe por una parte aprender conocimientos biológicos fundamentalmente una cantidad de teorías centrales, y por otra aprender los procedimientos de investigación de esa ciencia y las aplicaciones más importantes de esas teorías.

6

Instrumentos ópticos

Para la observación de pequeñas estructuras que se encuentran por debajo de la capacidad de visión del ojo humano utilizamos dos instrumentos, el microscopio y la lupa.

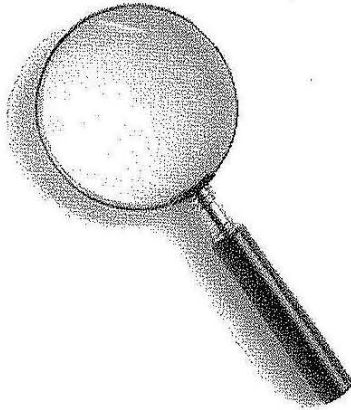
La lupa

La lupa, también llamada microscopio simple o lente de aumento es una lente convergente que permite ver los objetos de mayor tamaño que el natural.

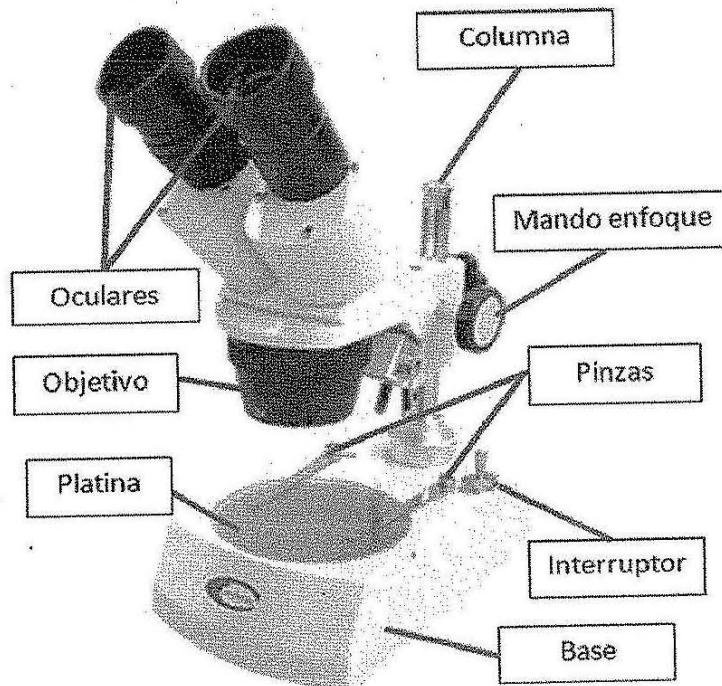
Si queremos observar con detalle un objeto de pequeño tamaño, solemos acercarlo al ojo para que sea mayor la imagen sobre la retina. La existencia del punto próximo limita nuestras posibilidades de ver el objeto con nitidez.

La lupa nos permite colocar el objeto a menor distancia que el punto próximo.

Normalmente el lente es circular, montado en un marco y con un mango para sostenerla.



Existen lupas de diversos tipos, con diferentes curvaturas, por ejemplo, en tanto, las lupas de mayor diámetro resultan ser las más potentes ya que permiten una mayor curvatura de las superficies, como consecuencia de ser el cristal más estrecho en la periferia y grueso en el centro.



El microscopio óptico

El **microscopio óptico**, que permite apreciar estructuras muy pequeñas, es una herramienta fundamental para el trabajo en el laboratorio. Por eso, es de suma importancia conocerlo y manejarlo correctamente.

Antecedentes históricos

Según manifiestan algunas investigaciones, no es posible atribuir a una sola persona la invención del microscopio. Alrededor del 1300 fue inventado el "precursor del microscopio": la **lupa**. Trescientos años después hizo su aparición el microscopio.

El primer microscopio óptico compuesto por dos lentes fue inventado y construido por los holandeses **Hans y Zacharias Hansen**, en el año 1590. El aparato consistía en un tubo de 45 cm de largo y 5 cm de diámetro, con una lente convexa en cada extremo. En la primera mitad del siglo XVII, **Galileo Galilei** dio el primer impulso para difundir el microscopio. Datos aparecidos en la biografía del científico, también holandés, **Cornelius Drebbel**, aseguran que él construyó el primer microscopio compuesto en 1619. En 1665, **Robert Hooke** publicó el libro *Micrographia* (ver capítulo 8). Su microscopio permitía la observación de muestras transparentes y opacas, y tenía un soporte mejorado con respecto a los modelos anteriores.

Pero todos los laureles se los lleva **Anton von Leeuwenhök** por sus notables investigaciones de mediados del siglo XVII. Con el microscopio que él mismo diseñó pudieron observarse glóbulos rojos, espermatozoides y hasta células procariotas, como las bacterias.

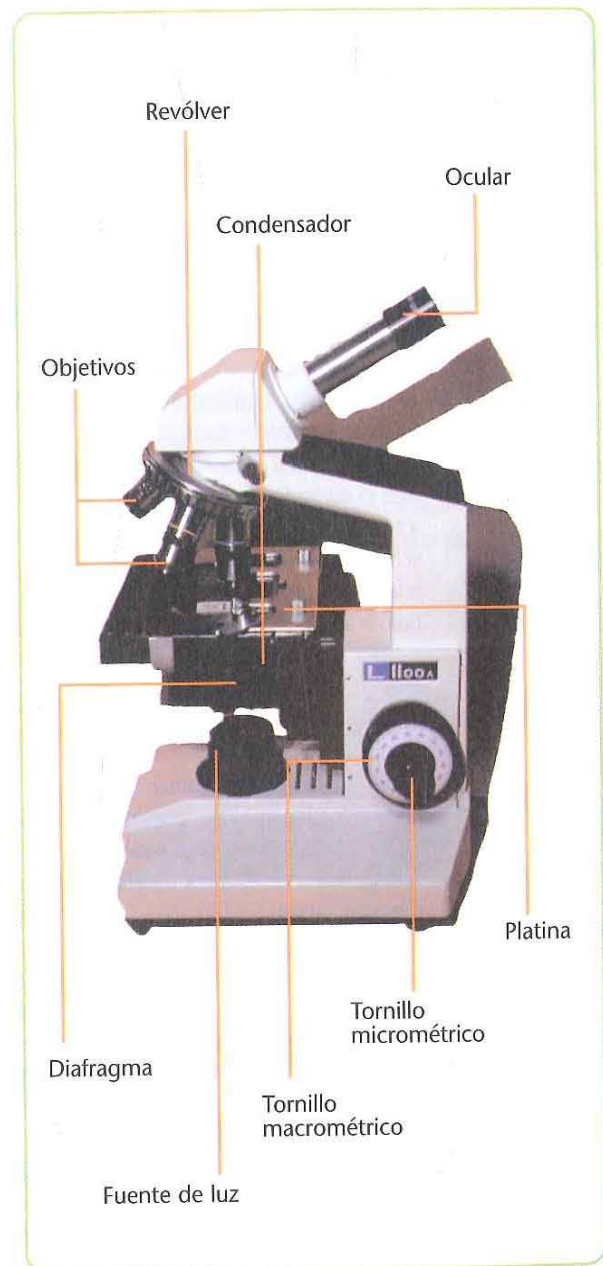
¿Cómo funciona el microscopio óptico?

La formación de imágenes aumentadas de tamaño es posible gracias a dos sistemas de lentes: el objetivo y el ocular.

* El **objetivo** brinda una imagen real y muy aumentada del objeto que se mira. Se sitúa muy cerca de éste, a veces unos décimos de milímetros. Cada objetivo lleva grabado el aumento que proporciona: 10 x, 60 x, 100 x, etc. Los objetivos de distintos aumentos se sitúan en un dispositivo giratorio denominado **revólver**.

* El **ocular** brinda una imagen virtual y aumentada de la imagen real proyectada por el objetivo. Cada ocular tiene grabado el aumento que proporciona: 5 x, 10 x, 20 x, etcétera.

¿Cómo se calcula el aumento? Al multiplicar el aumento del ocular y el del objetivo, se obtiene el aumento total de lo que se observe, número al que le sigue el signo "x". Por ejemplo: si el ocular es de 5 x y el objetivo de 100 x, el aumento total será de 500 x.



LA BIOLOGÍA COMO CIENCIA



En este cuadro del pintor holandés Rembrandt (1606-1669), llamado *La lección de anatomía del doctor Nicolaes Tulp*, se muestra la disección de un cadáver para el aprendizaje de su anatomía.

Qué estudia la biología

La biología es una de las ciencias en las que se estudia la naturaleza y, al igual que las ciencias sociales, el arte, la filosofía, las costumbres y las creencias, forma parte de la cultura de un grupo social.

La biología comprende un grupo de disciplinas que se ocupan del estudio de los organismos vivos, por ello en muchas ocasiones se las denomina **ciencias de la vida** o **ciencias biológicas**.

Desde el siglo XVII, la mayoría de las personas solo consideraba ciencias a aquellas que empleaban muchas operaciones matemáticas para generar sus propios conocimientos, como la física, la química o la astronomía. En ese contexto, el estudio de los seres vivos se calificaba como una actividad de menor importancia. La biología como ciencia permaneció prácticamente latente hasta los siglos XIX y XX. No obstante, durante los siglos XVII y XVIII, se

acumuló una gran cantidad de conocimientos sobre la estructura y el funcionamiento de los seres vivos, así como la generación de diversos sistemas para clasificarlos. El conocimiento sobre el cuerpo humano dio lugar al desarrollo de la anatomía y la fisiología, y el estudio de las plantas y los animales conformaron dos grandes campos del conocimiento: la botánica y la zoología.

En los siglos XIX y XX, la enunciación de importantes conceptos y teorías contribuyó al establecimiento de la biología como disciplina científica, a tal punto que es una de las ciencias que mayor desarrollo ha tenido en la segunda mitad del siglo XX.

En los últimos años, se produjo un crecimiento explosivo de los conocimientos biológicos, que abarca desde el ADN hasta los grandes sistemas ecológicos, incluyendo además nuevas evidencias acerca de cómo han evolucionado los seres vivos desde su origen.

Los descubrimientos en genética, biología celular y molecular, neurobiología, biología evolutiva y ecología han sido vertiginosos; además, han tenido un fuerte impacto tanto en la vida cotidiana y en el desarrollo de la sociedad, como en el avance de la industria, la medicina, la agricultura y la ganadería, la alimentación humana, entre otros.

Para los ciudadanos del mundo actual, los conocimientos biológicos resultan muy necesarios pues permiten comprender, y tomar decisiones respecto de cuestiones tales como la prevención de enfermedades infecciosas, los cambios climáticos perjudiciales, el aumento de las necesidades alimentarias en todo el mundo, la destrucción de los hábitats naturales y la pérdida de la biodiversidad, la utilización de técnicas de reproducción asistida y la modificación de genes con distintos fines, etc. Ninguno de estos problemas se podría abordar satisfactoriamente sin tener en cuenta ciertos conocimientos científicos, en especial, los realizados en el campo de la biología.



Uno de los grandes problemas a nivel mundial es la pérdida de la biodiversidad. En la Argentina se perdieron, durante el siglo XX, las dos terceras partes del área forestal.

Para qué investigan los científicos y cómo lo hacen

El principal interés de los científicos en general, y de los biólogos en particular, por el trabajo que realizan es la insaciable curiosidad y el *deseo de conocer mejor el mundo* en el que viven. Una fuente inagotable de satisfacción para los investigadores es poder aportar un nuevo conocimiento científico.

La pasión y la curiosidad puestas en juego en su trabajo les permiten mitigar el esfuerzo y hasta el aburrimiento de reunir gran cantidad de datos, y superar las frustraciones ante los resultados errados o la "resistencia" que oponen ciertos fenómenos a ser desentrañados.

Puede considerarse que el motor más importante que pone en funcionamiento la actividad de los biólogos es el interés por explicar los secretos del mundo viviente.

La biología, así como la ciencia en general, constituye una actividad humana que, con mucho trabajo, genera conocimientos sobre el mundo, que nos hacen capaces de actuar sobre él para entenderlo, transformarlo y mejorarlo. Pero, como toda actividad humana, también está ligada a las ideas y a los valores que tienen los científicos, y al sistema de valores de la sociedad en la que se encuentran en un determinado momento histórico.

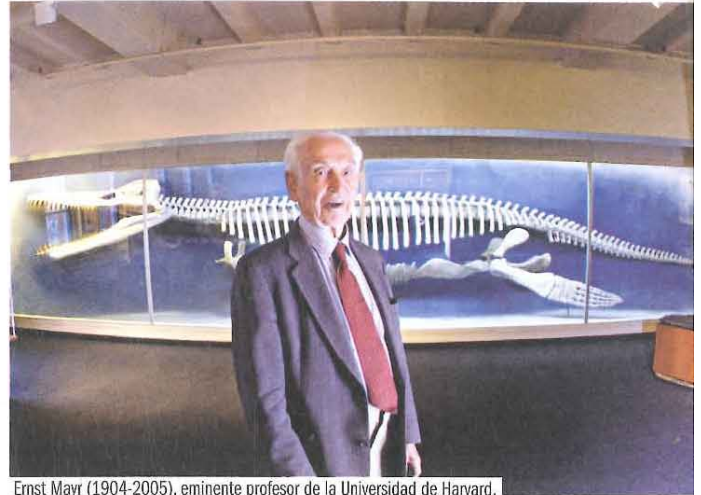
Teniendo esto en cuenta, es posible hallar en muchos científicos un interés legítimo de encontrar nuevos conocimientos que contribuyan a mejorar la calidad de vida de las personas. Los problemas de contaminación, los de salud, los de la agricultura o del hambre preocupan especialmente a la comunidad mundial y a la de científicos en particular, quienes trabajan en la búsqueda de más y mejores soluciones.

¿Qué distingue a la actividad científica de otros campos de la cultura y del conocimiento?

El deseo de conocer es compartido por muchas personas y, además, todas ellas construyen conocimientos acerca del mundo que los rodea, pero esos conocimientos no se consideran científicos, sino cotidianos o de sentido común.

Entonces, ¿qué rasgos caracterizan un conocimiento para que pueda considerarse científico? En primer lugar, debe haber sido elaborado de acuerdo con procedimientos aceptados dentro de una comunidad científica. En segundo lugar, ese conocimiento debe ser considerado válido por dicha comunidad.

En ambos casos, se menciona la comunidad científica, porque el conocimiento científico no es un producto de personas aisladas, sino de equipos de investigadores que elaboran conocimientos, y los deben poder probar y justificar ante otros investigadores.



Ernst Mayr (1904-2005), eminent professor at Harvard University, affirmed: "Being a biologist is not a job; it is choosing a way of life".



Geneticists are biologists who have made important contributions to improve crops. This has helped to alleviate the problem of food shortage in some parts of the world.

LA TAREA DE LOS BIÓLOGOS



Los biólogos que se ocupan del estudio de diversos microorganismos deben observar medidas de bioseguridad para preservar tanto su integridad física como la del material que están manipulando.

Las variadas formas de investigar

Los científicos se plantean preguntas sobre lo desconocido o lo incomprendido e intentan responderlas. Esas preguntas se enmarcan dentro del saber científico actual, es decir, son preguntas que hasta el momento no se han podido responder con los conocimientos disponibles, pero que no podrían haberse formulado si no existieran esos conocimientos previos.

Para responder a esas preguntas, las ciencias utilizan distintas estrategias de investigación, en las que se emplean diferentes métodos de trabajo según sean las preguntas y las teorías que intentan probarse.

Según Ernst Mayr, uno de los biólogos más importantes del siglo xx, en su libro *Así es la Biología*, publicado en Madrid por la editorial Debate en 1998, afirma que la biología contesta tres grandes tipos de preguntas, para cada una de las cuales se utilizan diferentes metodologías:

- **El qué:** las preguntas del tipo **qué**, por ejemplo ¿qué organismos?, ¿qué sistemas?, ¿qué órganos?, ¿qué tejidos?, ¿qué células?, ¿qué ecosistemas?, entre otras, aumentan los conocimientos de la disciplina y de la base de datos. La metodología que se utiliza para la investigación en estos campos se relaciona con la **descripción**, la **comparación** y la **clasificación**.

- **El cómo:** las preguntas del tipo **cómo** hacen referencia a cuestiones relacionadas con: ¿cómo sucede?, ¿cómo funcionan ciertas moléculas?, ¿cómo influye una nueva población en un determinado ecosistema?, etcétera. Estas preguntas intentan brindar explicaciones a los procesos que ocurren desde el nivel molecular al de los sistemas biológicos más complejos. Su principal metodología de estudio es la **experimentación**.

- **El por qué:** las preguntas del tipo **por qué** buscan explicaciones a determinadas cuestiones, como: ¿por qué un ser vivo es como es?, ¿por qué una determinada especie evolucionó de cierta manera?, etcétera. Este tipo de preguntas remite a las causas evolutivas, y sus posibles respuestas se basan en inferencias que se deducen a partir de **narraciones históricas**.

No existe, por lo tanto, un único método científico. Dependiendo del objeto de estudio, y del tipo de problemas de investigación que se planteen, se emplean diferentes metodologías.

La recolección de datos, a través de la observación directa o a través de la experimentación, es un procedimiento muy importante para el desarrollo de cualquier trabajo científico. Sin embargo, resulta necesario, también, procesar estos datos y transformarlos en evidencias, analizarlos, elaborar conclusiones, así como comunicar el conocimiento generado.

Como resultado de la actividad científica, se obtiene, entonces, el conocimiento científico, en el cual se destacan los **modelos**. Los modelos son propuestas teóricas que se relacionan con fenómenos del mundo natural. Se consideran **provisorios**, ya que pueden ser reemplazados por otros que, en un futuro, expliquen mejor el fenómeno estudiado. Esto ha ocurrido en varias oportunidades en la historia de la biología.



Los paleontólogos, biólogos especializados en reconstruir la historia de los seres vivos, utilizan distintas técnicas para recoger las huellas dejadas por los organismos extinguidos.

La comunidad científica

Gran parte de la ciencia moderna la realizan equipos de trabajo. En las últimas décadas, la tarea científica ha perdido su carácter local para convertirse en una actividad internacional. La imagen del científico ofrecida por algunas producciones cinematográficas o televisivas dista mucho de ser la real. Los científicos no son solo varones, ni seres extravagantes con pelos revueltos, guardapolvos blancos, en general de edad avanzada y un poco locos, distraídos y, por sobre todo, solitarios, encerrados en un laboratorio casi sin contacto con el mundo externo.

Esta imagen del científico hace suponer que la producción científica es un trabajo individual y sin relación con el contexto social en la que se está llevando a cabo. Afortunadamente, quienes hacen ciencia remarcan cada vez más la influencia del **contexto histórico, social y colectivo** de la producción del conocimiento científico.

Desde este punto de vista, la ciencia es una **producción histórica**, porque lo que hoy se sabe es el resultado de los aportes de muchas generaciones anteriores de científicos. Por otra parte, la posibilidad de construir un conocimiento objetivo, que no dependa de los intereses, deseos o puntos de vista de la persona que lo construye, está íntimamente relacionada con el **aspecto social** del trabajo científico. Al trabajar en grupos, los científicos producen conocimiento mediante el intercambio con los demás, y este puede ser verificable por diferentes sujetos.

Así, los investigadores publican sus trabajos y transmiten los resultados de sus investigaciones al resto de la comunidad científica. De esta forma, sus hipótesis, observaciones, experimentos, nuevos conceptos pueden ser revisados críticamente por otros equipos de científicos. Un componente básico en toda actividad científica es la **comprobación**. Todo nuevo dato o toda nueva explicación deben ponerse a prueba una y otra vez, preferentemente por distintos investigadores y utilizando métodos variados. Cada confirmación refuerza la validez de una explicación o conjetura, mientras que una refutación, en general, puede descartar una teoría.

También, se han propuesto una serie de normas éticas o de valores profesionales para los científicos. El primer principio dice que no existe la autoridad, por lo tanto, toda explicación o concepto científico no puede validarse por más que sea emitido por una autoridad, si no está validado por evidencias científicas consensuadas por buena parte de la comunidad de científicos. Segundo, todos los científicos cometen errores, lo que parece algo inevitable. Hay que buscar los errores, analizarlos cuando se los encuentra y aprender de ellos. En tercer lugar, aunque la autocrítica sea importante, tiene que completarse con juicios de otros, que pueden ayudar a descubrir y a corregir los errores propios.



Muchas veces, tenemos ideas erróneas sobre los científicos.



Los científicos comunican la marcha o el resultado de sus investigaciones en distintos tipos de reuniones, como congresos, simposios, seminarios, etcétera.

DISEÑO DE EXPERIENCIAS

El diseño y la realización de experiencias es un paso fundamental de cualquier investigación científica. ¿Qué hay antes y qué hay después de una experiencia? Para saberlo, debemos repasar primero los pasos del método científico.

El método científico

El **método científico** es una forma de pensar, diferente del pensamiento común u ordinario y también del pensamiento filosófico. Es, además, una forma de actuar, encaminada a conocer la naturaleza y las causas que provocan los cambios que en ella se producen.

Dos de los aspectos fundamentales que diferencian el método de razonamiento científico de los demás razonamientos, son la **experimentación** y la **contrastación** de todas las afirmaciones que se hacen. En definitiva, **el método científico es aplicable a todo aquello que podamos medir, cuantificar**.

El método científico no se somete a reglas fijas. Sin embargo, cualquier trabajo científico pasa por tres etapas fundamentales, aunque no necesariamente en este orden:

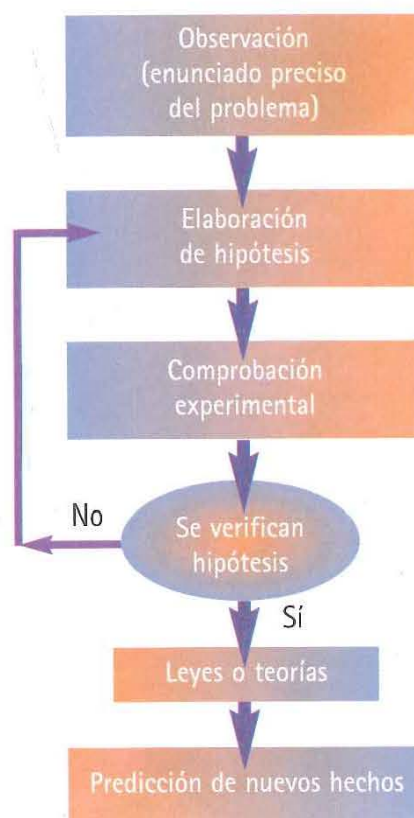
- * **Observación:** organización de los datos disponibles sobre los hechos y delimitación del problema que queremos estudiar.
- * **Elaboración de hipótesis:** explicación lógica de los hechos observados con las teorías conocidas o bien proponiendo otras nuevas.
- * **Contrastación experimental de las hipótesis.**

En el gráfico de la derecha, podés ver las distintas etapas del método científico y la relación entre ellas.

Es necesario destacar que para trabajar siguiendo este método hay que ir comprobando cada uno de los pasos con retornos al punto de partida, y que solo cuando todo es correcto se llega a finalizar la tarea y se da por cierta la hipótesis, que entonces se acepta como **ley científica**.

La observación

Cuando hablamos de **observar** no nos estamos refiriendo a la mera contemplación de la naturaleza, a mirar simplemente los cambios que ocurren en ella. Nos referimos a una observación profunda y minuciosa, durante la cual nuestra mente tiene que estar muy des-



pierta para descubrir las similitudes, para encontrar las propiedades comunes y las relaciones que guardan unos fenómenos con otros, pudiendo así quedarnos con lo que queremos estudiar.

La observación es propia de las mentes inquietas y curiosas que siempre se están preguntando por qué ocurren las cosas. La mayor parte de las personas no observan, solo miran, contemplan. **De la observación es de donde surge el planteamiento de un problema.**

Por ejemplo, cuando se agrega azúcar al café y se revuelve con una cucharita, el azúcar "desaparece". Sin embargo, al beberlo se comprueba que está dulce. ¿Qué fue lo que ocurrió? ¿Qué sucede si se repite varias veces la misma operación con distintas temperaturas?

La elaboración de hipótesis

Una vez delimitado el problema, debemos encontrar una explicación racional que nos aclare el cómo y el porqué de lo observado. Para encontrarla, lo primero que debemos hacer es buscar en los libros, por si lo que estamos tratando de explicar ha sido ya explicado por otras personas de un modo satisfactorio. En el ejemplo del azúcar y el café, seguramente serán útiles los libros que traten la solubilidad de las sustancias, la composición química del azúcar, el efecto de la agitación de un líquido, etcétera.

A partir de las observaciones realizadas y de la información recopilada, enunciaremos entonces la respuesta más probable al planteo del problema inicial. Esa respuesta es la **hipótesis**, y sirve como eje inicial de las comprobaciones experimentales.

Para el ejemplo del azúcar y el café, algunas hipótesis comprobables serían: el azúcar se disolvió en el café; la disolución fue mejor en caliente; la agitación facilita dicha disolución; si agregamos mucha azúcar, llega un punto en que no se disuelve más; cuando disolvemos el azúcar en un líquido, siempre lo endulza, etcétera.



La experimentación

Una vez formulada la hipótesis, debemos comprobar que ésta es válida en todos los casos, para lo cual habrá que realizar experiencias donde se reproduzcan, lo más fielmente posible, las condiciones naturales en las que tuvo lugar el fenómeno en estudio.

Al diseñar experiencias deben tenerse en cuenta:

- 1.° los **pasos** que se seguirán;
- 2.° todos los **factores** o **variables** que puedan influir en los resultados;

- 3.° los **materiales** necesarios para realizar los experimentos;
- 4.° el **tiempo** aproximado que se pueda necesitar para las comprobaciones;
- 5.° las **medidas** y los **registros** que se deberán tomar para estandarizar los resultados y poder así, en el futuro, repetir los experimentos. (Ver "Medidas y errores" en este **ABCiencia**).

Respecto del segundo punto, cualquier factor que influya en determinado fenómeno constituye una variable. Algunas, como la temperatura y el tiempo de disolución, se pueden medir o contar; otras, como el color o la forma, se refieren a atributos específicos del objeto en estudio y no es posible medirlas ni contarlas (ver más adelante, en "Gráficos y tablas").

Para que el diseño experimental resulte más sencillo, se establecen los factores que no varían (**variables controladas**) y se estudia la forma en que varía una magnitud (**variable dependiente**) cuando el experimentador determina, arbitrariamente, la variación de otra magnitud (**variable independiente**).

Si consideramos, por ejemplo, que según la cantidad de azúcar que agreguemos la solución será más o menos concentrada, entonces: la temperatura y el volumen de café serán variables controladas; la concentración de la solución, la variable dependiente y la cantidad de soluto (azúcar), la variable independiente –ya que es la que el experimentador tendrá que modificar–.

Luego de realizada la experiencia, los datos se suelen organizar en un gráfico donde, por convención, la variable independiente se anota en el eje de las abscisas (x, horizontal) y la variable dependiente, en el eje de las ordenadas (y, vertical). (Ver "Gráficos y tablas" en este **ABCiencia**).

ACTIVIDADES

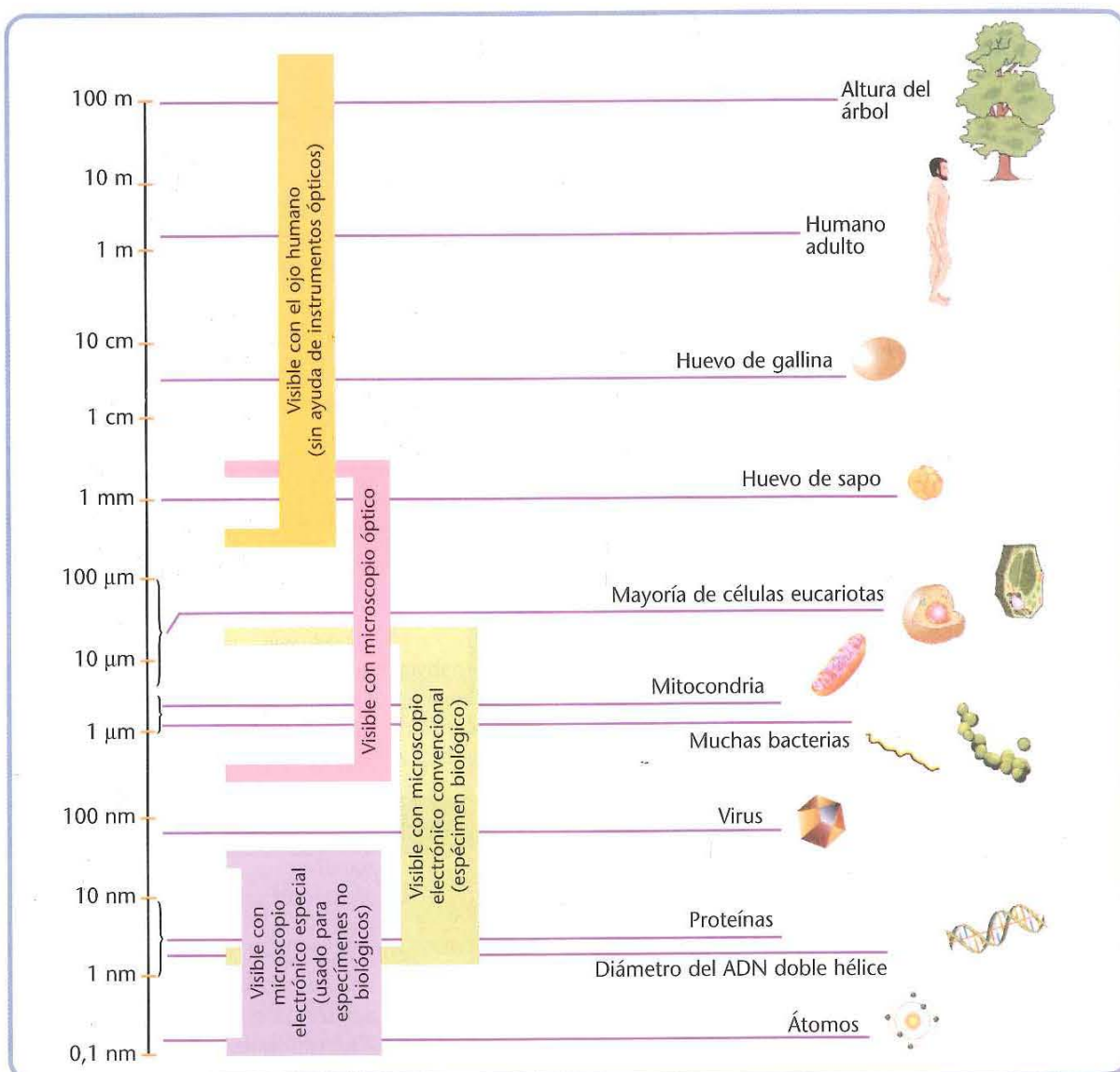
1. En el caso del azúcar y el café, pensá cómo diseñarías una experiencia en la que tuvieras que manejar las siguientes variables: temperatura y tiempo de disolución. (Considerá el volumen de agua, la cantidad de azúcar y la fuerza de agitación como variables controladas).
 - a) En primer lugar, redactá una hipótesis de trabajo. Luego, explicá cómo llevarías a cabo la experiencia.
 - b) ¿Cuál es la variable dependiente y cuál la independiente? Justificá tu respuesta.

MICROSCOPIO

La observación de estructuras y de organismos invisibles a simple vista es posible gracias a instrumentos ópticos como las lupas y los microscopios.

Distintos tamaños, diferentes instrumentos

La observación de las estructuras más pequeñas que constituyen a los seres vivos, así como la de organismos invisibles a simple vista, requiere de la ayuda de instrumentos ópticos, tales como lupas y microscopios. Dado que existe una gran diversidad de estructuras y tamaños, también existen diversos tipos de instrumentos y cada uno de ellos se emplea para un rango de dimensiones determinado, como se observa en la siguiente escala:

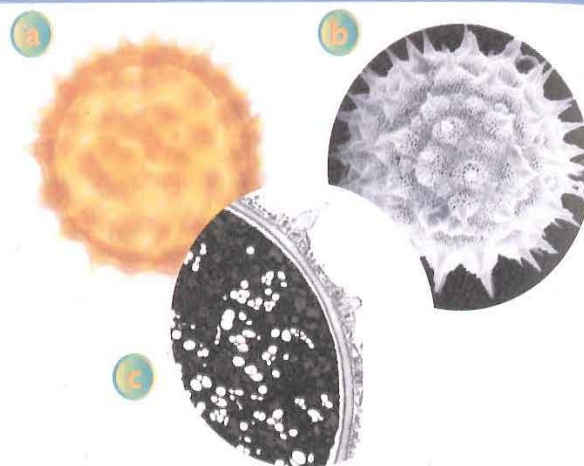


Aclaraciones: μm = micrómetro; nm = nanómetro (ver equivalencias en página 185).

Otros microscopios

Los **microscopios electrónicos** –a diferencia de los ópticos, que usan lentes ópticas y luz blanca– emplean lentes electromagnéticas y un haz de electrones.

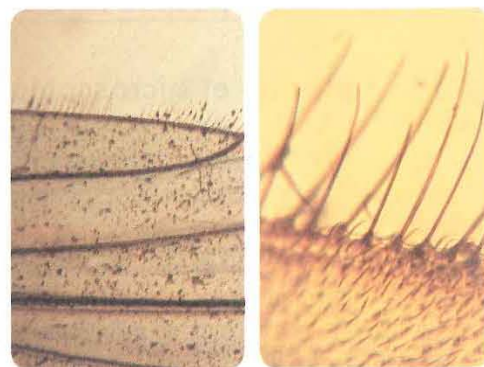
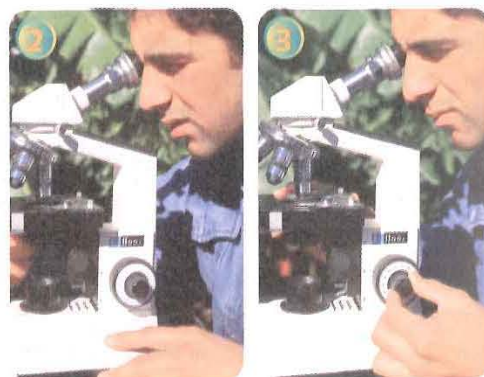
- * El **microscopio electrónico de barrido** tiene un poder de resolución de 10 nm y puede aumentar las imágenes 20.000 veces; además, permite obtener una imagen tridimensional de las células y sus estructuras.
- * El **microscopio electrónico de transmisión** aumenta las imágenes 500.000 veces y su poder de resolución es de 0,1 nm.



Grano de polen visto al microscopio óptico (a), al microscopio electrónico de barrido (b) y al de transmisión (c).

1. Practicá el correcto uso del microscopio siguiendo paso a paso el siguiente instructivo. Sólo tenés que conseguir una muestra ya preparada para observar al microscopio, o bien probá con una gota de agua estancada, un pelo, el ala de un insecto o cualquier otro objeto muy pequeño.

- 1.º Apoyá el microscopio sobre la mesa de trabajo, de modo que quede firme y seguro, cerca de una buena fuente de luz si no la tuviera incorporada.
- 2.º Abrió el diafragma para permitir el paso de la luz. Mirá a través del ocular para verificar que el campo de observación se halle bien iluminado; de lo contrario, adecuá la luminosidad con el condensador –acercándolo o alejándolo de la platina–, con el diafragma –abriéndolo o cerrándolo– o bien corrigiendo la dirección de la fuente con el espejo, en caso de que tuviera uno.
- 3.º Colocá el preparado sobre el portaobjeto. De ser necesario, tapá con el cubreobjeto (apoyalo sobre el primero de manera que formen un ángulo de 45°, y luego soltalo sobre el preparado; así evitarás que se formen burbujas de aire). Luego apoyá el portaobjeto sobre la platina.
- 4.º Colocá el objetivo de menor aumento. Mientras mirás lateralmente el microscopio, girá el tornillo macrométrico hasta que el objetivo quede lo más cerca posible del preparado, pero sin llegar a tocarlo.
- 5.º Mirá a través del ocular y, para encontrar la muestra, alejá lentamente el objetivo de la platina por medio del tornillo macrométrico.
- 6.º Para enfocar con mayor precisión, mové cuidadosamente el tornillo micrométrico.
- 7.º Una vez realizada la observación con el objetivo de menor aumento, usá en orden creciente los demás objetivos.



Ala de insecto vista al microscopio con el aumento menor (izquierda) y el mayor (derecha).

Realización de una investigación experimental

La investigación experimental es uno de los recursos más utilizados por las ciencias de la naturaleza, ya que permite contrastar las suposiciones de los científicos contribuyendo, así, a la construcción de conocimiento. Toda experimentación requiere de un planeamiento previo que dé respuesta específica al problema que se intenta resolver.

En este caso, se propone un experimento que les permita establecer cómo se originan los mosquitos adultos a partir de sus larvas acuáticas, refutando al mismo tiempo la premisa de que estos insectos se generan espontáneamente a partir de las aguas turbias y estancadas.

MATERIALES

1 recipiente tipo balde, 2 frascos de vidrio, larvas de mosquito, una malla metálica tipo mosquitero, agua, 1 red para peces, 1 banda elástica o alambre fino.

¿CÓMO LO HACEN?

- 1 Recojan algunas larvas de mosquito en un recipiente limpio con ayuda de una red pequeña para peces o un colador de té. Pueden conseguir las larvas en la orilla de un estanque o incluso en algún depósito de agua que haya quedado unos días a la intemperie en el fondo o la terraza de sus domicilios.



Larvas de mosquito.

- 2 Llenen con agua limpia, preferentemente del mismo lugar de donde recogieron las larvas, los frascos hasta 5 cm del borde.

- 3 Utilizando nuevamente la red, coloquen diez larvas en cada frasco. Cubran uno de los frascos con la malla metálica y esta, a su vez, sujétela con la banda elástica o el alambre. Identifiquen el frasco con la letra A y el otro con la letra B.
- 4 Preparen una hoja de carpeta para realizar anotaciones y registrar los resultados durante diez días. Tengan en cuenta el siguiente modelo.

DÍAS	FRASCO A	FRASCO B	OBSERVACIONES
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

- 5 Dejen los frascos a la intemperie, en un lugar con sombra y observen día a día los cambios producidos en cada caso; tengan en cuenta la cantidad de larvas, los cambios que se producen en ellas y la eclosión de mosquitos adultos.

¿QUÉ RESULTADOS OBTUVIERON?

1. Al realizar esta actividad, ¿observaron algo que haya sido contrario a las ideas que tenían antes de realizar este experimento?
2. ¿Qué función tiene la malla metálica que se le colocó al frasco A?
3. ¿Qué relación numérica observaron entre los mosquitos contabilizados y el número de larvas?
4. Investiguen en diferentes fuentes acerca del ciclo reproductivo de los mosquitos.
5. ¿Por qué entre las recomendaciones para prevenir el dengue se indica evitar la acumulación de agua de lluvia en recipientes abiertos?
6. Luego de este experimento y en función de los resultados obtenidos, ¿a qué conclusiones pudieron llegar acerca del origen de los mosquitos?
7. ¿Por qué los defensores de la idea de generación espontánea de los seres vivos, aseguraban que los mosquitos se originaban a partir de las aguas turbias y estancadas?

LOS MODOS DE ESTUDIO DE LA BIOLOGÍA

LOS BIÓLOGOS REALIZAN SUS ESTUDIOS E INVESTIGACIONES DESDE DIFERENTES PERSPECTIVAS. CADA UNA DE ELLAS LES PERMITE COMPRENDER LO COMÚN Y LO DIFERENTE ENTRE "LO VIVO" Y "LO INERTE", Y SUS INTERACCIONES.

Los seres vivos como sistemas

GLOSARIO

abstraer. Separar imaginariamente un objeto, para considerar y analizar sus cualidades en forma aislada.

Una de las perspectivas que usan los biólogos para saber más sobre los seres vivos y sus interacciones con el ambiente consiste en "recortar mentalmente" aquello que desean estudiar. Con este recorte imaginario, se aísla o se **abstraer** de su entorno el organismo o el objeto en estudio; esto facilita la identificación e interpretación de sus propiedades, relaciones e interacciones.

Cuando los científicos recortan aquello que desean estudiar, lo denominan **sistema**. Por lo tanto, un sistema es un recorte de la realidad que alguien aísla mentalmente para estudiarlo.

El primer paso para estudiar un ser vivo como un sistema es investigar si se produce alguna interacción entre este y su entorno.

Por ejemplo, si se desea estudiar una lagartija o la planta uña de gato como un sistema, en primer lugar habría que preguntarse si estos organismos obtienen algo del ambiente y si este recibe algo de ellos.



Tanto la lagartija como la planta uña de gato intercambian materiales y energía con su entorno. Por eso, se los estudia como sistemas abiertos.

Cuando los científicos observan que entre el sistema y su entorno se produce intercambio de materia y de energía, lo consideran un **sistema abierto**. Si, en cambio, entre el sistema en estudio y el medio solo se intercambia energía, lo consideran un **sistema cerrado**. En otro caso, si entre el sistema en estudio y su entorno no se produce ningún tipo de intercambio, lo consideran un **sistema aislado**.

A pesar de la clasificación anterior, a veces, un mismo sistema puede resultar abierto, cerrado y aislado, pero no al mismo tiempo. Por ejemplo, si se coloca agua caliente en un termo para cebar mate, no es lo mismo utilizarla inmediatamente, a las dos horas o a los dos años. En el primer caso, es probable que la temperatura del agua no haya variado y, por lo tanto, se consideraría el termo como un sistema aislado. En el segundo caso, la temperatura del agua habrá disminuido porque el termo cedió calor al medio. Entonces, se lo consideraría un sistema cerrado. Finalmente, a los dos años es probable que la temperatura y la cantidad de agua del termo no sea la misma. En este caso, el termo sería considerado como un sistema abierto.

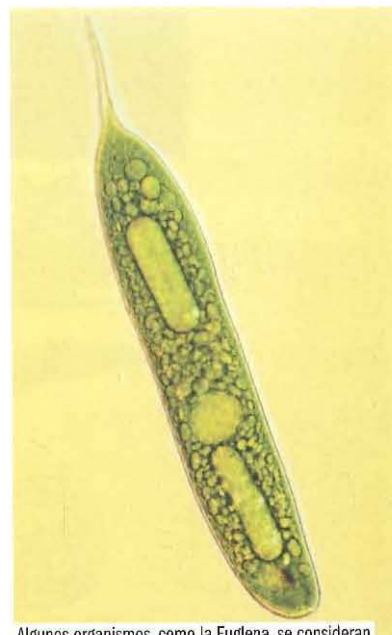
Como en el caso del termo, no es lo mismo estudiar una lagartija en verano, que hacerlo en invierno. Mientras que en verano se la encuentra asoleándose o esperando el acercamiento de un insecto para capturarlo, en invierno permanece oculta y mucho menos activa. Tampoco es lo mismo estudiar la planta uña de gato en cualquier estación del año. En la época lluviosa, se torna de color verde intenso y se llena de flores. En cambio, cuando se repiten los días sin lluvias, se encuentra amarillenta y con algunas partes marchitas. Por lo tanto, un factor muy importante que tienen en cuenta los biólogos en el momento de disponerse a analizar un ser vivo como sistema es determinar el tiempo que les llevará el estudio.

Una vez aislado el organismo y definido el tiempo de estudio, resulta de interés, para los biólogos, observar las diferencias entre lo que ingresa y lo que egresa de ese organismo. En el caso de la lagartija, se puede observar que algunos de los materiales que incorpora son muy diferentes de los que elimina. El aire, en principio, parecería ser el mismo material el que ingresa que el que egresa, sin embargo, no resulta de esta forma. Un análisis de la composición química de ambos materiales indicaría que el primero contiene mucho más oxígeno que el segundo. Asimismo, dicho estudio también demostraría que el segundo contiene mucho más dióxido de carbono que el primero. Por lo tanto, algo ocurre en el interior del animal que transforma los materiales que ingresan.

En cuanto a la planta uña de gato, se puede observar que cierto tipo de energía ingresa en el organismo, pero no egresa de él: la energía lumínica. Por lo tanto, algo ocurre en el interior de la planta que transforma dicha energía.

Las transformaciones que se producen en un sistema son otro aspecto de interés para los biólogos. Si hay diferencias entre lo que ingresa y lo que egresa del sistema, seguramente es porque en él ocurren procesos que transforman la materia y la energía. En este punto, queda investigar cuáles son esos procesos.

La nutrición, autótrofa (fotoautótrofa, quimioautótrofa) o heterótrofa, de los seres vivos es el principal conjunto de procesos de transformación de materia y energía que ocurre en todo organismo. Asimismo, la materia y la energía que egresan de todo ser vivo resultan de los desechos producidos durante cualquiera de estos tipos de nutrición.



Algunos organismos, como la Euglena, se consideran mixótrofos porque pueden funcionar como fotoautótrofos cuando hay luz disponible en su entorno, o como heterótrofos cuando la luminosidad es escasa o nula.



Ameba: organismo unicelular, heterótrofo, acuático.



Helecho: organismo multicelular, autótrofo, aeroterrestre.

Ya sean organismos unicelulares o multicelulares, autótrofos o heterótrofos, acuáticos o aeroterrestres, en todos los seres vivos ingresan y egresan materiales que difieren en su composición. Esto significa que, una vez incorporados, los materiales son transformados dentro del organismo.

ActivAdos

1. Realicen una lista de los pasos por seguir y de los factores que hay que considerar para el estudio de un ser vivo como un sistema.
2. Teniendo en cuenta la lista anterior, reúnanse en pequeños grupos y analicen una mascota como sistema. Si entre los integrantes del grupo no tienen mascotas, pueden analizar una hormiga, una cucaracha, una mosca o un mosquito.



Las levaduras son organismos unicelulares.



Los insectos son organismos pluricelulares.

Diferencia entre lo vivo y lo no vivo

Si observamos atentamente a nuestro alrededor, encontraremos que estamos rodeados de infinidad de seres. Algunos son más grandes, y los podemos ver a simple vista, mientras que otros son más pequeños, y solo los podemos observar a través de un microscopio. Aunque pueden ser muy diferentes entre sí, todos los seres vivos tienen características en común que nos permiten reconocerlos como tales. Para estudiar cómo se originó la vida, es necesario definir esas características.

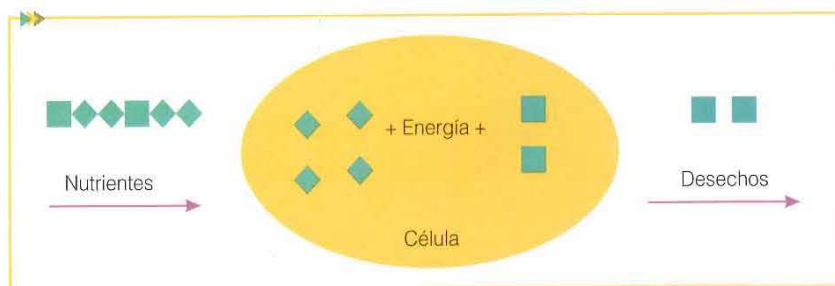
Los seres vivos están formados por células. La **célula** es la parte más pequeña que compone el cuerpo de todos los organismos y que es capaz de realizar todas sus funciones. Los seres vivos pueden clasificarse en **unicelulares**, cuando son una única célula, y **pluricelulares**, si su cuerpo está formado por muchas células. En estos últimos, las células no solo están agrupadas, sino que además están conectadas entre sí para funcionar de manera coordinada.

Los seres vivos son **sistemas abiertos** ya que intercambian materia y energía con el ambiente que los rodea. Estos intercambios ocurren, por ejemplo, cuando los organismos se nutren. La **nutrición** es el conjunto de procesos biológicos a través de los cuales ingresan los nutrientes, se distribuyen hasta las células, y se transforman para obtener materiales y energía que se usan para diversas actividades. Los nutrientes pueden obtenerse a partir de otros seres vivos que sirven de alimento, o el mismo organismo los puede fabricar a partir de sustancias más simples que toma del ambiente. El primer tipo de nutrición recibe el nombre de **heterótrofa** y el segundo, **autótrofa**.

Los organismos heterótrofos intercambian materia cada vez que ingieren alimentos y eliminan desechos. Los organismos autótrofos, como las plantas, fabrican sus nutrientes durante el proceso de **fotosíntesis**.

El conjunto de transformaciones de la materia y la energía que ocurren en el interior de cada célula se llama **metabolismo**. Esta es otra de las características comunes a todos los seres vivos, ya que no solo un ser vivo debe hacer intercambio de materiales y energía con el ambiente, sino que debe transformar esos materiales en sus células para poder aprovecharlos.

Representación de la entrada de nutrientes a una célula, su transformación en el interior y la eliminación de desechos.



Curiosidades

El oso polar tiene una gruesa capa de grasa subcutánea que le permite aislarse del ambiente y mantener su temperatura interna a aproximadamente 37 °C, incluso cuando en el exterior la temperatura es menor a -37 °C.

Los seres vivos tienen mecanismos de autorregulación para evitar que sus condiciones internas se modifiquen cuando hay cambios en el ambiente que los rodea. Por ejemplo, la temperatura es una condición que debe mantenerse constante en nuestro cuerpo. La transpiración durante el verano permite disminuir la temperatura interna cuando la externa es elevada. Esta característica de los organismos de mantener la estabilidad de su medio interno constante se llama **homeostasis**.

Los seres vivos se reproducen, es decir, originan otros organismos similares a ellos. La **reproducción** es fundamental para asegurar la continuidad de la especie a través del tiempo, pero no lo es para la supervivencia del individuo en sí. Por tal motivo, esta es la única característica que puede estar ausente en un ser vivo, y aun así seguir considerándolo como tal. La mayoría de los animales tienen **reproducción sexual**, que es aquella en la que intervienen dos organismos de distinto sexo. En los organismos más simples, como los microorganismos, la forma de reproducción más común es la **asexual**. En este caso, el nuevo organismo se origina partir de un único progenitor, y es idéntico a él. Esta forma de reproducción puede estar presente también en animales y plantas.

Los seres vivos poseen también **irritabilidad**, la capacidad de percibir estímulos o cambios del ambiente, y generan una respuesta. Esto ocurre, por ejemplo, cuando tocamos algo muy caliente con la mano y la alejamos rápidamente para no quemarnos. Los animales tienen un sistema nervioso especializado en captar las señales externas y generar una reacción. Pero no son los únicos que presentan irritabilidad. La orientación de las plantas hacia la luz o el reconocimiento de las bacterias del género *Rhizobium* de su organismo hospedador* (las plantas) son otros casos menos intuitivos que muestran esta capacidad.

Los seres vivos están **adaptados al ambiente** en el que viven. Por ejemplo, las alas son adaptaciones de las aves que les permiten volar. Las **adaptaciones** son características de los organismos que les aportan ventajas para vivir en el ambiente en el que habitan. Se clasifican en:

- ▶ **estructurales**: cuando están relacionadas con la forma del cuerpo, como el caso de las alas de las aves.
- ▶ **fisiológicas**: cuando tienen que ver con el funcionamiento del organismo. Por ejemplo, la capacidad que tienen los lirones de hibernar.
- ▶ **comportamentales**: cuando están relacionadas con las conductas de los seres vivos, como el canto de las aves macho para atraer a las hembras.



Durante la hibernación, ciertos animales, como el oso pardo, permanecen en un estado similar al sueño debido a que disminuye su actividad metabólica interna.



Bulto redondeado sobre la raíz de una planta, que contiene en su interior bacterias del género *Rhizobium*.

Curiosidades ▶

La mayoría de los **híbridos***, como el ligre (cruce de león y tigresa), no tienen la capacidad para dejar descendencia debido a incompatibilidades genéticas, pero nadie dudaría de que están vivos.



Glosario

híbrido: organismo procedente de la cruce de dos organismos de distintas especies.

hospedador: organismo que alberga a otro en su interior o que lo porta sobre sí.

Actividades

1. Escriban un ejemplo para cada una de las características de los seres vivos.
2. Expliquen por qué la birome que usan no está viva y sí lo están ustedes. Tengan en cuenta las características estudiadas en esta sección.

Explicaciones sobre el origen de la vida

El creacionismo y la teoría de la generación espontánea

Primera página del manuscrito del *Popol Vuh*.



Así se trabaja en ciencias

Una **hipótesis** es la respuesta a una pregunta sobre un hecho u observación, que puede ponerse a prueba mediante la experimentación. Las hipótesis siempre deben redactarse en modo afirmativo y en tiempo presente. En general, son oraciones simples y específicas. Una **teoría** es un conjunto de ideas e hipótesis que permiten explicar un fenómeno.



Aristóteles (384-322 a.C.)

Filósofo y naturalista griego. Sus ideas han influenciado el pensamiento de Occidente por más de 2.000 años. Dejó obras escritas sobre una gran variedad de áreas del conocimiento, entre ellos la filosofía, la ética, la lógica, la política y las ciencias naturales. Es considerado el fundador de la lógica y la biología.

Glosario

inerte: sin vida.

Las células tienen características muy particulares y cumplen funciones únicas. Conocer los orígenes de la vida es uno de los grandes interrogantes para el hombre desde tiempos muy remotos. Distintas civilizaciones han intentado responder esta pregunta a través de historias en las que se describen los comienzos del universo, de la Tierra y de la vida como actos de creación de diferentes dioses. Estos relatos forman parte de los libros sagrados de los pueblos. Seguramente el más conocido sea la Biblia. Pero existen muchos otros, entre ellos el *Popol Vuh*, perteneciente a la cultura maya. En él

se describe cómo al principio solo existían las deidades mayores (el Creador, el Formador, los Progenitores, Tepeu y Gucumatz y el Corazón del Cielo) sobre un mar inmóvil. Más adelante relata cómo los dioses dispusieron la creación y el crecimiento de los árboles y las plantas trepadoras, y el nacimiento de la vida y la creación del hombre. Como en los mitos de creación de otras religiones, la culminación tiene lugar cuando aparece el hombre. A este tipo de explicaciones sobre el origen de la vida a partir de actos de dioses creadores, inspiradas en creencias religiosas o populares, se las llama creacionistas.

El **creacionismo** carece de bases científicas, ya que no es posible verificar los fenómenos sobrenaturales ni la existencia de entidades no materiales. Las teorías científicas se basan en los resultados de investigaciones, en las que se ponen a prueba **hipótesis**. Para ello se aplica una serie de pasos, técnicas y procedimientos, que en conjunto podemos denominar **metodología científica**. La elaboración de las reglas que utilizamos en la actualidad en las investigaciones ha llevado muchos años, y es el producto del aporte de gran cantidad de protagonistas.

La cultura científica actual tiene sus bases en el Renacimiento (siglos xv y xvi), período histórico en el que tuvo lugar un fuerte cambio en el panorama intelectual de Europa. En la Antigüedad y en la Edad Media, las teorías sobre la naturaleza estaban muy influenciadas por las ideas de Aristóteles. En lo que respecta al origen de la vida, este gran pensador griego sostenía que los peces e insectos podían originarse espontáneamente a partir del rocío, la humedad y el sudor. Esta explicación fue aceptada y generalizada por otros pensadores, lo que dio lugar a la **teoría de la generación espontánea** o **abiogénesis**. Según ella, los seres vivos pueden generarse de manera espontánea a partir de la materia inerte*.

Actividades

- Busquen la explicación que propone la Biblia para el origen de la vida.
- Compárenla con la explicación que se presenta en el *Popol Vuh*.
 - ¿Qué similitudes y diferencias encuentran?
 - ¿Por qué será que en muchas culturas se ha utilizado la figura de los dioses para explicar el origen de la vida y de los fenómenos naturales?

Refutación de la teoría de la generación espontánea

La idea de que los seres vivos simples, como los gusanos e insectos, podían originarse de manera espontánea en el polvo o en la materia en descomposición fue aceptada prácticamente durante 2.000 años. Fue recién en el siglo XVII que la teoría de la generación espontánea recibió fuertes cuestionamientos. En ese momento histórico comenzaron a realizarse los primeros experimentos biológicos para explicar los fenómenos naturales. Uno de ellos fue la experiencia de Francesco Redi, que permitió demostrar que la teoría de la generación espontánea carecía de validez.

El objetivo del experimento de Redi era demostrar que los seres vivos (moscas en este caso) no se generaban a partir de materia en descomposición (particularmente carne). Para hacerlo, utilizó tres frascos de vidrio, dentro de los cuales colocó la misma cantidad de carne. A uno de los frascos lo tapó herméticamente, a otro lo dejó abierto, y al tercero lo cubrió con una gasa. Después de unas semanas observó que solo había moscas, huevos y larvas de ellas en la carne que estaba dentro del frasco abierto. La carne en los otros dos frascos estaba podrida y olía mal, pero no había sobre ella ninguna forma de vida macroscópica*. Sobre la gasa del tercer recipiente encontró huevos que habían dejado las moscas.



Experiencia de Redi.

A pesar de los claros resultados de Redi, las discusiones continuaron casi 200 años más. El descubrimiento de los microorganismos, descritos por primera vez por Anton van Leeuwenhoek en el año 1674, dio nuevas ideas a quienes apoyaban la generación espontánea. Estos científicos sostenían que a partir de los **caldos nutritivos** podían desarrollarse formas de vida muy simples. Los caldos nutritivos eran agua con nutrientes disueltos, que se utilizaban para hacer crecer microorganismos en los experimentos que se realizaban en ese momento. El nombre que en la actualidad usan los científicos es "medio de cultivo". Hoy en día sabemos que los medios de cultivo deben esterilizarse antes de realizar cualquier tipo de actividad experimental ya que, de lo contrario, los microorganismos que están en el ambiente utilizarán esos nutrientes para crecer. Pero en aquella época se desconocían las técnicas de esterilización.

Así se trabaja en ciencias

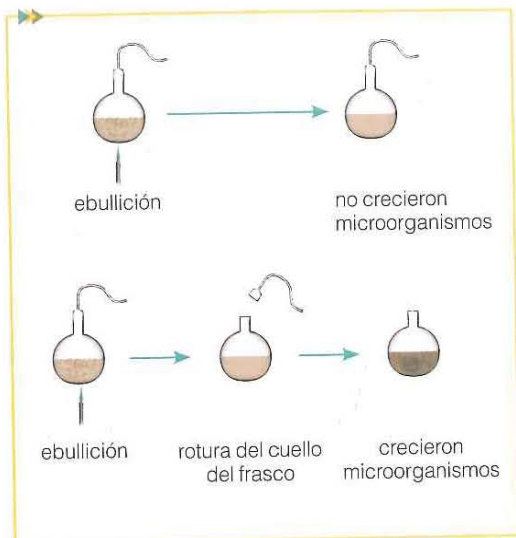
Cuando se realiza un experimento para poner a prueba una hipótesis, pueden darse dos situaciones. Si los resultados demuestran que la hipótesis era incorrecta, esta se descarta o refuta. Luego, en general, se plantean nuevas hipótesis, que requerirán nuevos experimentos. Contrariamente, si los resultados indican que la hipótesis es correcta, se acepta como válida. Conviene tener en cuenta que las hipótesis son verificadas de manera temporal, ya que nuevos conocimientos y experimentos en el futuro pueden aportar evidencias para refutarla.

Glosario

macroscópico: que puede observarse a simple vista, sin la necesidad de utilizar un microscopio.

Actividades

1. Elaboren la posible hipótesis que Redi puso a prueba con su experiencia.
2. ¿Por qué les parece que incluyó el frasco con la gasa?
3. ¿Qué conclusiones pueden sacar de la experiencia de Redi?
4. ¿Por qué piensan que la carne se pudrió? ¿Cómo afecta esto a su objetivo, que era demostrar que la generación espontánea era falsa?
5. ¿Cómo podrían mejorar el experimento para evitar que la carne se pudra?



La experiencia de Pasteur.

El aporte de Pasteur para resolver el dilema

Las discusiones sobre la generación espontánea concluyeron en el año 1864, con los contundentes resultados de las investigaciones de Louis Pasteur. Este científico diseñó un interesante dispositivo para demostrar que las formas de vida muy simples (los microorganismos) no se desarrollaban directamente a partir de los caldos nutritivos, sino que provenían del aire. Para hacerlo, colocó distintos medios de cultivo en frascos esféricos con cuello largo. Luego, dobló los cuellos en forma de "S" utilizando calor, y a continuación hirvió el líquido a fin de esterilizarlo. Después de algunos días de incubación, no creció ningún tipo de microorganismo en el interior de los frascos. Por último, Pasteur cortó los cuellos de los recipientes, y pasado un tiempo encontró que dentro de ellos habían crecido microorganismos.

Las explicaciones más aceptadas en la actualidad

Los hallazgos de Pasteur permitieron establecer que todo ser vivo, incluso los microorganismos, proviene de otro ser vivo preexistente. Ahora bien, esto es cierto para todos los seres vivos, excepto para los primeros... ¿de dónde provienen entonces estos primeros seres vivos?

Las primeras formas de vida no han dejado registros fósiles, y por lo tanto las explicaciones que los científicos pueden elaborar se basan en teorías químicas y matemáticas, experimentos de laboratorio y en las condiciones primitivas que se supone había en la Tierra. Si bien es posible que la vida se haya originado en más de una oportunidad, se cree que todos los organismos que conocemos provienen de un único ancestro en común, ya que todos ellos comparten características únicas. La teoría más aceptada hasta el momento es aquella que propone que las primeras células se desarrollaron como complejos de moléculas, luego de un largo proceso de evolución química. Fue elaborada por el bioquímico ruso Alexander Oparin y el biólogo inglés John Haldane, y ha recibido el nombre de **teoría quimiosintética** o de la **síntesis prebiótica**.

Existen actualmente otras explicaciones científicas acerca del origen de la vida. La **hipótesis de la panspermia** sostiene que los primeros organismos en la Tierra habrían llegado como esporas* desde el espacio exterior, tal vez en meteoritos o cometas. Según este abordaje, la vida no procedería directamente de nuestro planeta. Las evidencias que la apoyan son la capacidad que tienen algunas bacterias de vivir en condiciones extremas, y el hallazgo de materia orgánica en los cometas y en el meteorito ALH84001. Este meteorito, proveniente de Marte y hallado en la Antártida, contiene formaciones en su interior que podrían haber sido originadas por formas de vida microscópicas. Sin embargo, es una evidencia dudosa, ya que estas estructuras podrían ser resultado de una contaminación terrestre.



Fotografía del meteorito ALH84001.

Glosario

espora: estructura de resistencia que puede sobrevivir por largos períodos en condiciones adversas.

Actividades

1. Sinteticen qué plantean las cuatro explicaciones sobre el origen de la vida estudiadas en este capítulo.
2. Aclaren cuál o cuáles son actualmente aceptadas por los científicos y cuáles no.
3. Averigüen si existen otras explicaciones sobre el origen de la vida y anótenlas en la carpeta.

El diseño experimental

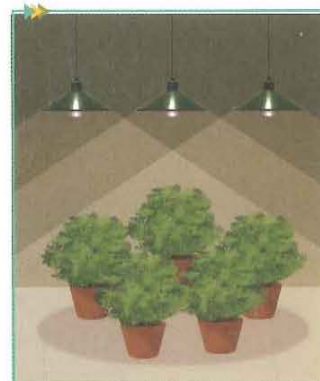
Los experimentos que refutaron la teoría de la generación espontánea tenían ciertas características especiales, necesarias para que los resultados obtenidos fueran confiables. Por ejemplo, Pasteur no solo controló las condiciones de esterilidad, sino que además utilizó diferentes caldos nutritivos para asegurarse de que sus observaciones finales no dependieran del medio de cultivo con el cual realizaba el experimento. La estructura que debe tener un experimento para que los resultados obtenidos nos permitan decidir si nuestra hipótesis es válida, se llama **diseño experimental**.

El primer paso para diseñar un experimento es definir con qué variables se va a trabajar. Llamamos **variables** a los atributos de los objetos, cosas o seres que pueden medirse, y cuyos valores varían de una situación a otra, por ejemplo, el color, el peso, la temperatura o el tiempo. Una vez planteada la hipótesis que se quiere probar, los investigadores deciden qué variables se manipularán, cuáles se medirán y qué condiciones deberán mantenerse **constantes**. Por ejemplo, si se desea estudiar cómo la luz afecta el crecimiento de las plantas, podríamos plantear la hipótesis: "Las plantas expuestas a baja intensidad lumínica desarrollan menos hojas nuevas que las expuestas a altas intensidades". Luego haríamos un experimento en el que colocaríamos cinco plantas a una intensidad de luz alta, cinco bajo una luz más tenue y otras cinco en oscuridad. Al cabo de un mes, contaríamos cuántas hojas nuevas desarrolló cada planta. En este caso, la **variable que manipulamos** es la luz, y la **variable respuesta** que se midió es la cantidad de hojas nuevas. Las condiciones que se tienen que haber mantenido constantes son la temperatura, la humedad, el tipo de planta, la cantidad inicial de hojas por planta, etcétera. Lo que se busca entonces en un experimento es analizar cómo los cambios de una condición que podemos controlar (la variable manipulada) afectan a otra, que es la que nos interesa (la variable respuesta).

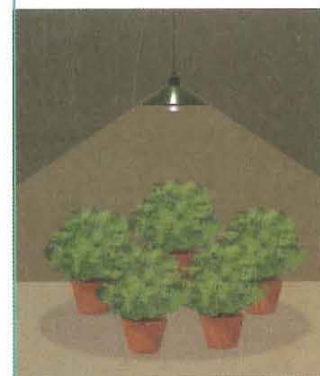
En el experimento propuesto se utilizaron cinco plantas para cada intensidad lumínica. Si trabajáramos con una única planta en cada caso, y una de ellas muriera en el medio del experimento, no podríamos saber a qué se debe. Para obtener resultados confiables no basta con realizar una única repetición. Estas repeticiones se denominan **réplicas**, y deben ser lo más parecidas entre sí. En el ejemplo anterior, se trabajó con cinco réplicas para cada intensidad lumínica.

Actividades

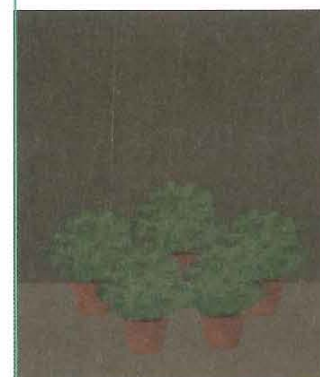
1. La experiencia de Redi tiene un diseño experimental sencillo, que merece la pena ser analizado.
 - a. ¿Cuáles son las variables que se manipularon, la variable respuesta y las condiciones que se mantuvieron constantes en el experimento?
 - b. Propongan otras variables que se podrían haber manipulado en este experimento.
 - c. ¿Piensan que Redi trabajó solamente con tres frascos? ¿Por qué?
 - d. Expliquen por qué los resultados obtenidos por Redi permitieron refutar la teoría de la generación espontánea.



Grupo expuesto a alta intensidad lumínica



Grupo expuesto a baja intensidad lumínica



Grupo expuesto a la oscuridad

Grupos de cinco plantas expuestos a distintas intensidades lumínicas.

Louis Pasteur

Químico francés considerado el padre de la microbiología. Hizo importantísimas contribuciones a la Química, la Biología y la Medicina. Inventó los procesos de esterilización por calor y de "pasteurización", que se emplean para disminuir la cantidad de microorganismos (actualmente muy utilizado en la industria alimenticia). También propuso que algunos microorganismos son la causa de enfermedades y sentó las bases para el desarrollo de las vacunas.

Corría el año 1864, y las discusiones científicas sobre la generación espontánea de los microorganismos eran tan intensas que la Academia de Ciencias de París ofreció un premio para quien pudiera demostrarla o refutarla. El ganador fue Louis Pasteur, que desarrolló una inteligente variación de los experimentos anteriores llevados a cabo por John Needham (1713-1781) y Lazzaro Spallanzani (1729-1799). En ese momento aún se desconocían las técnicas de esterilización, pero Pasteur pensaba que la aparición de microorganismos en los caldos nutritivos se debía a que los microorganismos contaminaban el líquido y se reproducían en dicho medio. Dedujo que si se evitaba que los microorganismos llegaran al caldo, se impediría su desarrollo. Para demostrarlo, realizó su famosa experiencia, que relata así:

“En distintos frascos de vidrio coloqué, separadamente, líquidos muy alterables* cuando están en contacto con el aire: agua de levadura de cerveza con azúcar, orina,

jugo de remolacha y agua de pimienta. Luego procedí a doblar el cuello de los frascos a la llama, que así quedan curvados en varios sectores. Después herví el contenido de los frascos, de tal forma que el vapor salió por el extremo del cuello de los matraces*. Dejé enfriar y observé al cabo de algunos días que los líquidos no se alteraban. Esto ha dejado sorprendidos a los partidarios de la generación espontánea [...]”.

“Si se corta el cuello de uno de estos matraces con una lima, al cabo de pocos días comienzan a aparecer microorganismos, tal como sucede al trabajar al aire libre. Esto demuestra que los microorganismos son transportados por el aire, y que si en su recorrido encuentran obstáculos –como el cuello doblado del matraz– no logran avanzar para hacer contacto con el líquido. En las soluciones nutritivas esterilizadas –que no están en contacto con el aire– no prosperan los microorganismos [...]”.

Glosario

líquido muy

alterable: caldo nutritivo o medio de cultivo.

matraz: frasco de vidrio con base esférica, y cuello recto y estrecho.

Actividades

1. Elaboren la posible hipótesis que Pasteur puso a prueba con su experiencia.
2. ¿Para qué dobló el cuello de los matraces? ¿Por qué hirvió el contenido de los frascos?
3. En su experiencia, Pasteur incluyó además matraces a los que aplicó el mismo procedimiento, pero no les dobló el cuello. Luego de un tiempo, encontró que en los caldos nutritivos de su interior crecían microorganismos. ¿Para qué habrá incluido estos matraces de cuello recto?
4. ¿Cuáles son las variables que se manipularon, la variable respuesta y las condiciones que se mantuvieron constantes en el experimento de Pasteur?
5. ¿Cuáles son las conclusiones que pueden elaborarse a partir de los resultados obtenidos por Pasteur en su experimento? ¿Refutan o verifican la teoría de la generación espontánea?

Las condiciones prebióticas

Resulta importante no confundir el origen de la vida en la Tierra con el origen de la Tierra en sí. Para tratar de comprender cómo se pudo haber formado el universo, el físico George Gamow planteó en 1948 la teoría del **Big Bang** o de la "gran explosión". Esta teoría explica que hace aproximadamente 13.810 millones de años, el universo se habría formado luego de que ocurriera una gran explosión o **Big Bang** a partir de un punto donde se encontraba concentrada toda la materia y energía. A partir de esta gran explosión, el universo comenzó a expandirse y se cree que esta expansión continúa hoy en día. Es decir, que desde ese momento se comenzó a crear el espacio. Luego de este acontecimiento, como consecuencia del descenso de la temperatura del universo y de la acción de la gravedad, se formaron partículas de materia que fueron agrupándose para formar galaxias, estrellas y nubes de gas y polvo, de las cuales surgieron los planetas y otros astros.



El universo tal cual lo conocemos en la actualidad.

La Tierra primitiva

Hace unos 4.600 millones de años, cuando se formó nuestro planeta, las condiciones eran muy distintas a las que hoy conocemos. El planeta Tierra era una masa de roca fundida que se encontraba a una temperatura cercana a 1.500 °C. A estas elevadas temperaturas, los materiales que la formaban se encontraban fundidos, es decir, en estado líquido. Los elementos más pesados, como el hierro y el níquel, se sumergieron y llegaron a su centro, y de esta manera dieron origen al **núcleo**. Los elementos más livianos, como el silíce, el magnesio, el aluminio y el oxígeno, se combinaron y formaron lo que hoy conocemos como el **manto** y la **corteza terrestre**. Su **atmósfera** estaba formada por gases que hoy en día no están presentes y que resultarían tóxicos para la mayoría de los seres vivos. Los rayos del Sol producían una intensa radiación ultravioleta que alcanzaba la superficie terrestre, sobre la que además impactaban meteoritos, que dejaron numerosos cráteres. Para completar el panorama, también había **intensa actividad volcánica** debido a que las rocas se encontraban fundidas por la elevada temperatura. Esto último, como veremos a continuación, resultaría clave para la formación de los primeros seres vivos.



Volcán en erupción.

Curiosidades ▶

Se cree que hace 4.330 millones de años, la Luna se pudo haber formado como consecuencia de un choque de la Tierra con un planeta del tamaño de Marte, llamado Tea. Parte de su masa se fundió con la de la Tierra, por lo que aumentaron su tamaño y su gravedad. El resto de los fragmentos salieron despedidos y formaron un anillo de asteroides alrededor de nuestro planeta. Con el tiempo, se agruparon y condensaron hasta formar la Luna.

Actividades

1. Confeccionen una lista de los gases que salían de los volcanes. Averigüen qué gases están presentes en la atmósfera actual y armen otra lista. Comparen ambas composiciones. ¿Qué diferencias encuentran?
2. Copien y completen, en la carpeta, el siguiente cuadro.

	Universo	Tierra
Tiempo aproximado		
Explicación sobre su origen		

Glosario

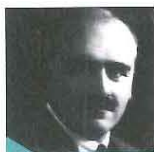
agregado molecular: agrupación de moléculas que funcionan como un conjunto sin llegar a estar unidas.

precursor: entidad que antecede o que significa el primer paso hacia la formación de algo más complejo.



Alexander Oparin (1894-1980)

Bioquímico ruso. Estudió en Moscú, donde posteriormente sería profesor de Fitofisiología y Bioquímica. En 1935, junto con Bakh, fundó y organizó el Instituto Bioquímico de la Academia de Ciencias de la URSS, que dirigió desde 1946 hasta su muerte.



John B. S. Haldane (1892-1964)

Biólogo y genetista evolutivo inglés. Estudió en Eton y la Universidad de Oxford, en la que ingresó para estudiar Matemática y Biología. Se desempeñó como uno de los fundadores de la genética de poblaciones. Fue investigador de Bioquímica en la Universidad de Cambridge y profesor de Genética y Biometría en Londres.

La teoría quimiosintética

El bioquímico ruso Alexander Oparin y el biólogo inglés John Haldane propusieron a comienzos del siglo xx que la vida pudo haber surgido a partir de una evolución química desde moléculas muy simples que se encontraban en nuestro planeta en sus comienzos. A partir de reacciones químicas sencillas, con el paso del tiempo fueron formando moléculas cada vez más complejas, que dieron origen a los primeros agregados moleculares*. Estos agregados, luego de millones de años habrían dado lugar a las primeras protocélulas o células primitivas, muy diferentes en su aspecto y funcionamiento de las que conocemos actualmente.

Origen de las primeras moléculas orgánicas

Como vimos anteriormente, cuando se formó la Tierra había una gran actividad volcánica. Se cree que los volcanes, además de expulsar lava, liberaban moléculas inorgánicas en forma de gas, como vapor de agua, amoníaco, metano, dióxido de carbono, hidrógeno, nitrógeno y sulfuro de hidrógeno. Su acumulación alrededor de la Tierra, por efecto de la fuerza de gravedad, habría originado una **atmósfera primitiva**. Esta atmósfera era muy diferente a la actual y carecía de oxígeno.

Según la teoría quimiosintética, los gases de la atmósfera primitiva habrían comenzado a combinarse entre sí por efecto de la energía proveniente de la radiación ultravioleta (UV), y habrían formado las **primeras moléculas orgánicas** sencillas, que contenían mayor cantidad de átomos que las de los gases inorgánicos. Lentamente, luego de millones de años, la temperatura del planeta comenzó a descender, lo que provocó que el vapor de agua que se encontraba en la atmósfera primitiva se condensara y precipitara. Dicha precipitación de agua líquida sobre la superficie terrestre habría formado los **océanos primitivos**. Las moléculas orgánicas sencillas de la atmósfera habrían sido "arrastradas" por la acción de las lluvias, formando parte de las grandes masas de agua. A partir de estas moléculas orgánicas sencillas se habrían formado moléculas cada vez más complejas, que habrían sido las **primeras biomoléculas**. Así, se habrían originado los primeros monosacáridos, ácidos grasos, aminoácidos y nucleótidos. A su vez, estas biomoléculas pequeñas, o monómeros, se habrían unido formando cadenas, o polímeros, como las proteínas. A esta enorme masa de agua que contenía gran cantidad de moléculas orgánicas sencillas y biomoléculas, Oparin le dio el nombre de **caldo primitivo**. Este caldo primitivo habría sido fundamental para la aparición de agregados moleculares muy simples, llamados **protobiontes** o **coacervados**. Según la teoría, estas estructuras se habrían vuelto más complejas y adquirido nuevas funciones durante un largo tiempo (aproximadamente 1.000 millones de años), lo que dio origen a las primeras células. Por este motivo, los coacervados son considerados los precursores* de las primeras células.

Actividades

1. ¿Cómo se formaron las primeras moléculas orgánicas?
2. ¿Por qué fue fundamental la condensación del agua en la formación de las primeras biomoléculas?

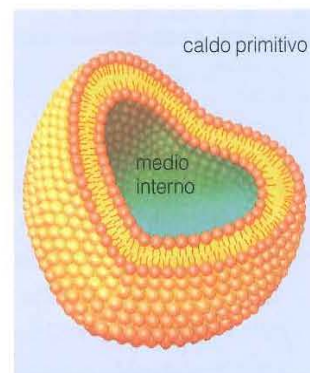
Formación de los protobiontes o coacervados

Para explicar cómo se formaron los coacervados, Oparin propuso que las biomoléculas que se encontraban en el caldo primitivo, como las proteínas y los lípidos, se habrían agrupado formando una capa continua. Esta capa se habría cerrado sobre sí misma originando pequeñas esferas huecas que encerraban agua del caldo primitivo en su interior. Estos agregados moleculares, o coacervados, son considerados por la teoría quimiosintética como el paso de transición entre las biomoléculas y las primeras células. No solo habrían tenido una composición química similar a la de los seres vivos, sino que además habrían presentado algunas de sus características.

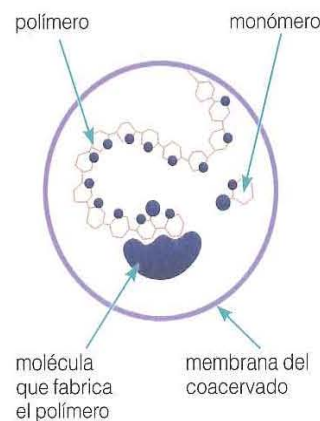
La envoltura o membrana de los coacervados habría delimitado un medio interno, independiente del exterior. Así se habría creado dentro de ellos un espacio donde ocurrían reacciones químicas diferentes de las que tenían lugar en el caldo primitivo. Por ejemplo, algunas de las biomoléculas simples o monómeros se habrían agrupado para formar nuevos polímeros, como los ácidos nucleicos y el almidón. Estos nuevos polímeros habrían contribuido a que su forma fuera cada vez más compleja.

Otra de las reacciones que debe haber ocurrido en el interior de los coacervados es la descomposición de las moléculas complejas en otras más simples para obtener energía. Es decir, habrían presentado un tipo de **metabolismo muy simple**. Dicha característica les habría permitido aumentar de tamaño y, como consecuencia, es probable que se fragmentaran y originaran coacervados más pequeños.

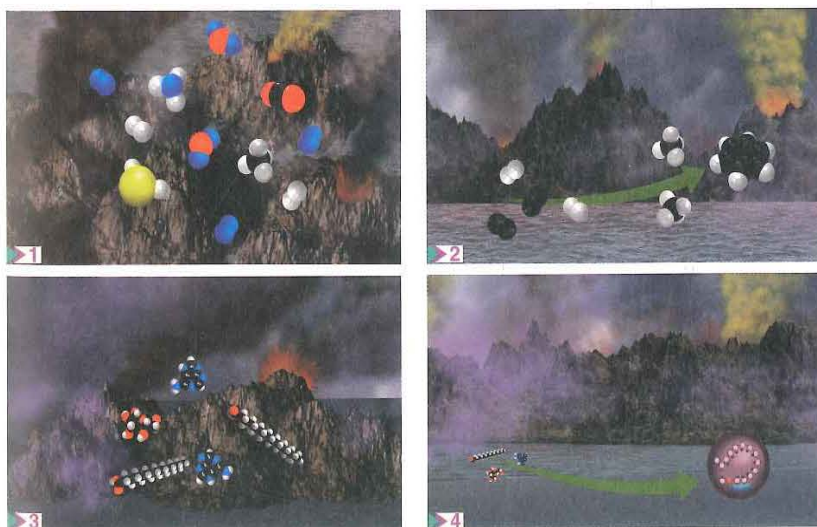
La **membrana de los coacervados** también habría sido fundamental para el intercambio de moléculas con el exterior. Algunas sustancias del caldo primitivo habrían podido atravesarla y así ingresar al interior del coacervado. Otras moléculas habrían podido salir de este hacia el exterior. Sin embargo, este intercambio habría sido desorganizado y mucho menos complejo que el de una célula. Es por eso que los coacervados no habrían podido autorregular su medio interno de manera efectiva.



Esquema que sugiere cómo pudieron haber sido las membranas de los coacervados.



Esquema que muestra el metabolismo interno de los coacervados que les permitió formar los primeros polímeros.



Esquema de los eventos de evolución molecular que dio origen a los coacervados, según la teoría de Oparin y Haldane.

Actividades

1. Los coacervados son considerados los precursores de las primeras células porque presentaban algunas de sus características, mientras que otras habrían estado ausentes en ellos.

a. ¿Qué características de los seres vivos presentaban los coacervados?

b. ¿Qué características de los seres vivos no habrían estado presentes en los coacervados?

Actividades experimentales

Simulación de la formación de coacervados en el laboratorio

Los coacervados, según la teoría quimiosintética, son esferas microscópicas que se formaron a partir de proteínas y lípidos que estaban presentes en el caldo primitivo. Estas estructuras muy simples darían origen a las primeras células luego de millones de años. El objetivo de esta actividad experimental es fabricar coacervados en el laboratorio a partir de materiales de uso cotidiano.

Necesitan:

- ▶ 2 pipetas de 5 ml
- ▶ 3 pipetas Pasteur de plástico de 1 o 2 ml
- ▶ 3 ml de solución de goma arábiga al 6,7%
- ▶ 5 ml de solución de gelatina al 1%
- ▶ 1 tubo de ensayo en una gradilla
- ▶ 1 propipeta
- ▶ unas gotas de solución de ácido clorhídrico (HCl) al 3,6%
- ▶ unas gotas de azul de metileno
- ▶ 3 tiritas de papel pH
- ▶ un microscopio
- ▶ 3 portaobjetos y 3 cubreobjetos

Paso 1. Tomen con la propipeta 5 ml de la solución de gelatina utilizando la pipeta de 5 ml, y transfieranla al tubo de ensayo. Con la otra pipeta de 5 ml, coloquen en el mismo tubo los 3 ml de solución de goma arábiga. Mezclen vigorosamente y midan el pH de la solución.

Paso 2. Tomen una gota del contenido del tubo con una pipeta Pasteur de plástico y colóquenla sobre un portaobjetos. Cubran la gota con el cubreobjetos, de modo que no quede líquido por fuera de sus bordes. Observen el preparado

que hicieron al microscopio. Esquematicen sus observaciones en la tabla de resultados que se presenta en el paso 6.

Paso 3. A la mezcla anterior, agréguele lentamente 4 gotas de la solución de HCl, utilizando una pipeta Pasteur de plástico limpia. Agiten de manera continua hasta que la mezcla se vuelva turbia. Midan el pH.

Paso 4. Elaboren un preparado microscópico temporal siguiendo el mismo procedimiento explicado en el paso 2. Obsérvenlo al microscopio. Esquematicen sus observaciones en la tabla de resultados.

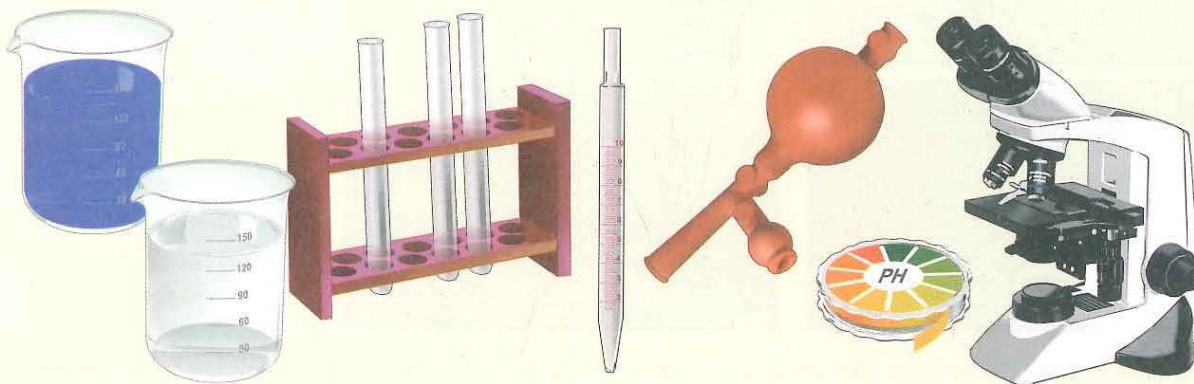
Paso 5. Al tubo anterior, adiciónenle una gota de azul de metileno utilizando una pipeta Pasteur de plástico limpia, agiten vigorosamente y observen al microscopio. Esquematicen sus observaciones en la tabla de resultados.

Paso 6. Completen el siguiente cuadro.

	Solución de goma arábiga y gelatina	HCl	Azul de metileno
Esquematación			
Aumento			
pH			
Forma			
Distribución			

1. Respondan las siguientes preguntas.

- a. ¿Qué son los coacervados?
- b. ¿Qué efecto tiene el pH en la formación de los coacervados?
- c. ¿Ingresó el azul de metileno al coacervado? ¿A qué se debe esto?



Experiencia de Miller y Urey

En 1953, los químicos estadounidenses Stanley Miller y Harold Urey llevaron a cabo la construcción de un modelo en el laboratorio para recrear las condiciones de la Tierra primitiva y poder poner a prueba cómo se habrían formado las primeras moléculas orgánicas que habrían dado origen a las primeras células. Para ello, Miller construyó un dispositivo que constaba de un matraz con agua caliente (el caldo primitivo propuesto por Oparin) que liberaba vapor de agua, el que ingresaba a otro matraz en el que se encontraban los gases que componían la atmósfera primitiva (amoníaco, nitrógeno, metano, hidrógeno, entre otros) y que a su vez estaba conectado a dos electrodos que simulaban la intensa radiación UV que azotaba la Tierra en sus inicios. Dentro del matraz con los electrodos ocurrían combinaciones entre los gases, y el vapor de agua seguía su camino arrastrándolas. A medida que salía del matraz se encontraba con las paredes frías de un condensador, que provocaba que el vapor de agua condensara y pasara al estado líquido. El condensador simulaba el descenso de la temperatura del planeta. El agua, ahora en forma líquida, descendía y era recolectada en un recipiente para ser analizada. Al analizar la mezcla al microscopio, Miller encontró que se habían formado **aminoácidos**, que son las moléculas complejas que componen las membranas de las células actuales.

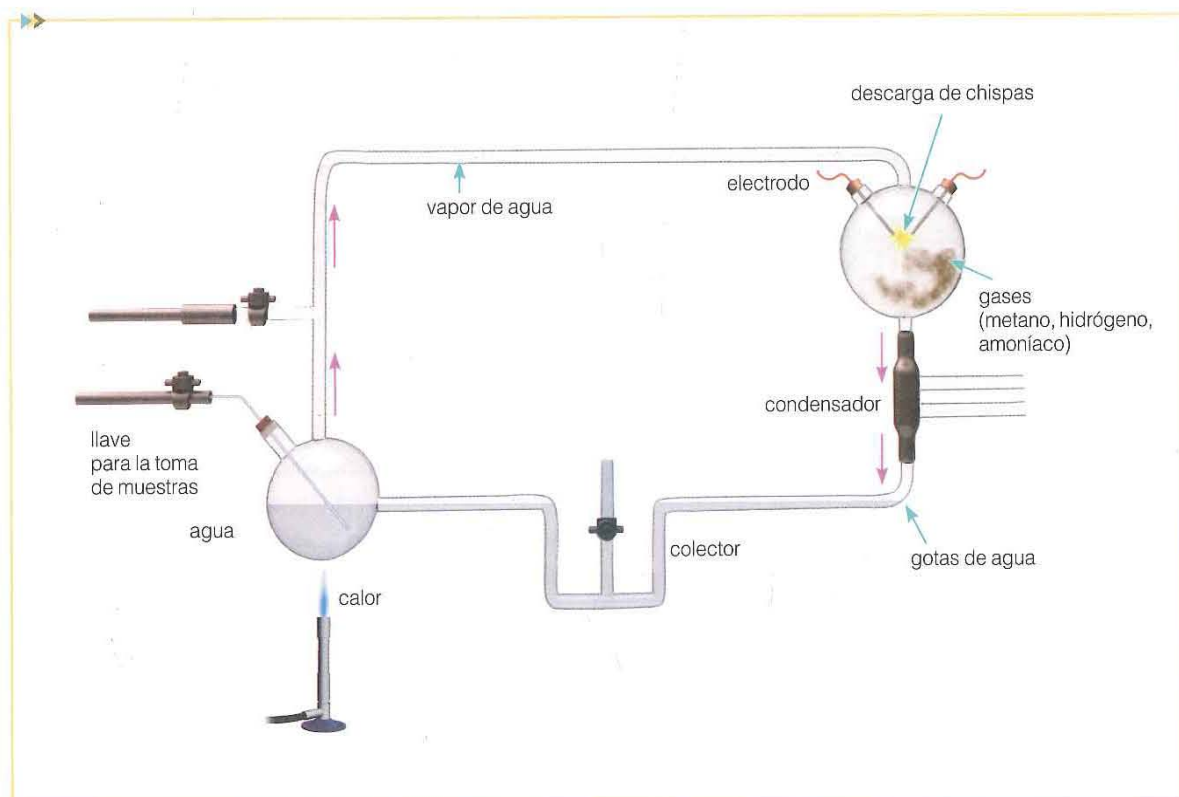
Esta experiencia logró demostrar que es posible la formación de moléculas complejas a partir de moléculas simples gracias a las condiciones que reinaban en la Tierra hace 3.600 millones de años.

Actividades

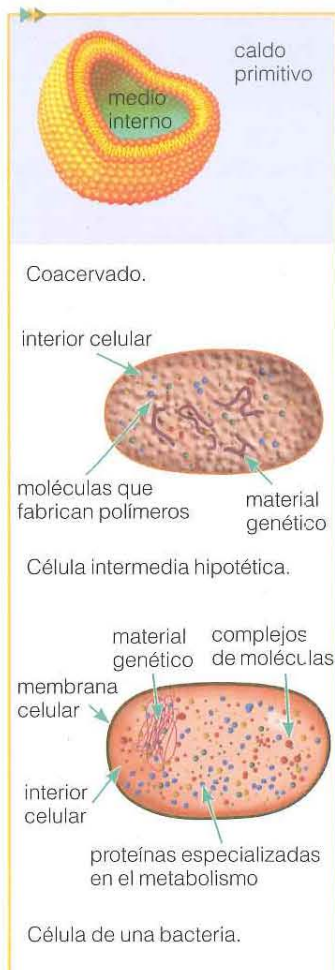
1. Respondan las siguientes preguntas.

a. ¿Qué intentaban poner a prueba en su experiencia Miller y Urey?

b. ¿Qué encontraron en las muestras que recolectaban? ¿Por qué creen que lo que hallaron fue una evidencia para dar apoyo a la teoría quimiosintética?



Modelo experimental que utilizaron Miller y Urey en sus experimentos.



Esquema que sugiere cómo podrían haber evolucionado las primeras células a partir de un coacervado.

Origen de las primeras células

No se sabe a ciencia cierta cómo se formaron las primeras células a partir de los coacervados. Los científicos suponen que este largo proceso llevó aproximadamente 1.000 millones de años. Durante ese tiempo, los coacervados se volvieron cada vez más complejos y fueron adquiriendo nuevas funciones. Las estructuras resultantes de este largo proceso evolutivo y que tuvieron todas las características de los seres vivos, fueron las **primeras células**. Estas células debieron de haber sido muy parecidas a las células más simples que existen en la actualidad: las bacterias.

Todas las células poseen **materia genética**, un tipo de ácido nucleico, el ADN, que cumple dos funciones fundamentales para la vida. Por un lado, guarda la información para controlar las reacciones químicas que ocurren dentro de la célula. Por otra parte, tiene la capacidad de hacer copias de sí mismo para que esta información sea transmitida a sucesivas generaciones. Es decir, el material genético es indispensable para garantizar la reproducción. Por tal motivo, uno de los pasos fundamentales para la aparición de las primeras células fue la formación de este material genético dentro de los coacervados.

Paralelamente, las **membranas** de los coacervados se fueron volviendo cada vez más especializadas hasta que lograron regular el intercambio de sustancias. Las membranas tienen una composición química especial, con moléculas que permiten reconocer señales externas y otras que posibilitaron regular el paso de ciertas sustancias. Esto habría permitido una autorregulación interna, que le habrían garantizado cierta estabilidad. La formación de membranas fue el paso previo a la capacidad de responder ante los estímulos externos o irritabilidad.

Finalmente, dentro del coacervado se habrían originado **proteínas especializadas**, capaces de cumplir funciones específicas dentro de su medio interno y habrían sido las encargadas de llevar a cabo los procesos metabólicos simples. Es decir, con el paso del tiempo habrían adquirido un verdadero metabolismo.

Actividades

1. ¿Qué características tenían los coacervados para suponer que pudieron ser los que dieron origen a las primeras células?

2. ¿Cuál fue el evento fundamental para que los coacervados dieran origen a las primeras células?

3. Completen el siguiente texto.

Las moléculas inorgánicas, entre ellas el, que eran expulsadas por la actividad volcánica, se acumularon alrededor de la Tierra por efecto de la fuerza de la gravedad, y formaron la

Por efecto de la intensa radiación UV, estas moléculas se y dieron lugar a sencillas.

A medida que descendió la temperatura del planeta, el condensó y arrastró las moléculas al

Estas moléculas orgánicas sencillas se dando lugar a, entre ellas, proteínas y lípidos. Las proteínas y los lípidos se agruparon formando una capa continua, que se habría cerrado sobre sí misma. Así se originaron pequeñas esferas huecas que encerraban agua del caldo primitivo en su interior. A estas estructuras, Oparin las llamó

Estos agregados moleculares son considerados por la teoría quimiosintética como el paso de transición entre las biomoléculas y las

No solo habrían tenido una composición química similar a la de los seres vivos, sino que además habrían presentado algunas de sus

Las primeras células presentaban ciertas características, ausentes en los coacervados, entre ellas un verdadero y

Propiedades de la vida

Los seres vivos, desde los más pequeños hasta los de mayor tamaño, poseen características comunes que nos permiten diferenciarlos de la materia inerte.

- ▶ Presentan una composición química particular.
- ▶ Poseen una organización interna.
- ▶ Se relacionan con el medio externo.
- ▶ Son capaces de mantener la estabilidad de su medio interno.
- ▶ Poseen un ciclo vital.
- ▶ El conjunto de seres vivos evoluciona.

Composición química particular

Todos los seres vivos y lo que no está vivo, es decir la materia inerte, como los minerales, los glaciares, las nubes y las montañas, están formados por materia. La **materia** es todo aquello que ocupa un lugar en el espacio y tiene masa. Tanto la materia inerte como los seres vivos están constituidos por los mismos átomos*: carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), fósforo (P), azufre (S), sodio (Na), potasio (K), hierro (Fe), cloro (Cl), magnesio (Mg), calcio (Ca), yodo (I).

Además, tanto en la materia inanimada como en la materia animada, encontramos agua y algunos de los átomos mencionados en forma de iones* inorgánicos: Na^+ , K^+ , Cl^- , Ca^{2+} , etcétera.

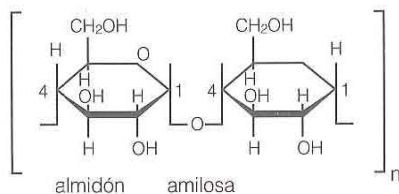
Pero en los seres vivos, los átomos de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre se unen químicamente y forman moléculas orgánicas. Las **moléculas orgánicas** son aquellas que contienen carbono en su composición como átomo principal, y forman enlaces covalentes carbono-carbono y carbono-hidrógeno. Por el contrario, las **moléculas inorgánicas**, como el agua, no tienen carbono como componente principal ni enlaces carbono-hidrógeno, y están formadas por la mayoría de los elementos químicos conocidos.

A su vez, en los seres vivos, las moléculas orgánicas se reúnen formando moléculas más complejas: las **moléculas biológicas** o **biomoléculas**.

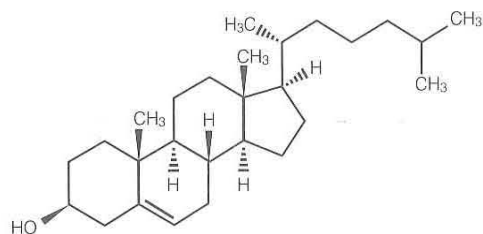
Glosario

átomo: partícula más pequeña en la que puede ser dividido un elemento sin que pierda sus propiedades químicas.

ión: partícula con carga eléctrica adquirida por pérdida o ganancia de uno o más electrones.



Estructura química del almidón (biomolécula).



Estructura química del colesterol (biomolécula).

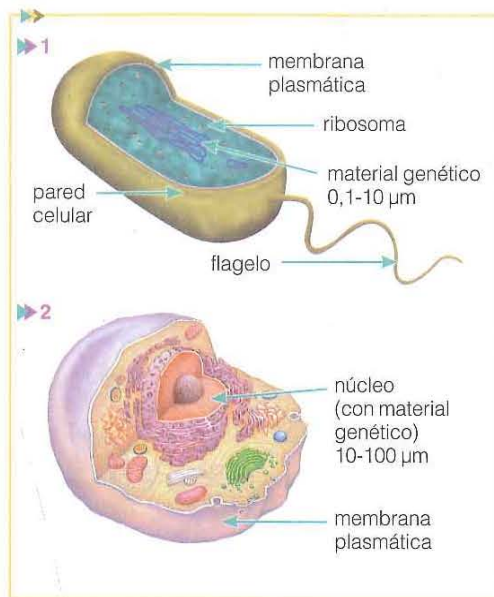
Organización interna

Todos los seres vivos poseen una estructura interna formada por unidades muy pequeñas, invisibles a simple vista: las células. Las **células** están constituidas por los mismos átomos que la materia inerte. Estos forman las biomoléculas presentes en todos los organismos. Cuando las biomoléculas se organizan, pueden originar una célula.

Las células son tridimensionales y presentan gran diversidad de tamaños y formas según el organismo al que pertenezcan, aunque presentan ciertos elementos en común: todas poseen membrana plasmática, citoplasma y material genético.

El tamaño de las células se mide en **micrones** (μm); las de los organismos procariotas son más pequeñas que las células eucariotas. Las células procariotas tienen el material genético suelto en el citoplasma mientras que en las células eucariotas, el material genético está en el núcleo, rodeado de una membrana.

Los seres vivos más simples están formados por una sola célula, es decir, son **unicelulares**. Por su parte, los más complejos están formados por cientos, miles o millones de células organizadas, es decir, son **pluricelulares**.



Las células eucariotas (2) pueden tener hasta 10 veces el tamaño de una célula procariota (1).

Los seres vivos unicelulares

Los seres vivos unicelulares están formados por una única célula individual, encargada de llevar a cabo todas las funciones: nutrición, reproducción, etc. Pueden ser procariotas, como las bacterias, o eucariotas, como las levaduras.

Los seres vivos pluricelulares

Los seres vivos pluricelulares están constituidos por muchas células. Los más sencillos forman **colonias**. Todas las células de una colonia son semejantes y, por lo tanto, están poco especializadas. Entonces, a pesar de vivir agrupadas, rodeadas por una envoltura o no, son capaces de vivir en forma independiente unas de otras.

Los organismos pluricelulares más complejos poseen células especializadas en alguna función, que se agrupan y forman estructuras complejas como tejidos, órganos y sistemas de órganos.

Actividades

1. ¿Qué tienen en común, en cuanto a la composición química, la materia inerte y los seres vivos? Expliquen.
2. ¿Qué semejanzas y diferencias tienen las células de los seres vivos?



La bacteria *Lactobacillus bulgaricus* (procariota) es responsable del proceso de fermentación de la leche para la producción de yogur.



La levadura *Saccharomyces cerevisiae* (eucariota) es un hongo unicelular empleado en la elaboración de pan, pizza, cerveza y vino.



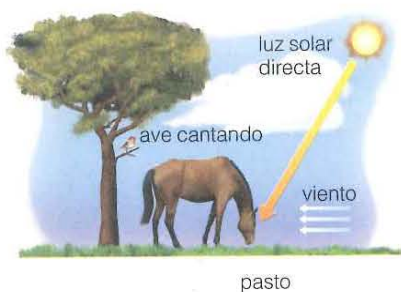
Las esponjas son animales acuáticos pluricelulares que presentan una organización colonial.

Títulos y subtítulos

Para destacar la organización de un texto, pueden subrayar con un color el título que expresa el tema central y, con otro, los subtítulos que anuncian los subtemas o aspectos que se tratan.

Actividades

1. Observen la ilustración y respondan las preguntas.



- ¿Qué está haciendo el caballo? Con esa acción, ¿está respondiendo a un estímulo interno o uno externo?
- ¿Qué estímulos percibe el caballo de su hábitat? ¿Son internos o externos? ¿Con qué sentidos percibe cada uno?
- ¿Qué posibles respuestas podría llevar a cabo para responder ante los estímulos del punto anterior?

Relación con el medio interno y el medio externo

Los seres vivos tienen la capacidad de percibir cambios que se producen en el medio externo, es decir, en el ambiente que habitan, así como aquellos que ocurren dentro de sí mismos, y responder a ellos. Esta característica se denomina **sensibilidad**, y todo cambio que genera una respuesta constituye un **estímulo**. Por lo tanto, los organismos no viven aislados sino que se relacionan con su entorno externo y su medio interno.

Relación con el medio externo

En los vertebrados, los cambios en el medio externo se perciben a través de los sentidos.

- ▶ Con el **sentido de la vista** perciben cambios en la intensidad de luz, colores y formas.
- ▶ Con el **sentido del olfato** perciben distintos aromas y su intensidad.
- ▶ Con el **sentido del gusto** perciben distintos sabores.
- ▶ Con el **sentido del oído** perciben los sonidos y sus cualidades: intensidad, tono y timbre.
- ▶ Con el **sentido del tacto** perciben las características de la superficie de los objetos, la temperatura y el viento.

Por ejemplo, si una persona se encuentra dentro de una habitación sin luz y sale al exterior en un día soleado, entornará o cerrará los ojos hasta acostumbrarse a la luz solar. En este caso, el estímulo es el paso de la oscuridad a la luz, y la respuesta es entornar o cerrar los ojos. Si el mismo individuo prende la radio y la música empieza a sonar muy fuerte, reaccionará bajando el volumen. Aquí, el estímulo es el pasaje del silencio al ruido, y la respuesta es la acción de bajar el volumen de la radio.

Los animales invertebrados, las plantas y las bacterias también son capaces de percibir estímulos y responder ante ellos. Por ejemplo, las lombrices, si bien no tienen ojos, son sensibles a la luz y se alejan de ella. También perciben la humedad y se dirigen en dirección a ella. Los girasoles tienen células sensibles a la luz solar que permiten que las flores se direccionen hacia donde está el Sol. Las bacterias tienen en su membrana elementos que funcionan como si fueran sensores que detectan las sustancias químicas en el medio.

Relación con el medio interno

Los cambios en el medio interno se perciben a través del **sistema nervioso** y, en los organismos más sencillos, por medio de **células nerviosas**. En la respuesta a los cambios internos están involucrados tanto el sistema nervioso como el sistema endocrino. Un organismo es capaz de sentir su propia temperatura corporal, la cantidad de agua y sales en sus fluidos, y la presión sanguínea, entre otros aspectos, y de responder ante un cambio en estos parámetros. Por ejemplo, cuando una persona tiene calor, transpira. En este caso, el estímulo interno es el aumento de la temperatura corporal y la respuesta es transpirar.

Estabilidad del medio interno

La **homeostasis** es la capacidad que tienen los seres vivos de mantener el interior de su organismo en equilibrio, a pesar de las variaciones que se producen en el medio exterior.

Los parámetros corporales que deben estar en equilibrio para que un organismo se mantenga con vida son:

- ▶ la temperatura corporal,
- ▶ el volumen de agua y el pH de sus fluidos, como la sangre, la saliva, la orina y los jugos gástricos,
- ▶ la presión sanguínea,
- ▶ la frecuencia cardíaca,
- ▶ la concentración de glucosa y electrolitos (sodio, potasio) en sangre,
- ▶ la eliminación en forma eficiente de los desechos metabólicos transportados por la sangre.

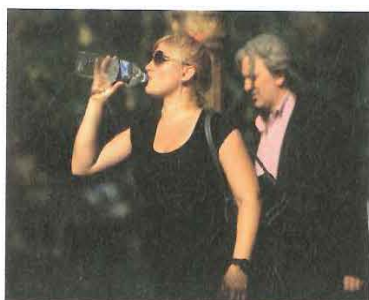
En los vertebrados, el sistema nervioso y el sistema endocrino son los responsables de mantener la homeostasis del organismo y, para ello, trabajan en forma coordinada.

Si tomamos la temperatura corporal de un mamífero, como un cerdo o un caballo, durante un día caluroso, y lo hacemos nuevamente durante un día frío, veremos que su temperatura corporal se mantiene constante, alrededor de los 36,5 °C, a pesar de la variación de la temperatura ambiental. En este caso, el parámetro a mantener en valores estables es la temperatura corporal y el cambio en el medio externo es la variación en la temperatura ambiental.

Si la temperatura corporal aumenta momentáneamente en un día caluroso, esta información llega al cerebro, el cual manda una "orden" a las glándulas sudoríparas de la piel (pertenecientes al sistema endocrino) para que liberen agua y sales en forma de sudor. El sudor enfría la superficie del cuerpo y la temperatura corporal se acerca de nuevo a 36,5 °C.

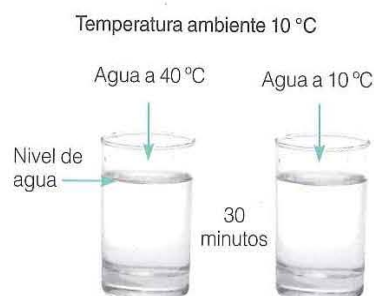
Cuando la temperatura corporal desciende, el cerebro manda la orden a los músculos para que se contraigan, lo que origina escalofríos y hace que tiritemos; ambos mecanismos son generadores de calor.

Los animales más sencillos, que no poseen sistemas de órganos, las plantas y las bacterias también deben mantener su equilibrio interno. Por ejemplo, los paramecios tienen un tipo de vacuola especial, llamada vacuola pulsátil o contráctil, que expulsa el exceso de agua de su interior y así mantienen su cantidad dentro de los límites estables.



Actividades

1. Se coloca agua a 40 °C dentro de un recipiente abierto. La temperatura ambiental es de 10 °C. Luego de media hora se toma la temperatura del agua con un termómetro y se comprueba que bajó a 10 °C.



- a. Si una persona sale a la calle durante un día en el que la temperatura ambiental es 10 °C, ¿su cuerpo se enfriará como el agua del recipiente? ¿Por qué? ¿Qué capacidad posee una persona que no tiene el agua del vaso?
- b. ¿Cómo regula ese individuo su temperatura corporal para mantenerla constante a pesar del frío?

El sudor y los escalofríos son dos mecanismos que tiene el cuerpo humano para mantener estable la temperatura corporal.

Ciclo vital

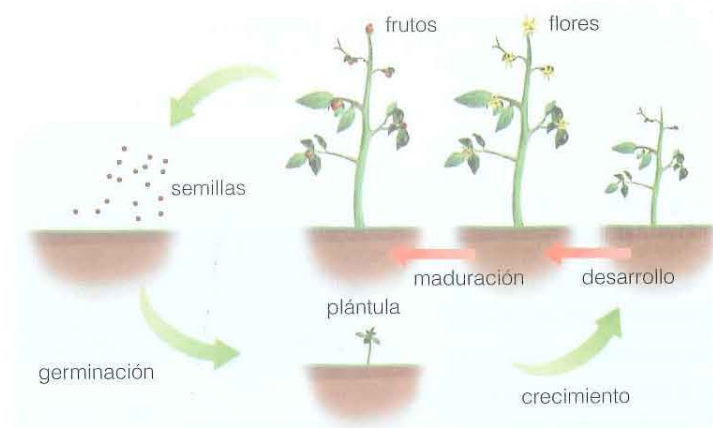


Durante el período de desarrollo, las plantas adquieren nuevos órganos: las flores, que en su interior llevan las estructuras reproductoras. En cambio, en los animales no se originan órganos nuevos, estos solo maduran.

Los seres vivos pasan por diferentes etapas a lo largo de su vida: nacen, crecen, se desarrollan, se reproducen y mueren. Al conjunto de todas estas etapas se lo denomina **ciclo vital**.

Durante la **etapa de crecimiento**, los organismos aumentan su tamaño: las células se hacen más grandes y se dividen en forma activa, incrementando su número. Las plantas crecen a lo largo de toda su vida en forma continua mientras que los animales lo hacen solo durante un período. Una vez finalizado este período, no crecen más.

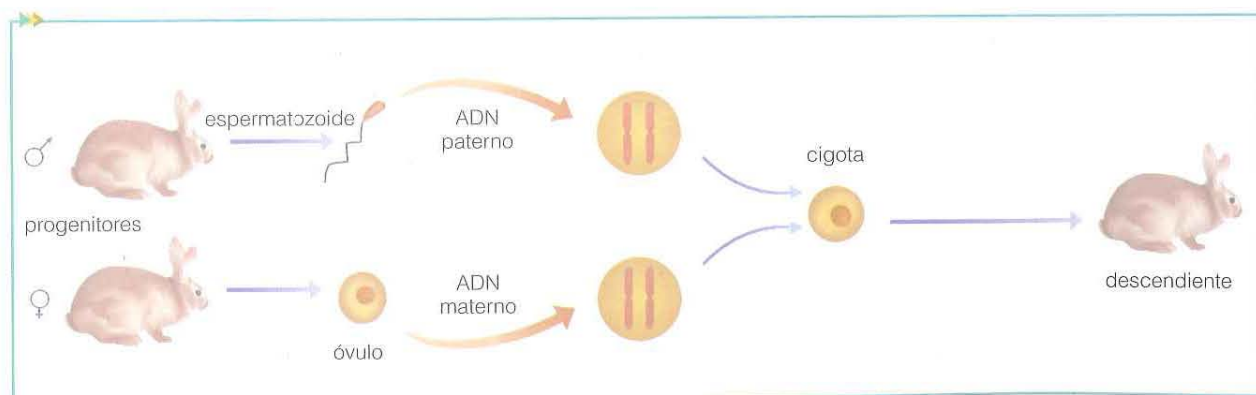
La **etapa de desarrollo** implica la adquisición de nuevas funciones, por ejemplo, la función de reproducción: las plantas desarrollan las flores portadoras de las estructuras reproductivas mientras que en los animales maduran los órganos reproductores.



Ciclo de vida de una planta con flor: luego de la fecundación y la producción de semillas, las paredes del ovario de la flor se transforman en el fruto. El fruto protege en su interior las semillas y, en algunos casos, colabora con su dispersión.

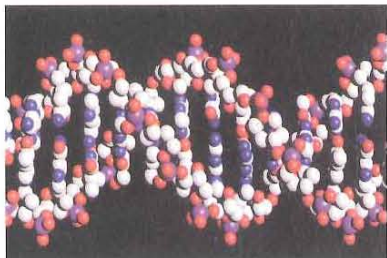
El ciclo de vida de las plantas con flor comienza con la germinación de la semilla, de ella nace una plántula, es decir, una planta pequeña. A medida que la plántula crece, produce más hojas y ramas. Durante su desarrollo aparecen las flores. Cuando la planta completa su maduración, las flores se transforman en frutos con semillas en su interior, que germinarán y darán origen a nuevas plantas.

La **reproducción** es la capacidad que tiene un organismo de dejar descendientes semejantes a él y así asegurar la perpetuidad de su especie. El ADN es la biomolécula responsable de la herencia: porta la información genética de los progenitores, que será heredada por su descendencia.

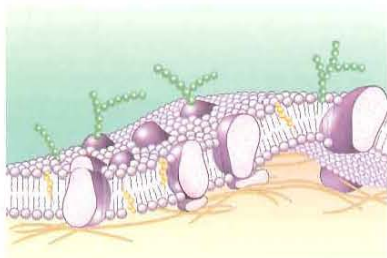


Como consecuencia del proceso de reproducción, el ADN paterno y el materno con la información genética de los progenitores se transmiten a la descendencia.

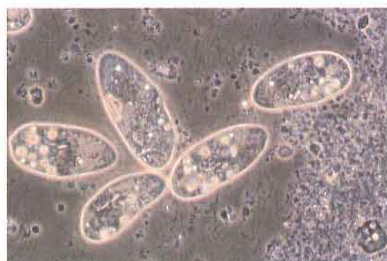
Niveles de organización de la materia y los seres vivos



Molécula de ADN.



La membrana plasmática es:á formada por moléculas de fosfolípidos dispuestos en una doble capa y moléculas de proteínas intercaladas.



Los paramecios son organismos unicelulares.

Los ejemplos

Identificar los ejemplos que proporciona el texto y buscar otros diferentes los ayudará a comprobar si entendieron la explicación.

Toda la materia que compone la Tierra se reúne y organiza formando distintas estructuras, algunas más sencillas y pequeñas, y otras más grandes y complejas. Por ejemplo, los átomos se reúnen y forman moléculas: dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno se combinan químicamente para producir una molécula de agua.

Para facilitar su estudio y comprensión, estas estructuras se dividen en niveles que se van complejizando: cada nivel de organización incluye a los niveles inferiores.

Cada nivel posee características o propiedades específicas propias que no existen en el nivel anterior: las propiedades emergentes.

Las **propiedades emergentes** son propias de cada nivel y surgen de la interacción de sus elementos, no aparecen cuando los elementos individuales actúan solos. Por ejemplo, la célula tiene propiedades diferentes de las de las biomoléculas que la componen, y la más importante es la vida. La célula es la mínima unidad de vida, ninguna de sus macromoléculas componentes (lípidos, proteínas, ácidos nucleicos, hidratos de carbono) posee la propiedad de estar viva.

Niveles de organización de la materia

► **Átomos:** son partículas muy pequeñas que constituyen las moléculas orgánicas e inorgánicas.

► **Moléculas:** son los componentes de todos los tipos de células. Todas las moléculas orgánicas contienen átomos de carbono. La polaridad química, es decir, la separación de cargas eléctricas dentro de una misma molécula, es una propiedad emergente propia de este nivel.

► **Macromoléculas:** son moléculas de gran tamaño, constituidas por moléculas diferentes o semejantes. Las macromoléculas fundamentales de los seres vivos son los lípidos, las proteínas, los ácidos nucleicos y los hidratos de carbono. Un ejemplo de propiedad emergente en este nivel es la capacidad del ADN de transmitir la información genética de una generación a la siguiente. Esta propiedad no la poseen las moléculas constituyentes de este ácido nucleico.

► **Complejos de macromoléculas:** las macromoléculas se asocian formando estructuras complejas, como las membranas celular y nuclear, y las organelas de las células eucariotas. Un ejemplo de propiedad emergente en este nivel lo constituye la permeabilidad selectiva de las membranas celular y nuclear.

Niveles de organización de los seres vivos

► **Célula:** es la unidad estructural y funcional de todos los seres vivos. Los organismos unicelulares están compuestos por una sola célula, mientras que los pluricelulares lo están por miles y hasta millones.

En las células procariotas el material hereditario está en el citoplasma y, en las células eucariotas, el material genético está en el núcleo. La propiedad más importante que emerge de este nivel es la vida.

► **Tejidos:** están formados por células individuales que trabajan de manera coordinada. Los tejidos que constituyen el cuerpo de un animal son cuatro: epitelial, conectivo, nervioso y muscular. La sangre es un ejemplo de tejido conectivo que contiene células y transporta gases, nutrientes y sustancias de desecho. Un ejemplo de propiedad emergente en este nivel lo constituye la contractilidad* del tejido muscular.

► **Órganos:** los órganos están formados por tejidos de distintos tipos que trabajan de manera coordinada. La piel es el órgano más extenso del cuerpo de un animal vertebrado. Las hojas, los tallos, las raíces y las flores son los órganos que constituyen el cuerpo de las plantas. Un ejemplo de propiedad emergente en este nivel lo constituye la función de bomba del corazón de los vertebrados, lo que permite la llegada de la sangre a todo el cuerpo. Esta función no puede ser llevada a cabo en forma individual por los tejidos muscular, nervioso y conectivo que componen este órgano.

► **Sistema de órganos:** formado por un conjunto de órganos que trabajan de manera coordinada, integrada y controlada. En la mayoría de los animales, las funciones de integración y control la realizan el sistema nervioso y el endocrino. Un ejemplo de propiedad emergente en este nivel lo constituye la función del sistema digestivo de procesamiento y transformación de los alimentos en sustancias más sencillas. Esta función no puede ser llevada a cabo en forma completa solo por el estómago, el intestino o la boca.

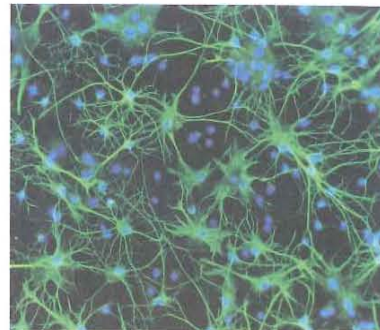
► **Individuo:** existen individuos unicelulares y pluricelulares. Por ejemplo, las bacterias son individuos unicelulares. Los individuos pluricelulares pueden alcanzar el nivel de organización de tejidos, órganos o sistemas de órganos.

Niveles de organización superiores

Existen otros niveles de organización superiores, objeto de estudio de la Ecología: población, comunidad, ecosistema y ecósfera. Los ecólogos analizan las interacciones entre los individuos de **poblaciones** y **comunidades**, así como las interacciones entre comunidades y el ambiente incluidas en el nivel **ecosistema**. El conjunto de ecosistemas y sus interacciones se denomina **ecósfera**.

Actividades

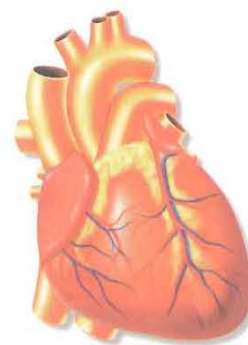
1. ¿Cuál es la propiedad emergente más importante propia del nivel célula? ¿Qué límite determina esta propiedad entre los niveles inferiores y superiores de organización?
2. ¿Qué nivel de organización alcanzan los seres humanos?
3. ¿Qué sistemas de órganos poseen los seres humanos y cuál es la función de cada uno?
4. Busquen y escriban ejemplos de organismos pluricelulares que alcancen el nivel tejidos y órganos, pero que no alcancen el nivel sistema de órganos. Propongan una propiedad emergente propia de cada organismo de cada nivel investigado en este punto.



Tejido nervioso.

Glosario

contractilidad: capacidad de contraerse.



Corazón.



Las plantas vasculares son individuos pluricelulares que alcanzan el nivel de órganos.

La diversidad biológica



Los pájaros, insectos y musgos son parte de la diversidad biológica visible que alberga un árbol urbano.

Si observamos los árboles de la cuadra en la que vivimos, podremos reconocer una gran cantidad de seres vivos que habitan en ellos. Seguramente primero distingamos a las aves ubicadas en las zonas más altas, y algunas plantas que crecen adheridas, como enredaderas o claveles del aire. Si miramos con más detalle, encontraremos insectos, como las hormigas, o arañas, y tal vez algunos musgos o algas sobre la corteza. Y si tomáramos una muestra de las hojas, de la misma corteza o del agua que se pueda acumular sobre el árbol, veríamos (usando un microscopio) que también hay una gran variedad de microorganismos, como bacterias. Pero también hay otros seres vivos que habitan nuestra cuadra: el pasto y otras plantas que crecen en los canchales, los perros y gatos, junto con sus pulgas, nosotros y nuestros propios vecinos. Este conjunto de organismos constituye la diversidad biológica de nuestra cuadra, y es solo una muy pequeña porción de la enorme cantidad de seres vivos que alberga nuestro planeta. En sentido amplio, se llama **diversidad biológica** o **biodiversidad** a toda la variedad de formas de vida que se desarrolla en la Tierra e involucra a todas las especies de plantas, animales, hongos y microorganismos.

Las unidades que componen la biodiversidad son las especies. Existen diferentes especies de aves, de mosquitos, de árboles, de bacterias, de hongos y de todos los demás seres vivos. Las **especies** son grupos de poblaciones naturales con características muy similares que se entrecruzan, o potencialmente lo pueden hacer, y que dejan como descendencia organismos fértiles.

Un aspecto sorprendente de la biodiversidad es que puede encontrarse prácticamente en cualquier tipo de ambiente, desde los desiertos hasta el fondo de los océanos, incluidas zonas con condiciones tan extremas como los cráteres volcánicos. Todos los organismos tienen características especiales denominadas **adaptaciones** que les permiten sobrevivir y reproducirse en los ambientes en los que habitan.

¿Por qué los organismos poseen estas adaptaciones? ¿Cómo es posible que la increíble cantidad y diversidad de formas de vida de la Tierra comparta ciertas características? Para responder estas preguntas, no debemos imaginarnos a la biodiversidad como la foto de todo lo que vemos hoy en día, sino como una película. Esta película comenzó con las primeras células, hace casi 4 mil millones de años. Tuvo luego como protagonistas a especies que actualmente están extintas, como los dinosaurios, y siguió hasta la actualidad, con la biodiversidad como la conocemos hoy en día, y continuará... Hoy sabemos que la biodiversidad no es estática, sino que cambia a lo largo del tiempo, y que para comprenderla realmente no podemos ignorar su aspecto temporal.

Curiosidades ▶

Methylophilum fumariolicum es una bacteria que se encontró en un pozo de barro en un cráter volcánico de Italia, en el año 2007. Este microorganismo vive perfectamente a temperaturas de 50 a 60 °C, tolera condiciones tan ácidas como las que provoca el ácido sulfúrico concentrado y utiliza el gas metano como nutriente.

Actividades

1. Respondan las siguientes preguntas.

- ¿Qué es la biodiversidad? Mencionen diez organismos que sean parte de la biodiversidad que puede encontrarse en las orillas de un lago.
- ¿Cuál es la relación entre biodiversidad y especie?
- ¿Qué evidencias conocen que nos permiten saber que la biodiversidad no es estática, sino que fue cambiando a lo largo de la historia de la vida en la Tierra?



La biodiversidad es un recurso de importancia ecológica y evolutiva que debemos conservar.

Glosario

calentamiento global: aumento gradual de la temperatura del planeta como consecuencia del efecto invernadero.

desarrollo sostenible: desarrollo económico inspirado por el espíritu del cuidado ambiental.

humedal: ecosistema en territorios inundados o fangosos.

recurso: elemento que necesitamos los seres vivos para poder vivir.

Actividades

1. Respondan las siguientes preguntas.

- ¿Cuál es la importancia económica de la biodiversidad?
- ¿Cuál es la importancia ecológica de la biodiversidad?
- ¿Por qué hay una reducción actual de la biodiversidad?

Conservación de la biodiversidad

Los ecosistemas, y la **biodiversidad** que albergan, son el soporte de la vida en la Tierra. Dependemos de ellos, desde el aire que respiramos, la comida que comemos y el agua que bebemos. Los humedales* filtran los contaminantes del agua, las plantas y árboles reducen el calentamiento global* absorbiendo el carbono del aire, y los microorganismos descomponen la materia orgánica y fertilizan el suelo, para proveer los alimentos. La biodiversidad "ayuda" a polinizar las flores y cultivos, y también provee medicinas para nuestro bienestar. Se utilizan hasta 20 mil especies distintas para producir todo tipo de medicamentos, incluidos productos contra determinados tipos de cáncer.

La biodiversidad también determina las interacciones entre los seres vivos, las cuales son extremadamente complejas. El ecosistema no puede ser considerado como la sumatoria de las especies presentes, sino como el resultado de las **interacciones** entre ellas, y de estas con el ambiente. Ningún organismo vivo es una entidad independiente, por lo tanto es difícil de prever y evaluar la consecuencia y el costo de la desaparición de una especie. Por lo tanto, la conservación de la biodiversidad sería un elemento esencial para el **desarrollo sostenible***.

¿Por qué la biodiversidad se está reduciendo?

Actualmente, se calcula que la biodiversidad está sufriendo una veloz reducción, como consecuencia de una elevada tasa de **extinción de especies**. Esta situación estaría relacionada con el accionar del ser humano, y se la atribuye a la contaminación del aire, el agua y el suelo, y a la conversión de hábitats naturales en tierras de agricultura, la ganadería intensiva y la urbanización. Asimismo, las decisiones que toma el ser humano con respecto al uso de los recursos naturales parecen basarse en consideraciones económicas, políticas, sociales y culturales, pero principalmente determinadas por el mercado.

La diferencia entre los **recursos* naturales** y otros recursos económicos es que los naturales no pueden ser renovados inmediatamente, y en algunos casos no pueden ser renovados jamás. Por lo tanto, la cosecha de estos recursos debería ser un balance consciente entre el beneficio presente y los costos futuros. Los **espacios protegidos** son un aspecto clave de los programas de conservación, en especial para los hábitats vulnerables. La **educación** y las campañas de divulgación contribuyen a acercar la información y las conclusiones científicas a la sociedad en su conjunto. Como consecuencia, una ciudadanía bien informada aprecia mejor la conservación de la biodiversidad, lo cual facilita la puesta en marcha de medidas de conservación.

Para conocer más

Curtis, H., Barnes, S., Schnek, A. y A. Massarini, *Curtis Biología*, Madrid, Editorial Médica Panamericana, 2008.
Lanteri, A. y M. Cigliano, *Sistemática Biológica: fundamentos teóricos y ejercitaciones*, Buenos Aires,

Editorial de la Universidad de la Plata, 2005.

Madigan, M., Martinko, J. y J. Parker, *Brock. Biología de los Microorganismos*, Madrid, Prentice Hall Iberia, 1999.

Las clasificaciones



En la vida cotidiana clasificamos la ropa según su utilidad, por ejemplo, las medias suelen colocarse dentro de un mismo cajón.

Ana se levanta de la cama y busca en el segundo cajón de su ropero un par de medias de color blanco. Ni a Ana ni a ninguno de ustedes se les habría ocurrido ir a buscar las medias a la alacena de la cocina, ni dentro de la bañera, así como tampoco se les habría ocurrido buscar una cucharita en el segundo cajón del ropero. Ordenar y clasificar son dos procedimientos tan cotidianos que ni siquiera tomamos conciencia de ellos. ¿Cuál es la ventaja de colocar las medias en un cajón del ropero y los cubiertos en uno de la cocina? Esto nos permite recuperar los objetos clasificados rápidamente, sin perder demasiado tiempo en buscarlos.

Las clasificaciones son agrupamientos de objetos según un **criterio**. Ana clasificó sus medias en el cajón del ropero y las cucharitas en el cajón de la cocina utilizando como criterio la función que cumplen estos objetos. Existen distintos criterios para clasificar, y según cuál se elija, se obtendrán diferentes agrupamientos.

Algunos criterios son mejores que otros a la hora de clasificar. No sería muy útil para Ana clasificar los elementos de cocina y a su ropa según el color. Ubicar las espátulas, medias y remeras blancas en un mismo cajón dificultará encontrarlos rápidamente. Establecer una buena clasificación implica elegir un buen criterio para separar los objetos.

Para analizar algunos aspectos importantes de las clasificaciones, les proponemos una experiencia en la que clasificarán figuras geométricas de diferentes colores y tamaños.

Actividades experimentales

Clasificación de figuras geométricas

El objetivo es analizar algunas de las características de los sistemas de clasificación.

Necesitan:

- ▶ una cartulina azul
- ▶ una cartulina roja
- ▶ tijera
- ▶ lápiz
- ▶ regla

Paso 1. Dibujen y recorten en la cartulina azul dos cuadrados grandes (de 5 cm de lado aproximadamente), dos cuadrados chicos (de 2 cm de lado aproximadamente), dos triángulos grandes (de 5 cm de lado aproximadamente) y dos triángulos chicos (de 2 cm de lado aproximadamente). Repitan el mismo procedimiento utilizando la cartulina roja.

Paso 2. Clasifiquen las figuras en dos grupos. Luego, comparen con otros grupos. ¿Utilizaron todos el mismo criterio para clasificar?

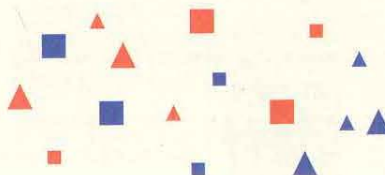
Paso 3. Dentro de cada uno de los dos grupos

de figuras que formaron, vuelvan a clasificarlas (usando el mismo criterio en ambos casos).

Paso 4. Dibujen y recorten un círculo grande (de 5 cm de diámetro aproximadamente) en la cartulina roja. ¿Pueden ubicarlo en alguno de los grupos que formaron? ¿Qué tendrían que hacer para poder ubicar esta nueva figura en algún grupo?

Paso 5. Copien y completen en su carpeta el párrafo.

En esta experiencia clasificamos
 En primer lugar, lo hicimos según su y luego según su
 Cuando quisimos clasificar un objeto con nuevas características



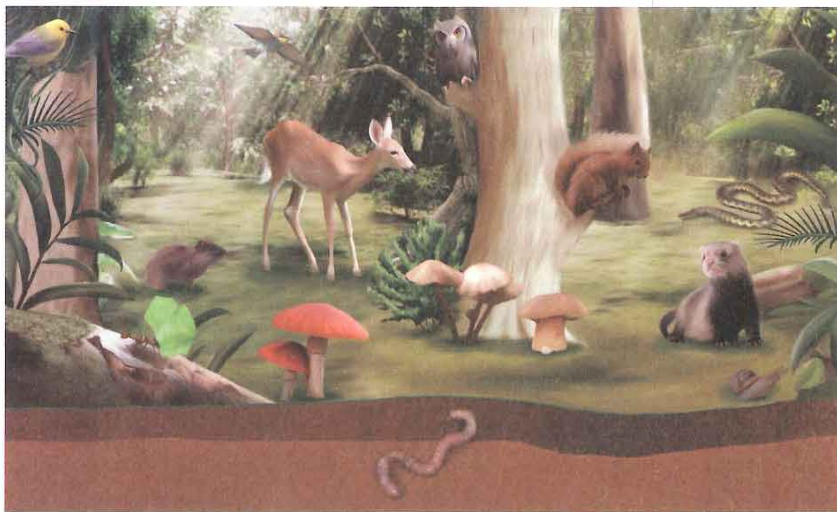
Figuras geométricas que se pueden clasificar según diferentes criterios.

Un buen sistema de clasificación debería facilitar la recuperación de la información o de los objetos clasificados. En el caso de las medias de Ana, si su ropa fue bien clasificada, le será sumamente sencillo recuperar un par de medias o una remera. Una buena clasificación también debería permitir incorporar nueva información u objetos. Por ejemplo, si a Ana le regalan unas polainas* probablemente las ubique en el mismo cajón de las medias, aunque no haya tenido nunca antes esta prenda de vestir. Si el sistema de clasificación no es muy bueno, quizás haya que modificarlo cuando aparezcan objetos nuevos que no se puedan ubicar en ningún grupo. Es probable que esto les haya sucedido cuando quisieron clasificar el círculo rojo en la experiencia de las figuras geométricas.

Cuando los elementos a clasificar son muchos, suelen establecerse subdivisiones dentro de los grupos. Por ejemplo, en una cocina cada tipo de elemento se ubicará en un lugar distinto: las tazas en algún estante, los platos en otro y los cubiertos en un cajón. A su vez, dentro del cajón de los cubiertos, los cuchillos estarán separados de los tenedores, de las cucharas y de las cucharitas. Por su parte, probablemente separemos los platos en hondos y platos. Este tipo de clasificación, en la que se diferencian subgrupos dentro de los grupos, se llama **jerárquica**. Ustedes también hicieron una clasificación jerárquica en la experiencia de las figuras geométricas, ya que dividieron en subgrupos los grupos que habían establecido.

El desafío de clasificar la biodiversidad

Los seres vivos no son solo diversos, sino también muy abundantes. Hasta la fecha se han descrito aproximadamente 1,8 millones de especies distintas, tanto de microorganismos como de animales, plantas y hongos. Los científicos estiman que aún falta descubrir y describir a la mayor parte de la biodiversidad. Según el método que utilicen para calcularlo, se predice que la cantidad total de especies que habita el planeta Tierra podría ser entre 3 y 100 millones. ¿Se imaginan lo difícil que es tener un buen sistema para clasificar esta enorme cantidad de seres vivos?



La biodiversidad presente en un ecosistema aeroterrestre puede clasificarse según distintos criterios.



Las polainas* son prendas de vestir que podrían clasificarse junto a las medias, según su función.

Glosario

polainas: prenda de vestir que protege la pierna desde la rodilla hasta el tobillo o desde el tobillo hasta el empeine del pie.

Actividades

1. ¿Por qué es importante elegir un buen criterio para clasificar?
2. ¿Qué características debería tener un buen sistema de clasificación?
3. Observen el esquema del ecosistema aeroterrestre.
 - a. Nombren diez organismos que formen parte de la biodiversidad que lo compone.
 - b. Clasifiquen a los organismos que mencionaron. ¿Qué criterio utilizaron para hacerlo?
 - c. Clasifiquen a los mismos organismos eligiendo otro criterio.
 - d. ¿Qué criterios piensan que se utilizan para clasificar a los seres vivos?



Las arañas son animales que tienen un exoesqueleto y patas articuladas, como los insectos. A diferencia de estos últimos, presentan el cuerpo dividido en dos grandes regiones y cuatro pares de patas locomotoras.



Carlos Linneo (1707-1778)

Es el padre de la taxonomía. Fue quien propuso el actual sistema de clasificación de la biodiversidad, y además estableció las primeras reglas para dar un nombre científico a los seres vivos.

La clasificación de los seres vivos

Clasificar a los seres vivos es una tarea que ha preocupado a los naturalistas desde épocas remotas, ya que es un paso previo necesario para poder compararlos y estudiarlos. De hecho, las teorías acerca del origen de los seres vivos, como la selección natural de Darwin, fueron planteadas una vez que el científico y naturalista sueco Carlos Linneo propuso una primera clasificación para la biodiversidad. Cuando reconocen un grillo, una araña o una rosa, están asumiendo una clasificación sin tal vez notarlo. Para que ustedes puedan llamar “araña” a ese pequeño animal tan familiar, alguien definió previamente qué características debe tener un ser vivo para ser incluido dentro del grupo de las arañas.

Un buen sistema de clasificación de la biodiversidad debe poder dar un nombre a cada tipo de ser vivo distinto y, al mismo tiempo, permitir agruparlos de una manera **eficiente**. Como sabrán, existen distintos tipos de arañas, de diferentes tamaños y colores, algunas venenosas para el ser humano y otras no. Cada una de ellas tiene un nombre distinto, para poder identificarlas y no confundirlas. A su vez, todas tienen ciertos rasgos en común, y por eso se agrupan dentro de un conjunto al que llamamos coloquialmente “arañas”.

Otro requisito para un buen sistema de clasificación de la biodiversidad es que sea lo suficientemente **flexible** como para poder crear nuevos grupos cuando se descubran organismos con características nuevas. Actualmente hay grandes avances tecnológicos que permiten reconocer nuevos seres vivos todos los días. Estos nuevos organismos deben recibir un nombre adecuado y, además, deben ser incluidos dentro de otros grupos de seres vivos conocidos, con los que compartan características.

La taxonomía

La disciplina biológica que se dedica a la clasificación de los seres vivos se llama **taxonomía**. Su función no se limita a identificar a los organismos, darles nombre y agruparlos, sino que además se encarga de establecer los principios teóricos para hacerlo. Como podrán imaginarse, esta tarea es tan complicada que los científicos que se especializan en esta área encuentran constantemente formas de mejorarla. La taxonomía no es un área estática del conocimiento, sino que se actualiza todo el tiempo. Por eso es importante recordar que las clasificaciones biológicas son **hipótesis**. ¿Qué significa esto? Que las clasificaciones son propuestas por científicos y que tienen una validez temporal, ya que nuevos descubrimientos pueden modificarlas.

Actividades

1. Imaginen que están visitando el jardín de la abuela de un amigo y ella les muestra que una de sus plantas, a la que llama “rosa”, acaba de dar unas flores muy bonitas.
 - a. ¿Por qué cuando la abuela llama a esta planta “rosa”, la está clasificando aunque no lo note?
 - b. ¿Qué sucedería si un investigador en el futuro descubriera que dentro de las plantas a las que llamamos “rosa”, existen dos variedades distintas, que no pueden dejar descendencia entre ellas?
 - c. ¿Por qué les parece entonces que llamar “rosa” a cierto grupo de plantas es una hipótesis?

La nomenclatura binomial

Para dar un nombre científico a las especies se sigue una serie de reglas propuestas por Linneo, que se llama **nomenclatura binomial**. Según este sistema, el nombre de las especies se compone por dos términos, es decir, es un binomio, y se escribe en latín. Por ejemplo, el nombre científico de la especie humana es *Homo sapiens*. El primer término siempre comienza con mayúscula e indica el género al cual pertenece la especie. El segundo siempre se inicia con letra minúscula. Ambos se escriben en itálica para señalar que pertenecen a una lengua extranjera.

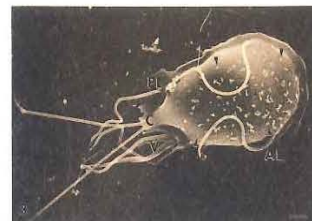
Identificar a cada especie con un nombre único y estandarizado es útil para evitar confusiones. Imagínense que cocineros de países distintos quieren comparar sus recetas de mermelada de damasco. Esto no sería sencillo si utilizaran el nombre común de esta fruta que se llama, por ejemplo, albaricoque en España o chabacano en México. Pero no tendrían problemas si todos se refirieran a *Prunus armeniaca*, el nombre científico del damasco.

El sistema de clasificación linneano

El número de seres vivos es tan grande que para clasificarlos, Linneo eligió un sistema jerárquico, que incluye una serie de niveles subordinados. Estos niveles reciben el nombre de **categorías taxonómicas**. La categoría taxonómica de menor rango es la de las **especies***. Los organismos con características muy similares pertenecen a una misma especie, como todos los perros, que se asignan a la especie *Canis familiaris*. El nivel de siguiente jerarquía se llama **género**. Un género agrupa a varias especies que son parecidas entre sí. Por ejemplo, en el género *Canis* se incluyen las especies *Canis familiaris* (perro), *Canis mesomelas* (chacal común), *Canis latrans* (coyote) y *Canis rufus* (lobo rojo), entre otras. El nombre de los géneros también se escribe en latín y por eso también usamos letra itálica, como para las especies.

Las categorías taxonómicas de mayor rango que el género se inician también con letra mayúscula, pero no se escriben en latín. La **familia** es la categoría que sigue al género, es decir, una familia agrupa a varios géneros que sean parecidos. Así, la familia Canidae incluye a los géneros *Canis* (perros, chacales, coyotes y lobos), *Lycalopex* (zorros colorado, patagónico, pampeano y del desierto peruano), *Urocyon* (zorros grises) y *Vulpes* (zorros indio, afgano, mongol y tibetano), entre otros. Del mismo modo, varias familias forman un **orden**, varios órdenes se agrupan en una **clase** y las clases con características similares se incluyen dentro de una misma **división** (en el caso de las plantas) o **phylum** (para los animales). Finalmente, las divisiones o phyla se agrupan en **reinos**. De este modo, el reino es la categoría taxonómica de mayor jerarquía dentro del sistema linneano de clasificación.

Los grupos de organismos de cualquier categoría taxonómica se llaman **taxones**. Por ejemplo, *Canis* y *Homo sapiens* son distintos taxones.



Giardia lamblia es un parásito intestinal microscópico. Si un doctor quisiera comunicar a otra persona que su paciente está infectado con este organismo, debería indicar su nombre científico para evitar confusiones.

Glosario

especie: grupos de poblaciones naturales con características semejantes que al cruzarse dejan descendencia fértil.

Los perros pertenecen a la especie *Canis familiaris*, que se ubica dentro del género *Canis*, el cual a su vez pertenece a la familia Canidae.



Actividades finales

1. Completen la tabla para clasificar los siguientes organismos.

Organismo	Dominio	Reino	Phylum/División
Elefante			
Bacteria del yogur		_____	_____
Ceibo (árbol nacional que produce flores)			
Pulpo			
Alga roja		_____	_____
Levadura			_____
Mosca			
Ameba		_____	_____
Esponja marina			
Pino			
Estrella de mar			
Procariota que vive a 80 °C		_____	_____
Musgo			
Medusa			
Hongo de sombrero			_____
Araña			

2. Construyan un árbol filogenético en el que se muestren las relaciones de parentesco entre los siguientes organismos que clasificaron en la tabla anterior.

araña ▶ musgo ▶ estrella de mar ▶ mosca
hongo de sombrero ▶ elefante ▶ pino

3. Corrijan los errores ortográficos del siguiente texto.

“El ser humano pertenece a la especie *Homo sapiens*. Nuestra especie se agrupa dentro del género *Homo*, en el que también se incluyen otras especies extintas como *homo erectus* y *Homo Habilis*. A su vez, pueden agruparse con otros organismos también extintos en la familia *Hominidae*”.

4. Indiquen si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F). Reescriban las afirmaciones falsas para que resulten verdaderas.

- a. El criterio que se utiliza actualmente para clasificar la biodiversidad toma en cuenta las características que presentan los cuerpos de los organismos.
- b. Los científicos proponen que la biodiversidad debe clasificarse en cinco reinos.

c. En la actualidad, los invertebrados son uno de los grandes grupos que se toman en cuenta para realizar la clasificación de la biodiversidad.

d. Los grandes grupos en que se clasifica la biodiversidad pueden reconocerse mediante las adquisiciones evolutivas que heredaron de su ancestro común.

e. La mayor cantidad de organismos que habita el planeta es multicelular.

5. Durante el siglo xx se ha observado una pérdida cada vez más acelerada de la biodiversidad. Las estimaciones sobre las proporciones de extinción son variadas: entre muy pocas y hasta 200 especies por día. Pero todos los científicos reconocen que la proporción de pérdida de especies es mayor que en cualquier otra época de la historia humana. Entre las plantas y los animales, se estima que se encuentran amenazadas aproximadamente un 12,5% de las especies conocidas para cada grupo. Teniendo en cuenta el árbol general de los seres vivos, ¿consideran a las plantas y animales como los grupos de mayor riesgo? En caso negativo, ¿qué tipo de organismos consideran que corren mayor riesgo de extinción? Justifiquen.

Evolución de las formas de nutrición de los primeros seres vivos

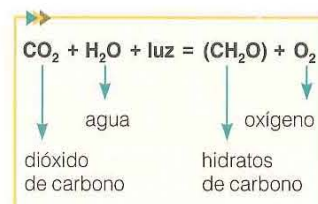
Para que las células pudieran cumplir todas sus funciones, necesitaban energía. Se sabe actualmente que las moléculas orgánicas poseen energía acumulada en las uniones entre los átomos de carbono. Cuando se rompen las uniones entre los átomos de las moléculas, la energía se libera y queda disponible. Se cree que los primeros seres vivos, las bacterias, adquirían energía rompiendo moléculas orgánicas que incorporaban del medio externo. Entonces, las primeras células se habrían alimentado de moléculas orgánicas que estaban presentes en el caldo primitivo, por eso eran **heterótrofos**. Estas primeras células vivían en una atmósfera primitiva sin oxígeno, es decir, no requerían de este gas para poder respirar, eran **anaeróbicas**. El oxígeno es necesario para la mayoría de los seres vivos actuales, ya que lo utilizan en el interior de sus células para extraer la energía del alimento. Estos organismos que requieren oxígeno para respirar se llaman **aeróbicos**.

Durante muchísimo tiempo, estas bacterias que se alimentaban de moléculas orgánicas presentes en el caldo primitivo, eran los únicos habitantes en nuestro planeta. Con el paso del tiempo, estos organismos sufrieron cambios en la manera en que guardaban la información en su molécula de ADN. Gracias a estos cambios surgieron otras formas de alimentarse. Algunos de ellos lograron fabricar su propia materia orgánica a partir de la energía que obtenían de degradar compuestos inorgánicos. Estos organismos recibieron el nombre de **autótrofos quimiosintéticos**.

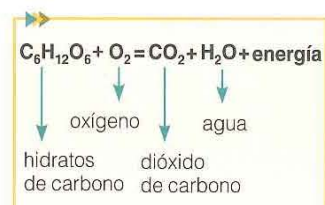
Con el paso del tiempo, durante los 3.500 millones de años que transcurrieron desde que apareció la vida, siguieron ocurriendo cambios en las moléculas de ADN, y algunos organismos adquirieron la capacidad de utilizar la luz del sol como fuente de energía para combinar moléculas inorgánicas y formar moléculas orgánicas que serían su fuente de alimento. Es así como surgieron los primeros organismos **autótrofos fotosintéticos**. Por medio de la fotosíntesis, estos organismos no solo utilizaban los minerales disponibles del medio, sino que también adquirieron la capacidad de utilizar el dióxido de carbono del aire como fuente de carbono para formar las moléculas orgánicas. Como consecuencia de este proceso, estos organismos liberaban oxígeno a la atmósfera. Como estos organismos empleaban dióxido de carbono para formar sus moléculas orgánicas, y liberaban oxígeno, la cantidad de dióxido de carbono en el aire comenzó a descender y la cantidad de oxígeno comenzó a aumentar. Luego de millones de años, la atmósfera se volvió rica en oxígeno y los organismos que utilizaban moléculas orgánicas para alimentarse empezaron a hacerlo en presencia de este gas, y es así como aparecieron los **heterótrofos aeróbicos**.

Actividades

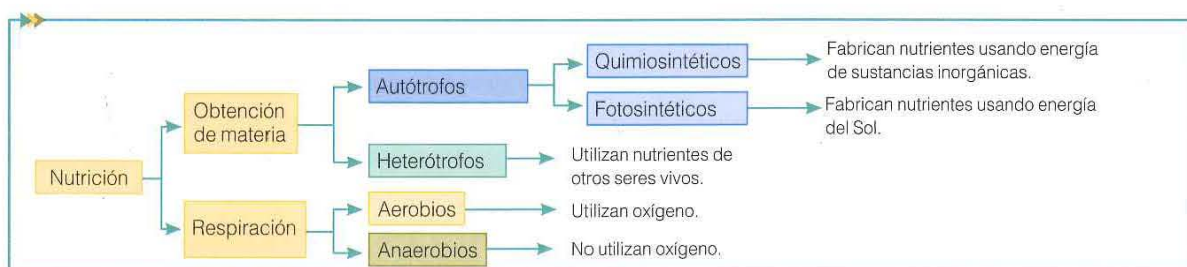
1. ¿Qué relación encuentran entre la evolución de las formas de nutrición y la creación de una atmósfera oxigénica?



Transformaciones de la materia en la fotosíntesis, proceso por el cual los organismos autótrofos producen su alimento.



Transformaciones de la materia en la respiración aeróbica.



Cuadro sinóptico que muestra los distintos tipos de nutrición de los primeros seres vivos.

Diversidad de funciones: nutrición

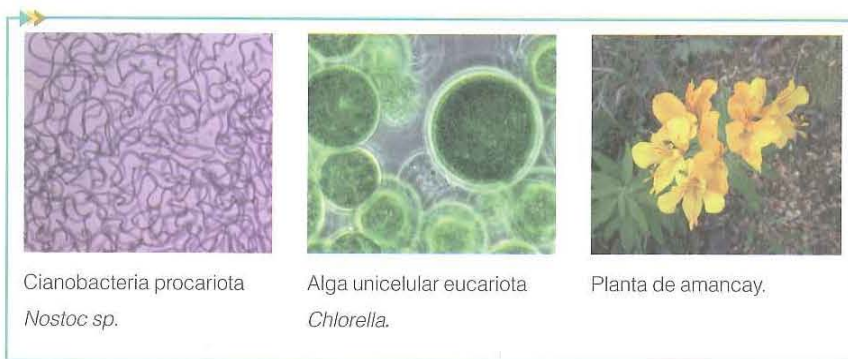
La nutrición incluye varios procesos: ingestión y digestión de nutrientes, su transformación en materiales propios de la célula, la extracción de energía de ellos y la eliminación de sus desechos. La principal fuente de energía es la glucosa.

Según cómo obtienen la glucosa, los organismos se clasifican en:

► **Organismos de nutrición autótrofa:** producen sus propios nutrientes a través del proceso de **fotosíntesis**. Para realizar la fotosíntesis, estos organismos utilizan dióxido de carbono, agua y energía de la luz solar captada por la clorofila. Como resultado, producen glucosa y liberan oxígeno a la atmósfera. El oxígeno es utilizado por todos los organismos aeróbicos*.

Glosario

aeróbico: que necesita oxígeno para subsistir.



Cianobacteria procarionta
Nostoc sp.

Alga unicelular eucariota
Chlorella.

Planta de amancay.

Organismos autótrofos.

► **Organismos de nutrición heterótrofa:** obtienen la glucosa, las sales minerales y las vitaminas alimentándose de otros seres vivos. Según el estado de la materia de la que se alimentan, se clasifican en:

► **Absorbotróficos:** se alimentan de materia orgánica vegetal o animal en descomposición. Por ejemplo, los hongos y las bacterias.

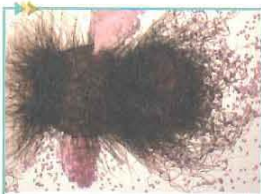
► **Parásitos:** se alimentan a expensas de organismos vivos. Pueden encontrarse dentro del organismo que parasitan o fuera de él. Por ejemplo, los piojos y la lombriz solitaria (*Taenia saginata*).

► **Holotróficos:** se alimentan de materia orgánica en estado sólido. Es el caso de la mayoría de los animales. Los herbívoros comen plantas o partes de ellas (semillas, frutos, hojas, tallos), los carnívoros comen otros animales (vivos o muertos), y los omnívoros comen vegetales y otros animales.

Actividades

1. ¿Qué características y funciones comparten todos los seres vivos y en cuáles se diferencian?

2. Realicen un cuadro comparativo sobre los tipos de nutrición. Busquen ejemplos de organismos autótrofos y heterótrofos.



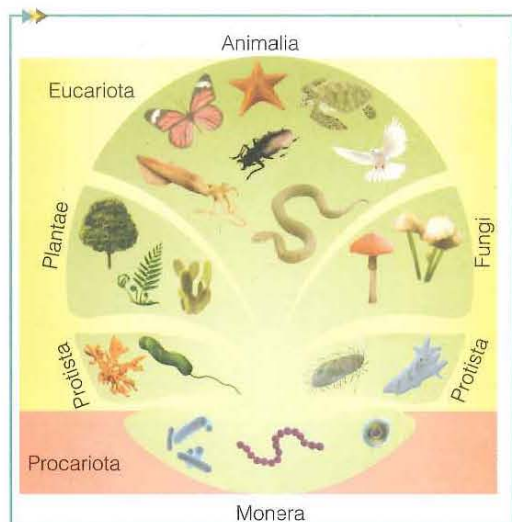
El hongo *Chaetomium globosum* ataca y se alimenta de la madera en contacto con el suelo.



Los piojos, parásitos de los humanos y otros animales, se alimentan de restos de piel, sangre y secreciones sebáceas.



Los buitres son aves carroñeras, es decir, se alimentan de animales muertos.



Clasificación de la biodiversidad en cinco reinos.

Los principales grupos en que se clasifica la biodiversidad

Lamarck dividió a los seres vivos en dos grandes grupos, a los que llamó reino animal y reino vegetal. Pero más adelante se descubrieron los microorganismos, y fue necesaria la creación de nuevos reinos para clasificarlos. Fue en 1959 cuando Robert Whittaker (1924-1980) sintetizó la información disponible hasta el momento y propuso una clasificación general de los seres vivos en **cinco reinos**. Así, a los tradicionales reinos vegetal (a partir de aquí llamado Plantae) y animal (Animalia) se sumaron los reinos Monera, Protista y Fungi. Los microorganismos procariontes se ubicaron dentro de Monera. Los hongos tuvieron un reino propio, Fungi. Finalmente, todos los organismos restantes que no eran ni animales, ni plantas, ni hongos, como las algas, se agruparon en el reino Protista.

La clasificación en cinco reinos utiliza varios criterios al mismo tiempo, como el tipo de célula y el tipo de nutrición, entre otros.

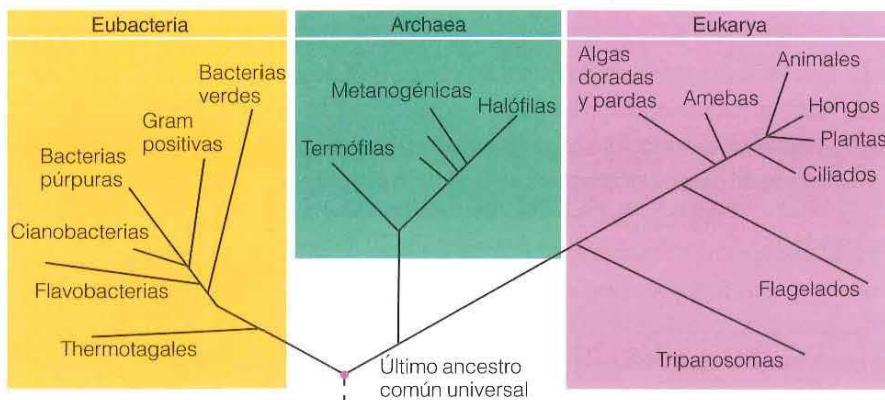
Los organismos del reino Protista no tienen un rasgo distintivo, ya que los organismos que lo componen no están emparentados. Entonces, este reino no podría estar incluido en un sistema de clasificación de la biodiversidad que tome como criterio de agrupamiento las relaciones de parentesco o filogenia.

El sistema de clasificación de la biodiversidad en cinco reinos se enfrentó con otra dificultad adicional. A medida que se fueron descubriendo nuevos microorganismos, se encontró que son mucho más diversos que los organismos multicelulares. Esto cambió la visión respecto de la biodiversidad, ya que las plantas y los animales son en realidad una muy pequeña porción de esta. En 1977, Woese demostró que el reino Monera, es decir, los microorganismos procariontes, podían dividirse en dos grandes grupos, a los que llamó Bacteria y Archaea. Este investigador construyó un árbol filogenético que incluía a todos los seres vivos. En este árbol pudo reconocer tres grandes grupos o **dominios**: Bacteria, Archaea y Eukarya (que abarca a todos los organismos eucariotas). Cada uno de los dominios contiene organismos que derivan de un único ancestro. Es por eso que la comunidad científica actualmente prefiere este sistema de clasificación, ya que refleja la filogenia de la biodiversidad.

Actividades

1. ¿Por qué el sistema de clasificación en cinco reinos ha perdido validez en la comunidad científica?
2. ¿Cuáles son los grandes grupos en que puede clasificarse la biodiversidad si se sigue como criterio las relaciones de parentesco?

Árbol filogenético de la biodiversidad, en el que pueden diferenciarse los tres dominios. El último ancestro común universal es el organismo hipotético de cual descendemos todos los seres vivos de la Tierra.



Carl Woese y los tres dominios

Carl Woese pasó a la historia por haber realizado la primera clasificación de todos los seres vivos que refleja la historia evolutiva. En 1977 publicó un trabajo en el que describía un nuevo grupo de seres vivos procariotas, distinto a las típicas bacterias, al que llamó *Archaea*. Propuso además que las arqueobacterias, las bacterias comunes y los eucariotas eran las tres líneas evolutivas de los seres vivos. Pero Woese fue ignorado, e incluso ridiculizado, ya que en ese momento estaba instalado el dogma* de la división de la biodiversidad únicamente en dos grupos distintos: eucariotas y procariotas. ¿Quién iba a aceptar en ese momento que se estaba ignorando un tercio de la biodiversidad? Además, el criterio que utilizó para construir su árbol filogenético era muy novedoso y aún no estaba probado en otros trabajos. A pesar de esto, siguió juntando evidencias y en 1990 publicó otro trabajo, en el que llamó dominios a estos tres grupos. Así los presentó en el resumen de esta publicación.

“Las comparaciones moleculares muestran que la vida en este planeta se divide en tres agrupamientos primarios, comúnmente conocidos como las eubacterias, las arqueobacterias y los eucariotas. Los tres son muy distintos, siendo las diferencias que los separan de una naturaleza más profunda que las diferencias que separan a los típicos reinos, como los animales y las plantas. Desafortunadamente, ninguna de las visiones convencionalmente aceptadas de las relaciones naturales de los sistemas vivos, es decir, la taxonomía de los cinco reinos o la dicotomía eucariota-procariota refleja esta división tripartita del mundo vivo. Para remediar esta situación, nosotros proponemos que se establezca un sistema de organismos en el cual por sobre el nivel de reino exista un nuevo taxón llamado ‘dominio’. La vida de este planeta comprendería entonces tres dominios: Bacteria, Archaea y Eukarya, cada uno de los cuales contiene dos o más reinos. Eukarya, por ejemplo, contiene Animalia, Plantae, Fungi y un número de otros no definidos aún”.*

Carl R. Woese, Otto Kandler y Mark L. Wheelis, “Towards a natural system of organisms: Proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya,” *Proceedings of the National Academy of Science*, volumen 87, páginas 4576-4579, 1990.

Para mediados de la década de 1990, el dominio Archaea ya era completamente aceptado, apoyado por evidencias que se obtuvieron con las nuevas tecnologías. Una de estas evidencias fundamentales fue la “lectura” completa de la información genética de una arqueobacteria. En la actualidad, el sistema propuesto por Woese para clasificar los seres vivos ha reemplazado al de cinco reinos y es el nuevo dogma de la división de la biodiversidad. Además, el tipo de homología molecular que el investigador empleó para construir su árbol es uno de los más usados para establecer relaciones de parentesco entre los seres vivos.

Actividades

1. En el texto se mencionan tres dogmas diferentes para clasificar la biodiversidad. Nómbralos en el orden en que se fueron proponiendo.
2. Según Carl Woese, ¿hay más diferencias entre una planta y un animal, o entre una arqueobacteria y una eubacteria?
3. Según Woese, ¿debería el reino ser el taxón de mayor jerarquía para clasificar la biodiversidad, como propuso Linneo? ¿Por qué?
4. Expliquen por qué el sistema de clasificación propuesto por Woese demoró tanto tiempo en ser aceptado.

Glosario

dogma: principio aceptado como verdad.

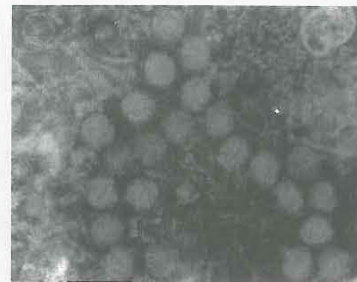
tripartito: compuesto por tres partes.

Virus: entre la vida y la muerte

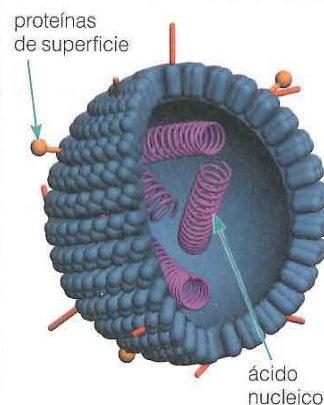
La palabra virus se refería originalmente a cualquier emanación venenosa y más tarde se utilizó para designar a cualquier agente causal de una enfermedad infecciosa. En 1889, Friedrich Loeffler y Paul Frosch investigaban la causa de una enfermedad que afecta gravemente la piel de los animales, la glosopeda. Encontraron que el causante era un agente muy pequeño, capaz de pasar a través de los filtros que no podían atravesar las bacterias. Un año después, el microbiólogo holandés, Martinus Beijerinck publicó su trabajo sobre la enfermedad del mosaico del tabaco, que daña las hojas del tabaco y de los tomates. Años antes, Dmitri Ivanowski, en Rusia, había demostrado por primera vez que el agente causal de la enfermedad del mosaico del tabaco era filtrable, pero Beijerinck fue mucho más lejos y presentó pruebas de que aun cuando el agente causal fuera filtrable, tenía muchas de las propiedades de un organismo vivo. Lo llamó "Contagium vivum

fluidum" (fluido vivo contagioso). Propuso que el agente debía ingresar a la célula viva a fin de reproducirse y que su reproducción se debía efectuar en forma paralela a la célula. Más tarde, en 1915, se descubrieron los virus que atacan bacterias, también conocidos como bacteriófagos.

Un virus es una estructura situada entre lo animado y lo inanimado. Es básicamente una diminuta partícula infecciosa que contiene un ácido nucleico central (el material genético), rodeado por una capa de proteínas llamada cápside. Se considera que no son organismos verdaderos porque no pueden realizar actividades metabólicas de manera independiente y carecen de los componentes necesarios para la reproducción celular o para fabricar proteínas y otras moléculas. Los virus pueden reproducirse, pero únicamente dentro del complejo ambiente de las células vivas a las que infectan. En cierto sentido, los virus "cobran vida" solo cuando infectan una célula.



Fotografía de un virus tomada con una cámara conectada a un microscopio electrónico.



Esquema de un virus que muestra su estructura básica, que es un ácido nucleico central rodeado por una capa de proteínas.

Rosa María Catalá: "Virus. Entre la vida y la muerte", *¿Cómo ves?*, volumen 22, México, 2000. (Adaptación)

Actividades

1. Luego de leer el artículo, resuelvan las siguientes consignas.

- ¿Qué es un virus? ¿A qué tipo de organismos puede afectar?
- ¿Cómo demostraron Loeffler y Frosch que los virus no eran bacterias? ¿Qué pudieron determinar acerca de su tamaño?
- ¿Cómo están formados los virus? ¿Son organismos constituidos por células?

d. Indiquen si los virus tienen alguna de las siguientes características de los seres vivos. Justifiquen su respuesta.

- Metabolismo.
- Reproducción.

e. ¿Puede considerarse a los virus como seres vivos? ¿Por qué?

f. Expliquen el título del artículo "Virus: entre la vida y la muerte".



Escherichia coli es una bacteria muy estudiada que vive en el intestino. En algunos casos puede causar infecciones cuando se consume en alimentos contaminados.

Glosario

antibiótico: sustancia que evita el crecimiento de las bacterias.

metano: gas constituido por moléculas que tiene un átomo de carbono y cuatro de hidrógeno (CH_4).



Algunas arqueobacterias termófilas viven en las aguas termales, a temperaturas muy altas.

Actividades

1. Indiquen qué características permiten diferenciar a las eubacterias de las arqueobacterias.

Adquisiciones evolutivas de las eubacterias

Si bien las **eubacterias** se diferenciaron originalmente de las arqueobacterias a partir de la comparación de su información genética, años después se encontró que también tienen distintas características en sus células y en las moléculas que las componen. ¿Cuáles son los rasgos que tienen en común todas las eubacterias y que debieron estar presentes en su ancestro común? Todas ellas son microorganismos procariotas que tienen una pared celular muy particular. Esta pared contiene un polímero llamado **peptidoglicano**, exclusivo de este dominio. Por otro lado, la mayor parte de ellas no crecen en presencia de antibióticos*. Las eubacterias incluyen organismos con tipos de metabolismos muy variados. Algunos de estos microorganismos pueden respirar sin oxígeno, o tener una nutrición autotrófica distinta a la fotosíntesis. Tal es la variedad metabólica de las bacterias que muchas de ellas tienen aplicaciones que benefician al ser humano. Por ejemplo, algunas de ellas pueden fabricar polímeros que luego se utilizan como plásticos biodegradables.

Dentro del dominio Eubacteria pueden reconocerse como mínimo doce subgrupos o reinos distintos, cada uno proveniente de un ancestro común. Entre estos doce reinos se encuentran por ejemplo las cianobacterias o algas azules, que tienen clorofila como las plantas, y hacen fotosíntesis. Las bacterias verdes son otro subgrupo autótrofo con un tipo de fotosíntesis diferente a la de las plantas. El subgrupo más grande es el de las bacterias rojas o proteobacterias, e incluye a organismos con todos los tipos de metabolismo.

Adquisiciones evolutivas de las arqueobacterias

Las **arqueobacterias** son microorganismos procariotas que tienen una pared celular diferente a la de las eubacterias. No contiene peptidoglicanos y se caracteriza por tener un tipo de lípidos especiales que no se encuentra en ningún otro dominio. Además, son resistentes a los antibióticos que afectan a las eubacterias. Por otro lado, utilizan su material genético de una manera muy similar a los eucariotas. El nombre de este dominio proviene del griego (*arkhaios*, que significa "antiguo"), ya que inicialmente se consideraba que estos microorganismos habían sido los primeros en habitar la Tierra. Esta idea se debió a que las primeras arqueobacterias que se descubrieron viven en ambientes hostiles, como los que se supone había en el tiempo en que se originaron las primeras células. Pero luego se encontró que también vivían en una gran cantidad de hábitats, como los suelos, los océanos y hasta en el intestino humano.

Existen distintos tipos de arqueobacterias. El primer grupo en ser descrito fue el de las **metanógenas**. Estos microorganismos producen metano* y crecen cuando hay ausencia de oxígeno y abundantes sustancias en descomposición (como en el intestino de ciertos animales o en el fondo de los ríos). Otro grupo emparentado con las metanógenas es el de las **halófilas**, que viven en ambientes salinos. Algunas arqueobacterias son **termófilas**, lo que significa que pueden vivir a temperaturas muy altas, de hasta 80 °C.

Adquisiciones evolutivas de las eucariotas

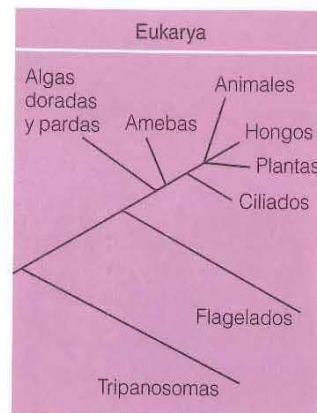
Los organismos pertenecientes al dominio Eukarya comparten ciertas características, que debieron estar presentes en su ancestro común. Todos ellos están formados por una o varias células eucariotas, y utilizan su información genética de una manera similar a las arqueobacterias. Dentro de este dominio pueden distinguirse subgrupos o reinos, entre los que pueden mencionarse Plantae, Animalia y Fungi. Cada uno de ellos representa una línea evolutiva diferente dentro de los eucariotas, es decir, cada uno proviene de un ancestro común eucariota distinto. Eukarya incluye también a otros reinos, que son el resultado de la reclasificación del antiguo reino Protista. Esta reclasificación fue necesaria porque los organismos que se ubicaban dentro del reino Protista no derivaban de un único ancestro, y entonces no se lo puede considerar como un taxón válido. Los más de veinte reinos que forman el dominio Eukarya se diferencian, entre otras características, por presentar distintos tipos de células.

Algunos de los organismos eucariotas que antes se clasificaban dentro de Protistas son **autótrofos** debido a que sus células presentan cloroplastos. A este conjunto de seres vivos capaces de hacer fotosíntesis y que no son plantas se los llama **algas**. La mayoría de ellos son microscópicos, pero también hay algunos que alcanzan grandes tamaños, como las algas marinas, que pueden encontrarse en las costas. Hay algas verdes, rojas, marrones y doradas. La gran variedad de colores que pueden presentar se debe a los distintos tipos de pigmentos que contienen sus cloroplastos. Estos cloroplastos también se diferencian por otras características, como la cantidad de membranas que los rodea. ¿Cómo puede explicarse esta gran variedad de cloroplastos? Cada uno de los distintos tipos de cloroplastos se originó en diferentes líneas evolutivas, y es por eso que los distintos tipos de algas provienen de ancestros comunes diferentes. Como consecuencia, los distintos grupos de algas están incluidos dentro de diferentes reinos.

Otros de los organismos eucariotas que antes se clasificaban dentro de Protistas son **heterótrofos**. Algunos de ellos son parásitos y otros son de vida libre, es decir, no viven dentro de ningún otro ser vivo. Así como ocurre con las algas, se los clasifica dentro de diferentes reinos, según las características que presenten sus células. Estos eucariotas microscópicos heterótrofos pueden distinguirse, entre otros rasgos, por el tipo de estructura que poseen para desplazarse. Por ejemplo, los **flagelados** tienen uno o varios flagelos, mientras que los **ciliados** presentan un cuerpo unicelular rodeado de cilias. Ambos son activos nadadores. Otros pueden deformar su cuerpo unicelular y se llaman **amebas**.

Actividades

1. La mayoría de los reinos que pertenecen al dominio Eukarya, ¿son unicelulares o pluricelulares?
2. ¿Qué criterio se utiliza para diferenciar a los reinos del dominio Eukarya?
3. Busquen información sobre el *Trypanosoma cruzi*. Describan en qué enfermedad interviene y cuál es el estado de esa enfermedad en la Argentina.



El dominio Eukarya incluye a más de veinte reinos, entre ellos Animalia, Plantae, Fungi y otros que antes se agrupaban en el reino Protista. Algas, amebas, flagelados, ciliados y tripanosomas son organismos que pertenecen a estos nuevos reinos.

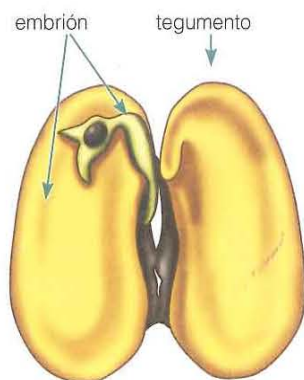


Ulva, también llamada lechuga de mar, es un alga verde de gran tamaño que puede encontrarse en la costa atlántica argentina. Está formada por células que tienen cloroplastos con dos membranas.



Las diatomeas son algas doradas unicelulares, que presentan una pared y cloroplastos con cuatro membranas. Son muy abundantes, tanto en el mar como en los lagos y ríos.

Adquisiciones evolutivas de las plantas



Todas las plantas tienen embrión. En la semilla de poroto, el embrión es todo su contenido, que queda cubierto por una capa protectora llamada tegumento.

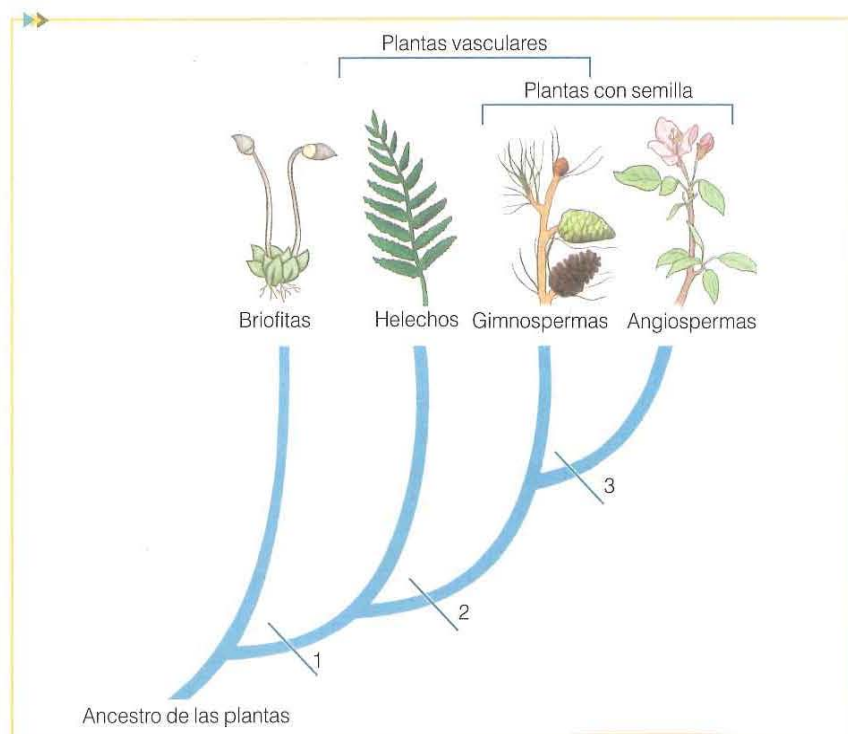
Glosario

rizoide: pelo o filamento sencillo que cumple una función semejante a la de las raíces de una planta.

Los árboles de nuestra cuadra, las plantitas de las macetas del balcón, los helechos y musgos que crecen en las paredes rotas o en los bordes de los canchales de la calle. Las verduras que comemos todos los días, el algodón con el que está hecha nuestra ropa, el papel en el que escribimos en la escuela. Vivimos rodeados de plantas o de productos obtenidos de ellas, aunque suelen pasar desapercibidas.

Seguramente, la mayoría de ustedes sepa que las plantas son **organismos multicelulares con nutrición autótrofa**. Sus células poseen por lo tanto cloroplastos, y tienen además una pared celular que les aporta rigidez. Las plantas están emparentadas con un grupo de algas, las algas verdes, las cuales habitan casi exclusivamente en ambientes acuáticos. El ancestro común de todas las plantas debió adquirir entonces nuevas características no presentes en las algas. Estos rasgos les permitieron vivir en el ambiente aeroterrestre. Algunas de estas adaptaciones estuvieron relacionadas con la **supervivencia** en el nuevo hábitat, como el desarrollo de raíces o rizoides*, mediante las cuales obtienen agua y sales del suelo. Otras adaptaciones permitieron asegurar la reproducción. Entre ellas puede mencionarse la protección de las estructuras reproductivas, como los embriones, dentro de órganos que evitan la desecación. ¿Dónde se encuentran los embriones de las plantas? En aquellos vegetales que forman semillas, el embrión está dentro de la semilla.

Las plantas pueden clasificarse en cuatro grandes grupos, según su organización interna y la manera en que se reproducen: briofitas, helechos, gimnospermas y angiospermas. A estos grandes grupos se los llama **divisiones**, y son equivalentes en jerarquía a los phyla de los animales.



Relaciones evolutivas entre los grandes grupos de plantas.

La división más simple de plantas se llama **briofita**. Incluye a los musgos, fáciles de reconocer por su cuerpo de unos pocos centímetros, formado por pequeñas hojuelas, talluelos y rizoides, y por su color verde intenso. Siempre se encuentran en lugares húmedos, ya que precisan que haya agua para que ocurra la fecundación. No tienen un sistema de transporte de sustancias en el interior de su cuerpo, como las plantas más complejas.

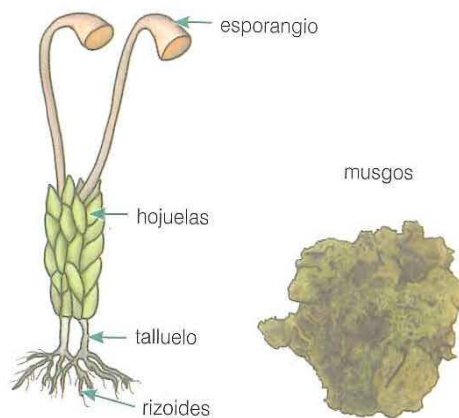
Algunos de los ancestros de todas las plantas dieron origen a las briofitas, pero otros adquirieron una nueva característica: un sistema de transporte en el interior de su cuerpo, una importante adaptación al medio aeroterrestre que les dio independencia del medio acuoso. La posibilidad de que las sustancias viajen a mayores distancias permitió que las plantas alcanzaran mayores tamaños.

La línea evolutiva de vegetales con sistema de conducción interno incluye a todas las plantas llamadas **vasculares**, como los helechos. Estos vegetales tienen grandes hojas que producen **esporas**. Estas se dispersan y, al alcanzar un medio adecuado, se genera una nueva planta. Tienen además tallos pequeños, de crecimiento horizontal, que se llaman **rizomas**.

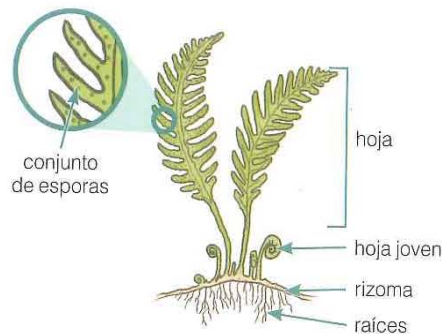
La mayor parte de las plantas vasculares no se reproduce por esporas, sino por **semillas**, otra de las adaptaciones al ambiente aeroterrestre. Las semillas protegen al embrión, además de asegurar la dispersión. Existen dos grandes grupos de plantas que se reproducen por semillas: las gimnospermas y las angiospermas. La mayoría de ellas son árboles que alcanzan grandes tamaños, como las coníferas. La característica que diferencia a las **gimnospermas** de las **angiospermas** es que sus semillas no están protegidas dentro de un fruto. Las angiospermas son las plantas con flor, estructura reproductiva que aumenta las posibilidades de que la reproducción sea exitosa. Además de esto, a partir de la flor se produce el fruto, que protegerá a las semillas que hay en su interior. Esta adquisición clave del ancestro de las angiospermas permitió que estas plantas sean las más abundantes y diversas en la actualidad.

Actividades

1. ¿Cuáles son las características que tienen todas las plantas y que heredaron de su ancestro común?
2. En la imagen del árbol evolutivo de las plantas se han señalado con números las características adquiridas por los ancestros de los distintos grupos de plantas. Por ejemplo, el número 1 representa una característica que adquirió el ancestro de los helechos, las gimnospermas y las angiospermas. Indiquen una característica que podría estar representada por cada número.
3. ¿Qué características de las plantas les permitieron conquistar el ambiente aeroterrestre?



En los musgos pueden reconocerse las hojuelas, el talluelo y los rizoides y, en algunos casos, estructuras reproductivas llamadas *esporangios*.



En los helechos pueden reconocerse las hojas, el rizoma (tallo) y las raíces. En la cara de abajo de las hojas es posible encontrar conjuntos de esporas.

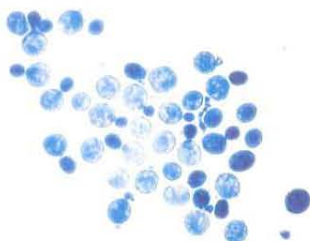


Los ginkgos son las gimnospermas más primitivas que pueden encontrarse en la actualidad. Habitaban la Tierra en la época de los dinosaurios y, por eso, son considerados fósiles vivientes.

Glosario

elíptico: con forma de elipse, similar a un círculo pero con dos ejes de simetría.

materia orgánica compleja: restos de organismos muertos y sus desechos producidos cuando estaban vivos.



Fotografía de levaduras. Algunas presentan una yema, que crecerá hasta formar una nueva levadura.

Actividades

1. Mencionen las características que estaban presentes en el ancestro común del reino Fungi.
2. Definan los siguientes términos: levadura, hifa, micelio, cuerpo fructífero.
3. Los hongos pueden provocar enfermedades y, por otro lado, se utilizan para producir sustancias de interés. Busquen información sobre qué enfermedades son causadas por hongos, y qué tipo de productos se obtienen a partir de ellos.

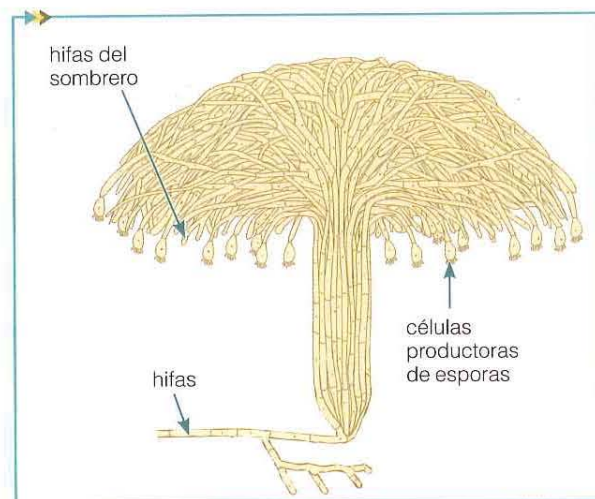
Adquisiciones evolutivas de los hongos

¿Cuáles son las características que tienen todos los hongos y que debieron estar presentes en su ancestro común? Uno de estos rasgos es su **nutrición heterótrofa absorptiva**. Esta capacidad de transformar la materia orgánica compleja* en sustancias más simples les confiere el rol de **descomponedores**. Las sustancias simples que producen quedan disponibles en el ambiente para que sean absorbidas por ellos o por otros seres vivos.

Las células de los hongos tienen **pared celular**, de diferente composición química que la de las plantas. Algunos hongos son unicelulares y otros, multicelulares. Cuando están compuestos por una única célula, se los llama levaduras. Las **levaduras** suelen ser elípticas* o esféricas, y se las puede reconocer fácilmente al microscopio óptico por ser más grandes que las bacterias y porque algunas de ellas presentan un **brote** o una **yema**. Esta yema crece hasta formar una nueva levadura, que luego se desprende de la célula que la originó. A este tipo de reproducción asexual se lo llama **gemación**. Algunas levaduras también pueden reproducirse sexualmente.

El cuerpo de los hongos multicelulares recibe el nombre de **micelio**. El micelio está formado por un conjunto de filamentos llamados **hifas**. Cada uno de estos filamentos es a su vez una hilera de células.

Algunos hongos producen una estructura visible con forma de sombrero, llamada **cuerpo fructífero**, que está formada por hifas que se agrupan de manera muy compacta. Otros hongos no forman cuerpos fructíferos, y su micelio puede verse como una especie de "moco" o "algodón"; es el caso de los hongos que se producen cuando los alimentos se pudren.



Los hongos de sombrero, como el champiñón, están formados por un conjunto de hifas agrupadas de manera muy compacta. En el borde del sombrero hay células especializadas en producir esporas sexuales.

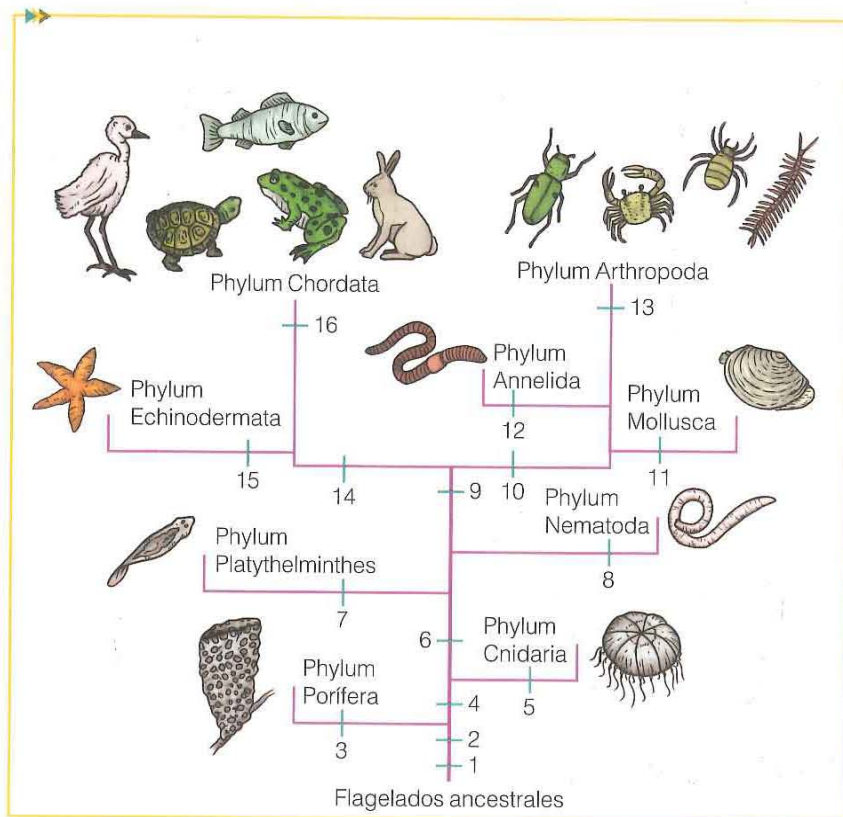
¿Por qué aparecen hongos en los alimentos? Esto ocurre porque en el aire hay esporas de hongos, capaces de crecer y producir un micelio cuando encuentran un medio adecuado, como la gran cantidad de materia orgánica que contienen los alimentos. Estas esporas pueden originarse asexualmente (es decir, provenir de una única hifa) o sexualmente (se producen luego de la fertilización entre dos hifas). Los cuerpos fructíferos siempre llevan en su interior esporas de origen sexual, y por eso son estructuras reproductivas.

Grandes adquisiciones evolutivas de los animales

Todos los animales son **eucariotas heterótrofos** que adquieren energía mediante la ingestión de otros organismos. Las células que forman sus cuerpos **carecen de paredes celulares** y la mayoría de ellos **se reproduce sexualmente**. El reino animal ha sido clasificado históricamente en dos grandes grupos: vertebrados e invertebrados. Sin embargo, esta división no responde a un criterio evolutivo, ya que no todos los invertebrados están emparentados. En la actualidad, para clasificar a los animales se utilizan varios criterios que intentan reflejar las **relaciones de parentesco** entre los distintos grupos. Estos criterios que permiten diferenciar a los grandes grupos o phyla de animales están relacionados con la forma y el grado de complejidad de su cuerpo. Podemos nombrar, entre otros criterios, el plan básico del cuerpo y la disposición de sus partes, la presencia o ausencia de cavidades corporales*, la manera en que se forman y cómo se desarrollan desde el óvulo fecundado hasta el animal adulto, y la simetría del cuerpo. Los animales pueden no tener simetría, o tener simetría radial o bilateral. En la **simetría radial**, cualquier eje que pase por el centro del cuerpo lo divide en dos partes semejantes. Por otro lado, la **simetría bilateral** contempla un único plano que provoca la división del cuerpo en dos mitades iguales, derecha e izquierda. En estos últimos también se puede diferenciar una zona ventral (abajo) y otra dorsal (arriba), y un extremo anterior (cabeza) de uno posterior (ano).



Simetría radial (1) y simetría bilateral (2).



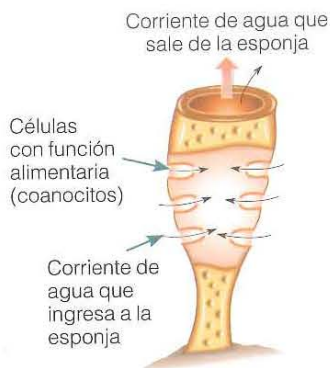
Relaciones filogenéticas entre los principales phyla de animales.

Glosario

cavidad corporal: espacio que se encuentra dentro del cuerpo y que ayuda a proteger, separar y sostener los órganos internos.

Actividades

1. Expliquen qué criterios se utilizan para clasificar a los animales y por qué no es correcta la antigua clasificación en invertebrados y vertebrados.



Esponja de mar (phylum Porífera).



Las medusas y los pólipos son representantes del phylum Cnidaria.

Los phyla de animales más simples: Porífera, Cnidaria, Platyhelminthes y Nematoda

Los ancestros comunes de todos los animales habrían sido organismos unicelulares que vivían en los océanos y se habrían alimentado de la materia orgánica del ambiente. A medida que fueron pasando millones de años, algunos de ellos se habrían agrupado para formar **colonias** con células internas y externas con diferentes funciones. Algunas de ellas se habrían ocupado de la alimentación y locomoción, mientras que otras se habrían especializado en la reproducción. Con el tiempo, se habrían convertido en **pólipos** adheridos al suelo oceánico, como las actuales esponjas, que pertenecen al phylum Porífera. Las **esponjas** tienen cuerpos sin simetría, no tienen tejidos verdaderos y su cuerpo es hueco, formado por canales y cámaras que sirven para el paso del agua. Obtienen su alimento a partir de la filtración de las partículas con nutrientes que hay en el mar.

Con el correr del tiempo, algunos ancestros de las esponjas habrían desarrollado tejidos diferenciados con células especializadas y tentáculos pequeños para llevar el alimento a una boca primitiva. Así se propone que se originaron las **medusas**, integrantes del phylum Cnidaria. Estos animales poseen simetría radial y una cavidad interna en forma de saco donde se digieren los alimentos, llamada **cavidad gastrovascular**. Dentro de este grupo de animales encontramos a los **corales**, que tienen forma de **pólipo**, es decir, un tubo abierto en el extremo superior, con una boca rodeada de tentáculos y cerrado en el extremo inferior, por el cual está sujeto al fondo del mar o a las rocas.

Otro grupo de ancestros de las esponjas, que habría adquirido simetría bilateral, organización del cuerpo en sistemas de órganos y cefalización, fue el que luego dio origen a todos los otros phyla de animales. La **cefalización** es la concentración de los receptores sensoriales en la zona anterior del cuerpo, con lo que se forma así una cabeza. Esta **cabeza** funciona como el centro del sistema nervioso central, que es el conjunto de tejidos que se ocupa de capturar y procesar señales o estímulos provenientes del ambiente para que el cuerpo pueda reaccionar frente a ellos.

El más simple de estos phyla es Platyhelminthes. Este grupo incluye **gusanos chatos**, la mayoría de ellos son **parásitos** que viven en los intestinos de sus hospedadores. Poseen un sistema nervioso muy simple, con un órgano similar a un cerebro muy básico. Otro phylum con organización corporal muy sencilla, los **nematodos** (phylum Nematoda), abarca a los **gusanos cilíndricos**, que presentan una cavidad interna. Muchos de ellos son de vida libre, especialmente marinos, mientras que otros son parásitos.



Gusanos redondos, pertenecientes al phylum Nematoda.



La planaria pertenece al phylum Platyhelminthes.

Actividades

- En la imagen del árbol evolutivo de los animales se han señalado con números las características adquiridas por los ancestros de los distintos grupos. Por ejemplo, el número 1 representa una adquisición del ancestro común a todos los animales.
 - ¿Cuál podría haber sido esta adquisición?
 - Indiquen qué adquisición se ha representado en el árbol con los números 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8.

Los phyla de animales con sus cuerpos divididos en segmentos: Mollusca, Annelida y Arthropoda

Un grupo de animales ancestrales con simetría bilateral, sistemas de órganos y cefalización, adquirió una nueva característica: una cavidad corporal interna. A partir de estos ancestros se originaron phyla de animales más complejos. Por un lado, surgieron tres grupos de animales que presentaban su **cuerpo dividido en segmentos**. Uno de estos grupos es el **phylum Mollusca** que abarca a los caracoles, calamares y pulpos, entre otros. En su mayoría viven en aguas marinas, pero algunos habitan en agua dulce y el suelo. Se caracterizan por presentar un cuerpo blando, que en algunos casos está cubierto por un caparazón. Otro phylum de animales segmentados es Annelida. Los **anélidos** son gusanos con un sistema digestivo y circulatorio cerrado, compuesto por vasos sanguíneos. Se encuentran casi exclusivamente en agua dulce, y en un hábitat terrestre y húmedo. El último grupo de animales que surgió en esta rama evolutiva son los que pertenecen al **phylum Arthropoda**, que incluye a los miriápodos, artrópodos, insectos y crustáceos. Estos animales poseen patas articuladas y un exoesqueleto de quitina* que los hace fuertes y resistentes.



La lombriz es un representante del phylum Annelida.



La araña pertenece al phylum Arthropoda.

Los phyla de animales deuterostomados

A partir de los ancestros con simetría bilateral, sistema de órganos y cefalización se originó otra línea evolutiva de animales, que no tenían el cuerpo segmentado. Algunos representantes actuales de este tipo de animales son los phyla Echinodermata y Chordata. Todos ellos tienen en común un tipo de desarrollo embrionario especial, en el que el ano se forma en una zona bien definida del embrión y la boca se forma secundariamente. Por tal motivo, este grupo de animales es llamado **deuterostomados** (en griego *deuteros* = segundo y *stoma* = boca).

Las estrellas y los erizos de mar pertenecen al **phylum Echinodermata**. Si bien en la etapa adulta poseen simetría radial, en su estadio larval* presentan simetría bilateral. Su cuerpo consiste en un disco central a partir del cual se desprenden los brazos. Tienen un esqueleto interno formado por placas de calcio.

El **phylum Chordata** incluye a un conjunto de animales marinos, como las papas de mar y los vertebrados. A este último grupo pertenecen los peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Todos ellos presentan una estructura de sostén, en posición dorsal, llamada **notocorda**, que se extiende a lo largo de todo su cuerpo. En algunos grupos persiste durante toda la vida y en los vertebrados es reemplazada por la **columna vertebral**.



La estrella de mar es un representante del phylum Echinodermata.

Actividades

1. En el árbol filogenético de los animales de la página 83, identifiquen qué adquisiciones evolutivas corresponden a los números 9 a 16. Recuerden que estas características estuvieron presentes en el ancestro común de cada grupo. Por ejemplo, el número 10 corresponde a un rasgo que es compartido por los artrópodos, moluscos y anélidos, mientras que el número 16 es un rasgo exclusivo de los cordados.

Glosario

estadio larval: las larvas son las fases juveniles de los animales con desarrollo indirecto (con metamorfosis), y que tienen formas y funciones diferentes a las de los adultos.

quitina: componente orgánico, duro y resistente, que recubre el cuerpo de ciertos animales.



Cientos de ballenas invierten un gran esfuerzo en llegar todos los años a las costas de la Península Valdés para parir sus crías en aguas tranquilas y seguras.



El cerezo es un árbol que utiliza todas las reservas del año anterior para producir una gran cantidad de flores.



El salmón rosado es una especie de salmones del norte del océano Pacífico.

Importancia de la reproducción

Seguramente habrán visto en algún documental, publicidad o libro, el increíble plumaje que tienen los pavos reales macho y que utilizan para cortejar a las hembras. O habrán oído acerca de los intensivos cuidados que muchos mamíferos y aves dan a sus crías, como ocurre en nuestra especie. Tanto la producción de un plumaje vistoso, la búsqueda de alimentos para las crías o la gestación de un nuevo ser vivo dentro de otro son actividades para las que los animales necesitan consumir muchos recursos. Pero los animales no son los únicos seres vivos que destinan un gran esfuerzo para asegurar la **continuidad de la especie**. Las plantas, por ejemplo, desarrollan grandes cantidades de flores, que son sus órganos reproductivos. Para producir estas flores y los nutrientes que se almacenan en los frutos que se generan a partir de ellas, muchas angiospermas utilizan casi todos los productos que fabricaron previamente por fotosíntesis.

¿Por qué los seres vivos invierten tantos recursos en la reproducción? Esta capacidad que tiene todo individuo de originar a otros individuos semejantes a sí mismo no es fundamental para su propia supervivencia, pero sí para la de la especie. La importancia de la **reproducción** es que permite asegurar una de las características más salientes de las especies: su continuidad a lo largo del tiempo. Aquellos individuos que son más exitosos según la selección natural, son los que logran dejar una mayor cantidad de descendencia. Sería imposible pensar en la evolución de los seres vivos sin considerar su reproducción.

La forma en que los seres vivos **se relacionan con otros** y utilizan los **recursos del ambiente** que los rodea, también está estrechamente relacionada con su reproducción. Imaginemos una población de conejos que habita en una pradera. Si el pasto que tienen disponible para alimentarse fuera escaso por una helada, algunos conejos no podrían terminar de desarrollarse y la cantidad de crías de la población disminuiría respecto de los años anteriores. Esto probablemente perjudicaría a la población de zorros que se alimenta de estos conejos y, a su vez, a su capacidad de dejar descendencia. En esta situación de pocos recursos alimentarios, una población de conejos que produzca más cantidad de crías, pero de menor tamaño, podría ser tal vez más exitosa respecto de otra que deje pocas crías pero de mayor tamaño.

El desafío de asegurar la continuidad de la especie ha encontrado una gran cantidad de soluciones posibles a lo largo de la historia de la vida en la Tierra. Es por eso que hoy en día podemos reconocer una gran variedad de estrategias, estructuras y comportamientos reproductivos. Sin embargo, todas tienen el mismo objetivo, y es por eso que existen también similitudes en la reproducción de los seres vivos.

Actividades

1. Elaboren una definición de reproducción que incluya el concepto de continuidad de la vida.
2. Los salmones que viven en el norte del océano Pacífico solo desovan (liberan huevos al agua) una vez, y mueren luego de reproducirse. ¿Cómo pueden explicar que estos peces inviertan todos sus recursos en este proceso?
3. ¿Cuál es la importancia de la reproducción con relación a la evolución de los seres vivos?

La continuidad de las especies y sus ciclos de vida

El **ciclo de vida** de un ser vivo constituye todos los eventos que ocurren en su vida desde que nace hasta que origina un nuevo individuo, que repetirá el mismo ciclo. La reproducción es uno de los eventos más importantes de los ciclos de vida, ya que es imprescindible para que estos se completen.

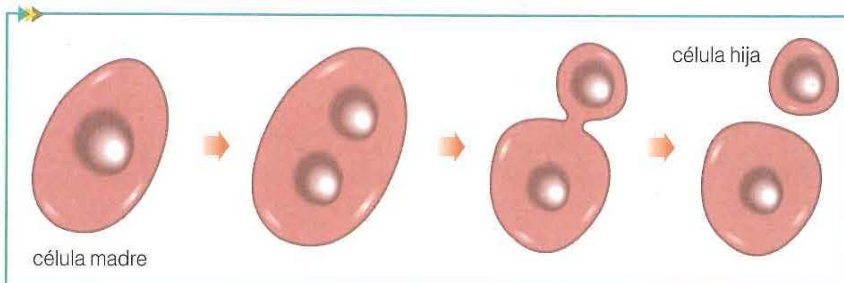
¿Qué ocurre durante la reproducción que permite asegurar que un perro siempre origine a otro perro y no a un lobo o una nueva especie? El **material genético** que se transmite de los progenitores a los descendientes es el responsable de mantener las características de las especies en el tiempo. La **reproducción** es el proceso por el cual el material genético pasa de una generación a la siguiente, garantizando la continuidad de las especies.

Tipos de reproducción

Los descendientes pueden tener exactamente el mismo material genético que sus progenitores, o poseer una combinación nueva de material genético de cada uno de ellos. En el primer caso, la reproducción es **asexual**, y las nuevas generaciones serán exactamente iguales a las que las preceden. En el segundo caso, los descendientes serán parecidos, pero no exactamente iguales, como ocurre en los seres humanos. Este tipo de reproducción se llama **sexual**, ya que en este proceso intervienen dos sexos distintos.

En la **reproducción sexual**, el nuevo individuo se forma a partir de la unión de dos células sexuales, llamadas **gametas**. En el ser humano y la mayoría de los animales, el **óvulo** es la gameta femenina y el **espermatozoide**, la masculina. En algunos seres vivos, los distintos tipos de gametas son producidos por individuos de distintos sexos: la hembra produce los óvulos y el macho, los espermatozoides. Pero en otros organismos, llamados **hermafroditas**, un único individuo puede producir los dos tipos de gametas, como en la lombriz solitaria.

Todos los microorganismos se reproducen asexualmente, al igual que algunos organismos multicelulares, como insectos o plantas. Hay organismos que solo se reproducen asexualmente, como las bacterias, mientras que otros únicamente lo hacen con intervención de dos sexos, como los mamíferos. Algunos seres vivos pueden hacerlo de las dos maneras, por ejemplo las abejas y las algas.



En la reproducción asexual, una célula se divide para originar una (o varias) iguales a sí misma.



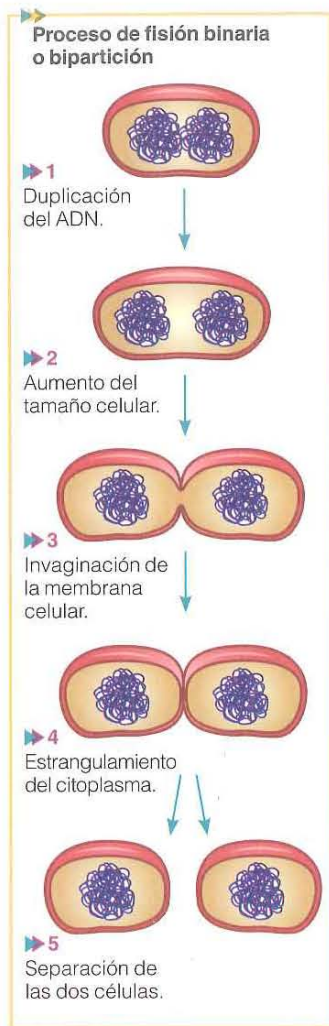
El ciclo de vida de las gallinas se inicia cuando la hembra pone los huevos que produjo luego de aparearse con el gallo. Después de 21 días de incubación, el polluelo sale del huevo. El polluelo crece, se convierte en adulto, busca pareja y se reproduce, cerrando así el ciclo.



La lombriz solitaria es un gusano chato (platelminto) parásito que puede vivir dentro del intestino del ser humano.

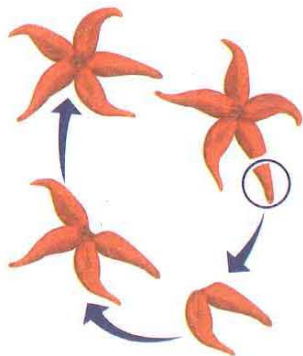
Actividades

1. ¿Qué ocurre con el material genético durante la reproducción?
2. Definan los siguientes términos: ciclo de vida, reproducción sexual, reproducción asexual, gameta, hermafrodita.
3. Expliquen por qué es incorrecto afirmar que la diferencia entre la reproducción sexual y la asexual es que en la primera participan dos individuos y en la segunda, uno.



Glosario

citoesqueleto: es un entramado tridimensional de proteínas que provee soporte interno en las células.



Reproducción de la estrella de mar por fragmentación.

La reproducción asexual

Cuando los organismos se reproducen asexualmente, un único progenitor se divide y da origen a nuevos individuos idénticos a él.

La reproducción asexual en procariontas

El modo de reproducción de las bacterias es la **fisión binaria** o **bipartición**. A partir de una célula madre se originan dos células hijas, aproximadamente iguales en tamaño y con la misma información genética. Cada célula hija recibe una copia de la molécula de ADN circular de la célula madre. Para llevar a cabo este proceso, la célula madre previamente debió aumentar su tamaño y duplicar su material genético. Algunas bacterias son responsables de producir enfermedades infecciosas y son causantes de grandes epidemias, ya que al reproducirse por este mecanismo tan simple, que ocurre de manera rápida, les permite alcanzar grandes poblaciones en poco tiempo.

La reproducción asexual en microorganismos eucariotas

Los organismos eucariotas se reproducen asexualmente mediante la división de sus células por medio de la **mitosis**. Durante la división celular, el núcleo de la célula madre se divide y origina dos núcleos hijos con la misma información genética; luego se divide el citoplasma, lo que genera dos células hijas. En todo este proceso hay una activa participación del **citoesqueleto***, que se encarga de "separar" el material que recibe cada célula hija. La mitosis representa la manera más simple que tienen los eucariotas para generar nuevos individuos, y es el mecanismo por el cual se reproducen la mayor parte de los microorganismos eucariotas. En algunos de ellos, la división del citoplasma es desigual, y se forma una célula hija más pequeña, llamada **yema**, que dará origen a un nuevo individuo. Este tipo especial de reproducción asexual se llama **gemación**.

La reproducción asexual en animales

La gemación es también la forma de reproducción asexual de algunos animales invertebrados que viven fijos a sustratos y que no tienen la capacidad de moverse, como las esponjas y los corales. En este caso, los nuevos individuos se generan a partir de **yemas multicelulares** que crecen en el cuerpo del progenitor. Los nuevos individuos pueden separarse de este último o quedarse unidos, como en el caso de los corales. Cabe aclarar que estos animales también se reproducen sexualmente pero, al reproducirse por gemación, se asegura el crecimiento de su población.

Las poblaciones de algunos invertebrados se encuentran dispersas y el encuentro entre los individuos resulta difícil y, por ende, la reproducción sexual se reduce a pocos eventos. En estos casos, estos animales se reproducen asexualmente por **fragmentación**. Para ello, generan fragmentos de su cuerpo que tienen la capacidad de regenerarse y formar un nuevo individuo. Este es el caso de algunos gusanos planos, como la planaria, algunos anélidos y las estrellas de mar.

La reproducción asexual en plantas

Las plantas presentan varios tipos de reproducción asexual, que en conjunto reciben el nombre de **multiplicación vegetativa**. En todos los casos, una parte de la planta, (raíz, tallo u hojas) contiene yemas* de las que brotarán nuevas plantas.

► **Rizomas:** son tallos subterráneos que crecen de forma horizontal y contienen varias yemas de las cuales brotan nuevas plantas. Por ejemplo, los lirios.

► **Tubérculos:** son tallos subterráneos que contienen yemas y almacenan sustancias de reserva que les permiten brotar luego de una época de reposo. Un ejemplo es la planta de la papa.

► **Estolones:** son tallos que crecen pegados al suelo, como si fueran arrastrándose, y que cada cierta distancia emiten raíces y originan nuevas plantas. Por ejemplo, las plantas de frutilla.

► **Bulbos:** son tallos subterráneos cubiertos por hojas carnosas que almacenan sustancias de reserva para poder desarrollarse luego de la etapa de reposo. Un ejemplo es la planta de cebolla.

► **Raíces tuberosas:** son raíces engrosadas que contienen sustancias de reserva y generan un tallo que da origen a una nueva planta. Las plantas de batata y zanahoria son dos ejemplos de este tipo de multiplicación vegetativa.

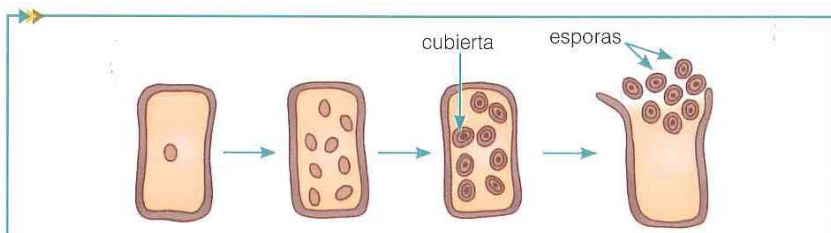
► **Gajo o esqueje:** es la fragmentación accidental o intencional de alguna parte de la planta que, al tocar tierra, es capaz de enraizar y originar una nueva planta. Por ejemplo, el potus.

► **Propágulos:** son brotes que se generan en las hojas de algunas plantas, de los que crecen plantas nuevas y que luego se separarán de la planta madre. Por ejemplo, los musgos.

La esporulación

Las **esporas** son células que germinan y generan un nuevo individuo sin fusionarse con otras células. Muchos microorganismos procariontes y eucariotes, así como los hongos, musgos y helechos, se reproducen por esporas. Pueden provenir de un único progenitor, por lo que son asexuales, o pueden producirse luego de que haya ocurrido la unión de gametas. En este último caso se habla de esporas sexuales. En general, tienen gruesas paredes, por lo que pueden sobrevivir hasta que las condiciones sean adecuadas para la germinación.

La esporulación puede ser un tipo de reproducción cuando genera un crecimiento poblacional, pero también puede ser un **mecanismo de resistencia** frente a cambios en el ambiente. Por ejemplo, algunas bacterias producen esporas cuando detectan que las condiciones ambientales son adversas.



La esporulación asexual es un medio de propagación y crecimiento de la población.



Multiplicación vegetativa por medio de estolones en la planta de frutilla.

Glosario

yema: brote de una parte de la planta a partir del cual se desarrollan raíces, tallos y hojas, o de donde se generan nuevas ramas, hojas y flores.

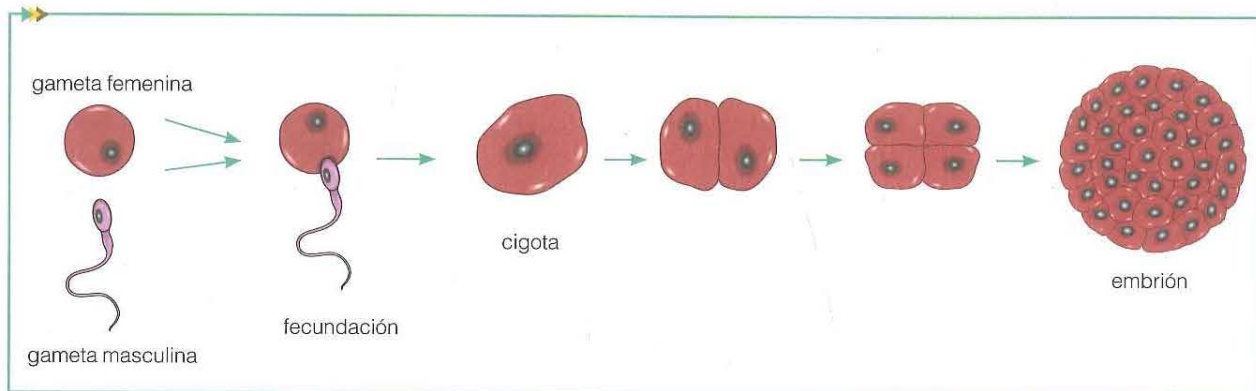
Actividades

1. Respondan las siguientes preguntas.

- ¿Qué relación encuentran entre el modo de reproducción de las bacterias y las epidemias de enfermedades infecciosas?
- ¿Cómo se reproducen asexualmente los microorganismos?
- ¿Qué son las esporas? ¿Qué tipos de esporas existen? ¿Qué objetivo tiene la producción de esporas para las bacterias? ¿Y para las algas, hongos, musgos y helechos?
- ¿Qué diferencia hay entre un rizoma, un tubérculo, un estolón y un bulbo?
- ¿Qué son una raíz tuberosa, un gajo y un propágulo?
- ¿Cómo logran mantener la población los seres vivos que viven sujetos a un sustrato o cuyas poblaciones son dispersas? Den ejemplos.

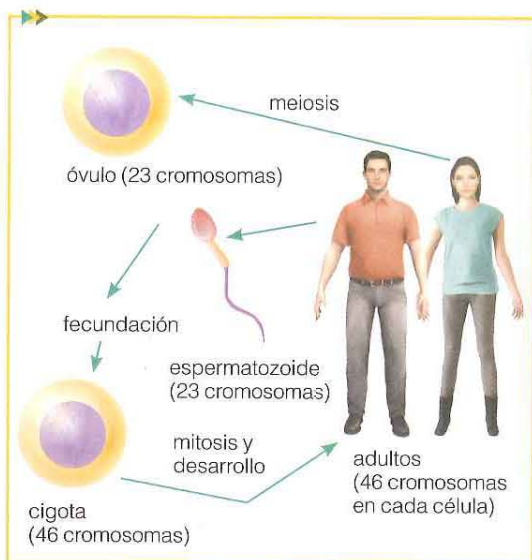
La reproducción sexual

Principales eventos en la reproducción sexual en los organismos en los que la cigota desarrolla un embrión.



El origen de las diferencias entre progenitores y descendientes

El ciclo de vida del ser humano es un buen ejemplo para entender el origen de la variabilidad durante la reproducción sexual.



¿Por qué los descendientes no son exactamente iguales a sus progenitores cuando se originan por reproducción sexual? Esto se debe a que los nuevos individuos poseen una nueva combinación de material genético. En el caso de los seres humanos, recibimos la mitad del material genético de cada uno de nuestros padres. Es por eso que nuestros rasgos, como el color de los ojos o la forma de la nariz, son una nueva combinación de los rasgos de ellos. Sin embargo, a pesar de que nuestros hermanos tienen los mismos progenitores, tampoco son exactamente iguales a nosotros.

¿Cuál es la razón por la cual los descendientes de los mismos progenitores originados por reproducción sexual no son exactamente iguales? La respuesta está en el tipo de división celular por el cual se forman las gametas: la **meiosis**. Las células hijas que se originan por meiosis no son iguales a la célula madre. Una de las razones es porque contienen la mitad de su información genética. Por ejemplo, en el ser humano, las células madre de óvulos y espermatozoides tienen 46 cromosomas, al igual que todas las células no reproductivas que forman el cuerpo. Los óvulos y espermatozoides que se originan por meiosis a partir de estas células madre tienen 23 cromosomas. De esta manera, todos los óvulos que forme una mujer a lo largo de su vida tendrán una selección al azar de la mitad de su información genética, y es por eso que serán ligeramente diferentes entre ellos. Como todos los óvulos de nuestras madres y todos los espermatozoides de nuestros padres tienen pequeñas diferencias, sus hijos somos parecidos pero no exactamente iguales.

Diferencias en las gametas y en la fecundación

Los seres vivos que se reproducen sexualmente pueden tener distintos tipos de gametas. Por ejemplo, tanto en los seres humanos como en las plantas, las gametas femenina y masculina son distintas. En estos organismos, la gameta femenina es de mayor tamaño e inmóvil, mientras que la masculina, más pequeña y móvil. En algunos microorganismos eucariotas, como ciertas algas, no es posible diferenciar una gameta masculina y otra femenina, y por eso se las llama "más" y "menos", para indicar que provienen de diferentes progenitores.

La unión de las gametas puede suceder en el interior del cuerpo de uno de los progenitores o en el medio externo. En el primer caso se habla de **fecundación interna**, como ocurre en el ser humano y en las plantas. En el segundo, la fecundación es **externa**, y es muy común en organismos que habitan en el medio acuático, como los peces y las algas.

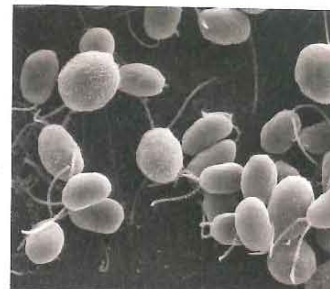
Otra de las variantes posibles en la reproducción sexual es si las gametas que se unirán se forman en individuos distintos, como ocurre en el ser humano, o en un único individuo. Ejemplos de este último caso son la lombriz solitaria o los caracoles. Estos animales **hermafroditas** se pueden diferenciar a su vez por el origen de las gametas que se unen. En el caso de la lombriz solitaria, la gameta femenina y la masculina que se unirán proceden del mismo individuo, y se dice que hay **autofecundación**. En cambio en los caracoles, a pesar de ser hermafroditas, hacen falta dos individuos para que ocurra la fecundación. En este caso, la gameta masculina de cada uno de ellos fecunda a la femenina del otro, y por este motivo se dice que tienen **fecundación cruzada**.

Diferencias en el desarrollo de la cigota

La cigota formada luego de la fecundación puede seguir distintos caminos para originar el nuevo individuo. En algunos seres vivos, como ciertas algas, la cigota es una **estructura de resistencia** que, cuando las condiciones son adecuadas, se divide y forma células que serán los nuevos individuos. En los organismos multicelulares, la cigota se divide para formar dos células, que a su vez se dividen para formar cuatro. Estas células continúan dividiéndose hasta formar un **embrión**, que es una estructura multicelular en la que pueden diferenciarse tejidos.

El significado evolutivo de las diferencias en la reproducción sexual

Los seres vivos que se reproducen sexualmente no solo presentan variantes en cuanto a la forma de las gametas, el modo en que se encuentran y el proceso por el cual la cigota origina al nuevo individuo. También pueden diferenciarse en otras características, como la presencia de estrategias para cuidar a los descendientes o para asegurar su dispersión. Por ejemplo, la mayoría de los mamíferos proporcionan un intensivo cuidado a sus crías, pero esto no ocurre en las plantas. Todas estas variantes en el modo en que los seres vivos se reproducen sexualmente son distintas soluciones al desafío de la continuidad de la especie, que han sido exitosas en diferentes condiciones ambientales.



Las gametas de *Chlamydomonas*, un alga verde microscópica, son iguales. Ambas tienen dos flagelos.



La planta diente de león produce semillas que son transportadas por el viento como estrategia para asegurar la dispersión de los nuevos individuos.

Actividades

1. ¿Qué tienen en común todos los organismos que se reproducen sexualmente?
2. Hagan una lista de las variantes en la reproducción sexual que se mencionan en el texto. Indiquen para cada una las opciones posibles.
3. ¿Por qué ningún ser humano es exactamente igual a otro, a excepción de los gemelos?

Ciclo floral	Piezas florales que lo componen
Corola	Pétalos
Cáliz	Sépalos
Androceo	Estambres
Gineceo	Carpelos

Ciclos florales y piezas que los componen.

Actividades

1. Respondan las siguientes preguntas.

a. ¿Por qué las flores son los órganos encargados de la reproducción sexual en las angiospermas?

b. ¿Dónde se encuentran la gameta femenina y la gameta masculina dentro de una flor? ¿En qué se diferencian las gametas de las flores, de los óvulos y los espermatozoides de los animales?

c. ¿Tienen todas las flores pétalos vistosos? ¿Por qué? Justifiquen.

d. ¿Qué tienen en común todas las flores y qué las diferencia?

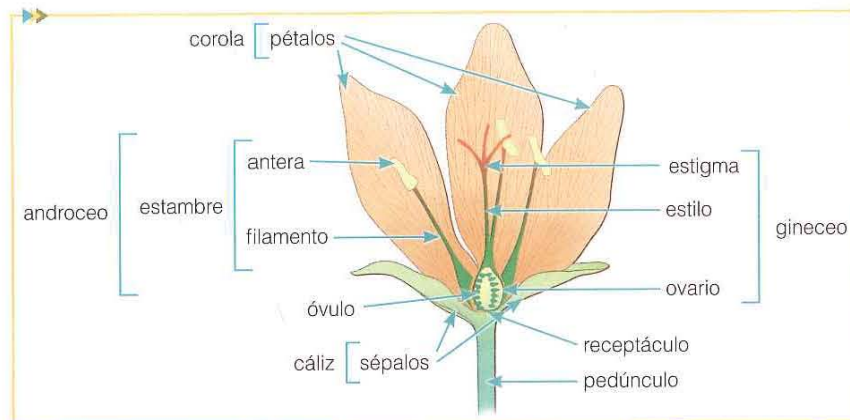
La reproducción sexual en las plantas con flor

Las **angiospermas** son el grupo de plantas más abundante en la actualidad, y por eso dedicaremos nuestra atención a estudiar algunos de los aspectos más importantes de su reproducción sexual.

La flor: el órgano reproductivo de las plantas angiospermas

Las flores son los órganos de las plantas angiospermas en donde se producen las gametas masculina y femenina, y donde ocurre la fecundación. Se considera que las piezas que forman las flores, como los pétalos, son hojas especializadas en la reproducción y reciben el nombre de **piezas florales**. Se insertan sobre el **receptáculo**, que es la parte superior del **pedúnculo** o eje que une el tallo a la flor. El conjunto de cada tipo de piezas florales se llama **ciclo floral**. Por ejemplo, el conjunto de pétalos forma un ciclo floral llamado **corola**. Muchas flores tienen corolas de colores llamativos, que atraen a los insectos. El ciclo floral que se encuentra por fuera de la corola se llama **cáliz**, y las piezas florales que lo forman, **sépalos**. En la mayoría de las flores, los sépalos son de color verde y más pequeños que los pétalos.

Tanto el cáliz como la corola son ciclos florales estériles, cuya función es proteger a los otros dos ciclos florales fértiles: el androceo y el gineceo. El **androceo** es el ciclo floral masculino, y está compuesto por los **estambres**. Dentro de cada uno pueden diferenciarse dos regiones: la antera y el **filamento** que la sostiene. Las **anteras** se encuentran en la zona superior, son más gruesas y de color amarillo en muchas flores debido a que en ellas se encuentra el polen. Los **granos de polen** son estructuras microscópicas que en conjunto tienen aspecto de polvo. Dentro de su gruesa pared contienen la gameta masculina. El ciclo floral femenino o **gineceo** tiene forma de botella, y está formado por varias piezas florales que se unen, llamadas **carpelos**. En ellos pueden diferenciarse tres regiones: la zona superior, o **estigma**, el cuello de la botella, que se llama **estilo** y la base, donde se encuentran los óvulos, y se denomina **ovario**. Dentro de los óvulos se ubica la gameta femenina. Algunas flores presentan los cuatro ciclos florales, como la rosa china, pero en otras puede estar ausente alguno.



Esquema de una flor en el que se señalan las piezas florales que la componen, el receptáculo y el pedúnculo que la sostiene.

La polinización

¿Cómo hace la gameta masculina de las plantas, contenida en el grano de polen, para llegar hasta la gameta femenina, contenida dentro del óvulo? Este es un proceso complejo, ya que los granos de polen no se desplazan por sí mismos, como los espermatozoides. Si bien muchas angiospermas tienen flores con los dos sexos (hermafroditas) o flores masculinas y femeninas dentro de la misma planta, es común que haya mecanismos para evitar la autofecundación. Por ejemplo, en la misma planta, las anteras pueden madurar antes que los óvulos. Es por esto que en casi todas las plantas, los granos de polen deben viajar hasta el gineceo de otras flores de la misma especie para que luego tenga lugar la fecundación. Este transporte de los granos de polen desde las anteras hasta el estigma recibe el nombre de **polinización**.

Existen distintos agentes externos a las flores que aseguran el transporte de los granos de polen. Estos **agentes polinizadores** pueden ser abióticos como el agua y el viento, o bióticos, como los animales. Las características de las flores están muy fuertemente asociadas al tipo de agente polinizador que asegura su fecundación. Por ejemplo, aquellas angiospermas cuyos granos de polen son transportados por las abejas, contienen néctar, son de color amarillo, violeta o azul, y tienen una superficie donde el animal puede posarse y un aroma que los atrae. El néctar y el polen son la recompensa que las abejas obtienen al visitar las distintas flores. Durante estas visitas, su lomo se "mancha" con granos de polen, y allí es trasladado a otras flores. El color rojo, que no es diferenciado por las abejas, sí es atractivo para las aves, como los colibríes. Las flores que visitan las aves, además de ser en general rojas, poseen un tamaño mayor que las que frecuentan las abejas, cuelgan hacia abajo y carecen de perfume.

Las flores de muchos árboles y pastos son poco vistosas, pequeñas y muy numerosas. Sus anteras y estigmas suelen ser de gran tamaño y sobresalir por fuera del resto de las piezas florales. Este tipo de flores es polinizado por el viento. Así, la exposición de los órganos sexuales en una gran cantidad de flores permite asegurar que el viento arrastre el polen desde las anteras hasta los estigmas.

Esta aparente coincidencia entre la forma de las flores y su tipo de polinización no es una casualidad, sino el resultado de procesos evolutivos. Las plantas con flores y sus polinizadores han influenciado su evolución mutuamente, es decir, han **coevolucionado**. Por ejemplo, el desarrollo de "pistas de aterrizaje" en ciertas flores podría haber favorecido a una determinada población de abejas que aprovechara este recurso para obtener néctar. A su vez, esta población de abejas podría haber preferido a las flores violetas por sobre las anaranjadas, y así haber favorecido a esta primera variante. Las especies que coevolucionan suelen ser muy dependientes. Esto ocurre con muchas angiospermas y sus polinizadores. Por ejemplo, las abejas dependen de las flores para subsistir y, a su vez, estas plantas dependen de la acción de las abejas para poder reproducirse.

Colibrí polinizando flores de coralillo (*Hamelia patens*)
de color rojo y tubulares.

Curiosidades ▶

Una colmena con 60.000 abejas puede llegar a tener unas 25.000 recolectoras de polen. Esto permite hacernos una idea de la importancia que tiene esta actividad para la subsistencia de la colmena.



Anteras amarillas y estigmas plumosos violetas sobresaliendo de cada una de las pequeñas y verdes flores de una especie de pasto.



Abeja polinizando una flor de color amarillo y con pétalos que funcionan como superficie de apoyo.



Actividades experimentales

Características de las flores y su relación con los polinizadores

La presencia o ausencia de los cuatro ciclos florales y la cantidad de piezas que los forman son características que distinguen a las flores. También es importante si las piezas florales se encuentran soldadas o sueltas, particularidades del ovario que se observan con lupa (como la cantidad de óvulos que contiene), o la simetría (pueden ser asimétricas, o tener simetría radial o bilateral). Por otro lado, ciertas características de las flores, como su color, tamaño o perfume, nos permiten deducir cuál es su posible agente polinizador. El objetivo de esta actividad experimental es analizar las distintas piezas florales que componen a las flores y otras características que estén relacionadas con su polinización.

Necesitan:

- ▶ flores
- ▶ trincheta
- ▶ pinzas de punta fina o agujas
- ▶ lupa
- ▶ hojas lisas para dibujar (tamaño A4 u oficio)
- ▶ lápiz negro

Paso 1. Preparen su hoja para hacer el informe de la experiencia. Para esto, escriban el título y el objetivo y copien las tablas. En ellas volcarán la información obtenida en cada paso.

Paso 2. Observen qué tipo de simetría tiene la flor, su tamaño y si presenta perfume o no.

Paso 3. Identifiquen y cuenten los sépalos y pétalos. Observen su color, y si están sueltos o soldados.

Paso 4. Identifiquen y cuenten los estambres. Distingan dentro de cada estambre la antera y el filamento. Las anteras, ¿son pequeñas o grandes respecto de las otras piezas florales?

Paso 5. Separen un estambre y sacúdanlo suavemente sobre una hoja de papel para obtener granos de polen. Obsérvenlos con la lupa.

Paso 6. Identifiquen el gineceo, y diferencien el estigma, el estilo y el ovario. Observen si el estigma es más grande o pequeño que las anteras, si es coloreado o tiene algún tipo de sustancia pegajosa.

Paso 7. Separen el gineceo y, con ayuda de un adulto, realicen un corte longitudinal utilizando la trincheta. Observen con la lupa e intenten distinguir los óvulos.

Paso 8. Realicen esquemas en los que se muestren las piezas florales que observaron. Rotulen cada uno de los ciclos florales, las piezas que los componen, y las secciones que identificaron en los estambres y en el gineceo. Si pudieron observar los granos de polen y los óvulos, realicen también un esquema de estas estructuras.

Paso 9. Analicen qué tipo de agente polinizador podría tener esta flor, basándose en las características que pudieron observar. Incluyan esta explicación en su informe.

Piezas florales	¿Están presentes?	Cantidad en la flor	¿Están soldadas o sueltas?	Características (color, tamaño)
Pétalos				
Sépalos				
Estambres				
Carpelos				

Características generales de la flor

Tamaño	
Simetría	
Perfume	

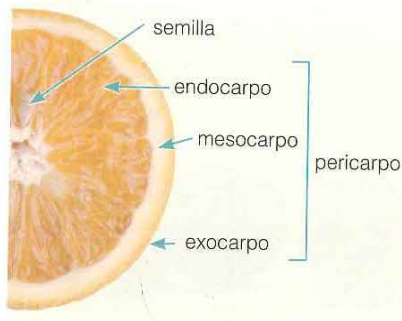
La formación de las semillas y los frutos

Una vez que el grano de polen llega al estigma, comienza a producir el **tubo polínico**. Esta prolongación del grano de polen en forma de tubo crece en el interior del estilo hasta alcanzar el ovario. Cuando entra en contacto con un óvulo, descarga en su interior la gameta masculina. Así, la gameta masculina fecunda a la femenina que se encuentra dentro del óvulo.

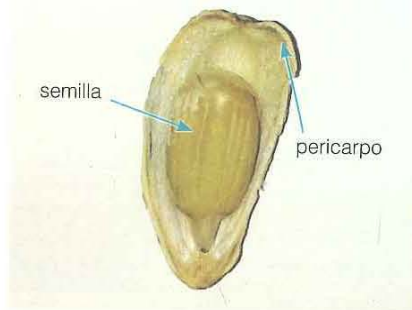
Luego de que ocurre la fecundación, comienza a formarse la **semilla** a partir del óvulo. La cigota que quedó contenida dentro del óvulo se divide y origina el embrión. Los tegumentos del óvulo se convierten en los tegumentos que cubren la semilla, y las otras células que estaban en su interior, en las sustancias de reserva. Todas las semillas tienen tres componentes: el **embrión**, que generará la nueva planta cuando germine, los **tegumentos** que lo protegen y las **sustancias de reserva** que lo alimentarán hasta que pueda comenzar a fotosintetizar. Algunas semillas, como la del poroto, pueden contener las sustancias de reserva dentro de las hojas del embrión o **cotiledones**.

Al mismo tiempo que el óvulo se va transformando en la semilla, las paredes del ovario comienzan a engrosarse hasta que se convierten en el **fruto**. Los pétalos, sépalos y estambres se marchitan y caen. El fruto queda unido a la planta por medio del pedúnculo floral, a través del cual recibe nutrientes para completar su desarrollo. A veces es posible reconocer restos de los estigmas en el extremo opuesto al pedúnculo.

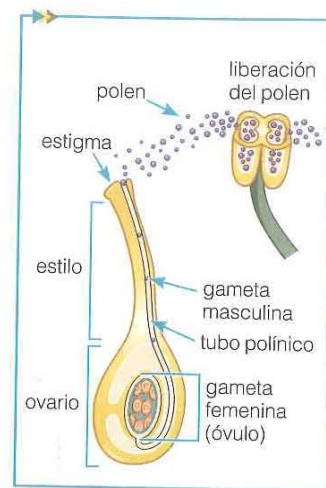
Dentro de la pared del fruto, llamada **pericarpo**, se encuentran protegidas las semillas. Los frutos pueden dividirse en dos grandes grupos, de acuerdo con la consistencia del pericarpo. Los frutos **secos**, como en las legumbres, el girasol o el jacarandá, tienen un pericarpo leñoso o membranoso, y contienen poca agua. En cambio en los **carnosos**, como la naranja, la manzana o el tomate, es más grueso y húmedo. A su vez, en el pericarpo de los frutos carnosos se pueden diferenciar tres capas o zonas. La externa se denomina **exocarpo**, la intermedia **mesocarpo** y la interna **endocarpo**. Algunos frutos carnosos presentan una única semilla, que está protegida por un endocarpo leñoso muy duro. Esta estructura es la que comúnmente se llama **carozo**.



Corte transversal de la naranja, en el que pueden distinguirse un exocarpo membranoso, un mesocarpo esponjoso y un endocarpo jugoso.



Corte longitudinal de un fruto de girasol.



Formación del tubo polínico.

Actividades

1. Respondan las siguientes preguntas.
 - a. ¿Cómo llega la gameta masculina a la femenina en las plantas?
 - b. ¿Dónde ocurre la fecundación?
 - c. ¿Qué estructuras típicas de las angiospermas se forman después de la fecundación a partir de los óvulos y de las paredes del ovario?
 - d. ¿Cuáles son los tres componentes de una semilla y cuál es la función de cada uno?
 - e. ¿Qué es el pericarpo y cuál es su función?
 - f. ¿Qué tipo de fruto es la nuez? ¿Y la banana? Justifiquen.

Glosario

vida latente: detención temporal del ciclo de vida de algunas especies caracterizadas por una notable disminución del metabolismo.

Dispersión y germinación de la semilla

Las semillas contienen en su interior el embrión, que originará una nueva planta cuando las condiciones externas sean favorables. Las semillas no germinan inmediatamente, sino que son formas de vida latente*, como las esporas de los microorganismos. Este "tiempo de espera" no solo resulta ventajoso para asegurar que la nueva generación se desarrolle en un ambiente propicio para sobrevivir, sino que también permite la dispersión.

La **dispersión de las semillas** y de los frutos que las contienen favorece la conquista de nuevos ambientes. El desarrollo de las nuevas plantas en zonas alejadas de sus progenitores evita la competencia por la luz y los nutrientes y, de este modo, aumenta también su probabilidad de supervivencia.

Actividades experimentales

Observación de frutos y semillas

El objetivo de esta actividad experimental es reconocer los componentes de los frutos y las semillas, y clasificar distintos tipos de frutos de acuerdo con la consistencia del pericarpo.

Necesitan:

- ▶ una fruta con muchas semillas (como la naranja o el tomate)
- ▶ una fruta con carozo (como la ciruela)
- ▶ semillas de girasol
- ▶ porotos
- ▶ vaso con agua
- ▶ bandeja de plástico
- ▶ trincheta
- ▶ pinzas de punta fina o agujas
- ▶ lupa
- ▶ hojas lisas para dibujar
- ▶ lápiz negro

Sugerencias: elijan tres o cuatro tipos de frutos distintos, y tengan al menos dos ejemplares de cada uno.

Paso 1. Coloquen los porotos en el agua dentro del vaso. Preparen su hoja para hacer el informe de la experiencia, escribiendo el título y el objetivo.

Paso 2. Seleccionen un fruto para comenzar.

Reconozcan el pericarpo y de qué tipo de fruto se trata (seco o carnoso). Si es un fruto carnoso, realicen un corte transversal y reconozcan el exocarpo, el mesocarpo y el endocarpo. Si es un

fruto seco, traten de romper el pericarpo e identificar las semillas. Observen si el fruto contiene una semilla o muchas.

Paso 3. Realicen un esquema del fruto en el que señalen el pericarpo, sus capas, si es un fruto carnoso, las semillas y algún resto de las piezas florales. Aclaren en el esquema qué fruto están dibujando, cómo se clasifica y otra información adicional, como la cantidad de semillas.

Paso 4. Repitan el procedimiento con los otros dos frutos.

Paso 5. Realicen un corte longitudinal de la semilla de poroto. Reconozcan los tegumentos y el embrión. Dentro del embrión, identifiquen los cotiledones, y los futuros tallo y raíz.

Paso 6. Realicen un esquema del corte longitudinal de la semilla de poroto. Señalen las estructuras que reconocieron.



La falta de abejas afectará la producción de alimentos a nivel mundial

Uno de los grupos activistas a favor del medio ambiente más importante en los Estados Unidos, llamado *Natural Resources Defense Council* (NRDC, en español sería traducido como el Consejo por la Defensa de los Recursos Naturales) fundado en 1970 y con más de 1,4 millones de miembros, asegura que la escasez de abejas afectará la producción mundial de alimentos. A mí también me sorprendió ese dato pero, ¿por qué las abejas (*Apis mellifera*) son fundamentales en este caso?

La Argentina es uno de los países que más miel producen en el mundo, junto con Estados Unidos, China y México. La mayoría de la producción nacional se exporta. Es evidente que las abejas son necesarias para producir miel, pero lo que más llama la atención es cómo este insecto es clave para la producción de otros alimentos.

Los pesticidas* revolucionaron la agricultura durante décadas y,

junto con los avances biotecnológicos*, incrementaron de manera exponencial la producción de alimentos a nivel mundial. Pero los pesticidas también están provocando un problema dramático en el ecosistema al causar la desaparición de abejas. El efecto negativo de estos compuestos químicos fue publicado en varios estudios científicos recientes. Además de los pesticidas, el calentamiento global, las alteraciones en el hábitat y los parásitos colaboran en la falta de abejas a nivel mundial.

Las abejas no solo son insectos que producen miel, sino que también son responsables de la polinización cruzada (transporte del polen de una planta a otra, posibilitando la fertilización de dichas plantas) del 30% de los cultivos mundiales, que incluyen almendras, brócoli, cebolla, cítricos (limón, lima, naranja), palta y zanahoria, entre otros.



Las abejas son agentes polinizadores de plantas de importancia económica.

Estos insectos, además de tener un rol biológico/natural en la producción de alimentos, según un informe del NRDC, generan más de US\$15 billones de dólares por año en los Estados Unidos gracias a la polinización cruzada en estos cultivos.

Se estima que en los Estados Unidos desapareció un tercio del total de abejas. Aunque parezca una exageración, este es un problema serio, y en algunos países ya están trabajando para solucionarlo en el corto y mediano plazo.

Diario *Clarín*, 30/05/2015. (Adaptación).

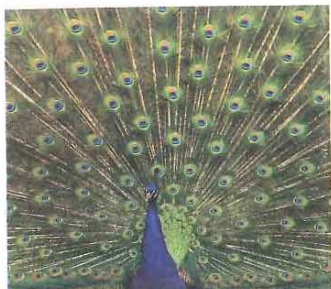
Actividades

1. Luego de leer el artículo, resuelvan las siguientes consignas.
 - a. ¿Qué plantas de importancia económica polinizan las abejas?
 - b. ¿Qué factores están provocando una disminución del tamaño de las poblaciones de abejas?
 - c. ¿Por qué esta disminución es un problema serio para el ser humano?
 - d. ¿Cuál piensan que es la importancia de este problema para nuestro país? Justifiquen.
 - e. Propongan algún tipo de acción que podría tomarse para evitar la disminución del tamaño de las poblaciones de abejas.

Glosario

biotecnología: uso de organismos vivos o partes de ellos para la producción de bienes y servicios útiles para el ser humano.

pesticida: sustancia química empleada por el ser humano para controlar o eliminar algunos seres vivos que perjudican los cultivos.



Despliegue del plumaje como parte del cortejo en pavos reales.

Glosario

espermátforo: estructura en forma de "bolsa" formada por el macho, que contiene y protege los espermatozoides, y puede ser depositada en el suelo o transferida a la hembra.

órgano copulador: es el órgano externo de un individuo masculino que se ha especializado para entregar el esperma durante la cópula.

oviducto: conducto que une los ovarios con el exterior del cuerpo.

Actividades

1. ¿Cómo son las gametas en los animales? ¿Por qué es necesario producir mayor cantidad de gametas masculinas?
2. ¿Qué tipos de fecundación existen? ¿Qué relación encuentran entre el tipo de fecundación y el hábitat de los animales?

Reproducción sexual en animales

Algunos animales, como esponjas, corales, anélidos, gusanos chatos y estrellas de mar pueden reproducirse asexualmente, pero también lo hacen sexualmente. En los demás animales, solo la reproducción sexual garantiza la supervivencia y continuidad de la especie.

Encuentro de gametas: fecundación interna y externa

Las gametas femeninas y masculinas que forman los animales durante la reproducción poseen ciertas características que las hacen distintivas. La gameta femenina, el **óvulo**, es de mayor tamaño, ya que guarda sustancias de reserva que servirán para alimentar al embrión, y no posee movimiento. Las gametas masculinas, los **espermatozoides**, en cambio, son de menor tamaño y se mueven muy rápido. Los espermatozoides nadan para llegar al óvulo y, por lo general, se producen muchos espermatozoides para que aumenten las chances de encuentro entre ellas.

Los animales pueden liberar sus gametas al agua y que la fecundación ocurra fuera del cuerpo de la hembra o pueden ser liberadas dentro de ella. Los animales acuáticos, como los anfibios y peces, tienen **fecundación externa**, ya que el encuentro de sus gametas se produce en el agua. Este tipo de seres vivos libera una gran cantidad de gametas para garantizar que ocurra la fecundación. Por otro lado, los animales aeroterrestres, como muchos de los reptiles, las aves y los mamíferos, tienen **fecundación interna**, ya que la unión de las gametas ocurre dentro del cuerpo de la hembra. Para ello, los espermatozoides deben ingresar por un oviducto* hasta llegar al ovario, donde se encuentran los óvulos. Para facilitar que los espermatozoides lleguen al óvulo, muchos de los machos poseen un órgano copulador* que inyecta los espermatozoides dentro del oviducto. Otros poseen espermátforos* que los introducen directamente en el oviducto de la hembra, como es el caso de muchos invertebrados, entre ellos el calamar.

Cortejo y apareamiento

La reproducción sexual con fecundación interna involucra el **apareamiento** o encuentro sexual entre los individuos de una misma especie. El apareamiento es la unión de la hembra y el macho, que culmina en la cópula. La **cópula** es el contacto directo entre sus órganos sexuales para procrear un nuevo individuo. La mayoría de los animales inician sus relaciones de apareamiento durante ciertos momentos, llamados "celo", en los que las hembras están predispuestas para la cópula. Durante este período comienzan una serie de rituales complejos por parte de los machos que involucran un lenguaje de gestos, movimientos, danzas, hinchazón del cuerpo, despliegue de plumas o sonidos potentes, entre otros. Por ejemplo, el cortejo en los elefantes comienza con una pelea y termina en un abrazo, los sapos cantan, los pavos reales despliegan sus coloridos plumajes y se iluminan los vientres en algunos peces macho con colores vistosos. A estos rituales se los conoce como **cortejo** y su finalidad es que los participantes se reconozcan y evalúen la conveniencia de aparearse el uno con el otro.

Dimorfismo sexual y selección sexual

En algunas especies de animales es difícil reconocer a simple vista a los individuos de distinto sexo. En otras, los machos y las hembras tienen **dimorfismo sexual**, es decir, se distinguen por poseer características físicas diferentes, por ejemplo, su tamaño, el color de su plumaje, el tamaño de la melena, o la presencia de crestas o cuernos, entre otras. Existe dimorfismo sexual entre el gallo y la gallina, el toro y la vaca, el hombre y la mujer, y entre muchas otras especies de animales, y es el resultado de una **selección sexual** o lucha entre los miembros de un sexo (por lo general, los machos) por la conquista de la hembra. Durante la elección de la pareja, la hembra selecciona activamente a su pareja prefiriendo a los individuos que tienen más desarrolladas ciertas características, como plumajes vistosos, grandes cuernos, o que desarrollan cantos y bailes atractivos. En muchos casos, estos atributos con fines sexuales no resultan adaptativos, ya que aumentan su exposición ante los depredadores, y es por esta razón que Darwin le dio el nombre de selección sexual.



El león y la leona son un ejemplo de una especie con dimorfismo sexual.

Protección y nutrición del embrión: huevos y placenta

Una vez producida la fecundación, la célula huevo o cigota, gracias a las reservas nutritivas presentes en la gameta femenina y a través de sucesivas divisiones celulares, forma el **embrión**. Para desarrollarse, el embrión necesita nutrientes y protección. Los animales con fecundación externa, como la mayoría de los anfibios y peces, protegen al embrión dentro de **huevos**. A este tipo de animales se los conoce como **ovulíparos**. En la mayoría de los reptiles y aves, que poseen fecundación interna, la hembra (una vez fecundada) deposita los huevos en un nido. Los huevos poseen todos los nutrientes necesarios para que se desarrolle el embrión. Este tipo de animales son llamados **ovíparos**. Algunos animales, como los tiburones, alacranes y serpientes, conocidos como **ovovivíparos**, protegen el huevo dentro del cuerpo de la madre hasta que complete su desarrollo. En la mayoría de los mamíferos, que son **vivíparos**, los embriones se desarrollan dentro del cuerpo de la madre. En el caso de los **placentarios**, el embrión se desarrolla dentro del útero materno, allí el embrión se comunica con su madre a través de la placenta. A partir de esta le llegan los nutrientes al embrión mediante el cordón umbilical*. En otros mamíferos, llamados **marsupiales**, como el canguro o la comadreja, el embrión comienza su desarrollo en el útero materno y completa gran parte del crecimiento sujeto a las glándulas mamarias del interior de la bolsa marsupial o marsupio en el abdomen de la madre.



En los mamíferos, el embrión se alimenta de los nutrientes presentes en la sangre materna a través de la placenta.

Glosario

cordón umbilical: conducto flexible que une la placenta de la madre con el ombligo del embrión.

Actividades

1. ¿Qué son la selección sexual y el dimorfismo sexual? ¿Qué provoca en los machos? Den ejemplos.
2. ¿Cómo protegen a sus embriones los animales ovulíparos y los ovíparos? ¿Y los ovovivíparos y los vivíparos?



Desarrollo indirecto en los anfibios.

Desarrollo directo e indirecto

Los reptiles, aves y mamíferos nacen como “adultos en miniatura” en un proceso llamado **desarrollo directo**. Sin embargo, para las demás especies animales, el desarrollo indirecto es lo más común. En el **desarrollo indirecto**, el animal juvenil sale del huevo en forma de larva y luego de una transformación llamada **metamorfosis** se convierte en un animal adulto. La transformación de una oruga en mariposa o la de un renacuajo en sapo son ejemplos de me-

tamorfosis. Casi todos los invertebrados y algunos anfibios pasan por una etapa de su ciclo de vida en forma de larva. La larva no solo tiene un aspecto muy diferente al del animal adulto, sino que también ocupa hábitats totalmente distintos. Además, casi todas las larvas se alimentan de organismos diferentes a los que comerán como adultos. Por ejemplo, las larvas acuáticas de los anfibios, los renacuajos, son principalmente herbívoras, pero el sapo adulto, que es aeroterrestre, se alimenta de insectos. Muchos insectos pasan la mayor parte de su vida como larvas mientras que los adultos solo viven unos pocos días, que aprovechan para reproducirse y casi no se alimentan.



Los mamíferos invierten mucho tiempo y energía en el cuidado de sus crías.

Cuidado de las crías

El **cuidado parental** es la manera en que los animales protegen a sus crías. Es una inversión de tiempo, energía y recursos por parte de uno o ambos progenitores a su descendencia a fin de garantizar su supervivencia. La gran mayoría de los invertebrados, algunos anfibios y los reptiles no cuidan a sus crías y los huevos se desarrollan por sí solos. Sin embargo, existen excepciones como ocurre en algunas especies de ranas, en las que el macho cuida los huevos y cuando los renacuajos nacen, los transporta en su espalda. Los cocodrilos, por ejemplo, transportan a sus crías dentro de su boca para protegerlos de los depredadores. Las aves y los mamíferos, por otra parte, hacen grandes esfuerzos para incrementar las posibilidades de supervivencia de sus crías, protegiéndolas de los depredadores, la falta de alimento, la deshidratación y otra serie de peligros.

En los casos en los que no existe cuidado parental, es necesario que el número de crías que se producen sea mayor para asegurar que al menos algunas sobrevivan. Esto se debe a que, al no estar protegidas ni alimentadas, la mayoría muere al poco tiempo de vida. En las especies de animales en las que existe cuidado parental, el número de crías es menor, ya que se invierte mucha energía en su cuidado y las chances de que sobrevivan son mayores.

Actividades

1. ¿Qué diferencias encuentran entre el desarrollo directo y el indirecto?
2. ¿Qué diferencias hay entre la larva y el adulto?
3. ¿Cómo se llama el proceso por el cual las larvas sufren cambios importantes en su forma corporal para transformarse en adultos? Den un ejemplo.
4. ¿Qué es el cuidado parental y cuál es su finalidad?
5. ¿Qué relación encuentran entre la cantidad de descendencia que dejan los animales que no cuidan a sus crías y los que sí lo hacen? ¿Por qué?

El fijismo de las especies

La idea de que la biodiversidad cambia con el tiempo es relativamente nueva y no fue siempre concebida de esa manera. Así como ocurría con las explicaciones acerca del origen de la vida, durante la Edad Media (siglos v a xv) todos los fenómenos naturales se interpretaban a partir de los textos bíblicos. Se pensaba que los seres vivos eran la obra de la creación de Dios y que, una vez creados, los seres vivos no habían sufrido ningún tipo de modificación posterior. Esta concepción de los organismos como entidades estáticas a lo largo del tiempo recibe el nombre de **fijismo**.

El cuestionamiento de las explicaciones religiosas para los fenómenos naturales comenzó en el Renacimiento (siglos xv y xvi), época de transición entre el pensamiento medieval y el moderno. Muchos pensadores de esa época fueron perseguidos y condenados por pensar en forma diferente, como Galileo Galilei. Fue en el siglo xvii cuando tuvieron lugar las primeras investigaciones de los fenómenos naturales sobre bases científicas, con lo que se inició así la ciencia moderna. Novedosas ideas surgieron en esta época, desde la sustitución de la Tierra como centro del universo por el heliocentrismo*, hasta las primeras leyes sobre el movimiento, propuestas por Newton. El nacimiento de la Física, la Astronomía y la Matemática fue la base para que en el siguiente siglo (xviii) comenzaran los primeros estudios científicos sobre la vida.

Paralelamente a la pérdida de la imagen de un mundo sin cambios ni movimiento, los naturalistas del siglo xviii tuvieron a su alcance grandes cantidades de plantas y animales nuevos, que fueron recolectados en los viajes exploratorios alrededor del mundo. Fue inminente entonces la necesidad de ordenar estas colecciones, y establecer criterios para clasificar a todas las especies conocidas hasta el momento. En el año 1735, Carlos Linneo (1707-1778) publicó una obra, *Systema naturae*, en la que presentó el primer **sistema de clasificación formal** para los reinos vegetal y animal. El ordenamiento propuesto por este naturalista seguía un esquema jerárquico, con categorías superiores, como los reinos, que incluyen a otras inferiores, como los géneros y las especies. Linneo era fijista, ya que estaba convencido de que los organismos que él clasificó habían sido creados por Dios y permanecían inmutables desde ese entonces. Por eso, consideraba que el sistema que desarrolló reflejaba el plan divino de la creación.

El sistema de clasificación linneano fue tan útil que se sigue utilizando en la actualidad. Por otro lado, este primer ordenamiento de la biodiversidad permitió comparar a los distintos grupos de seres vivos, y fue la base sobre la cual se comenzó a pensar la historia de la vida en la Tierra.

Actividades

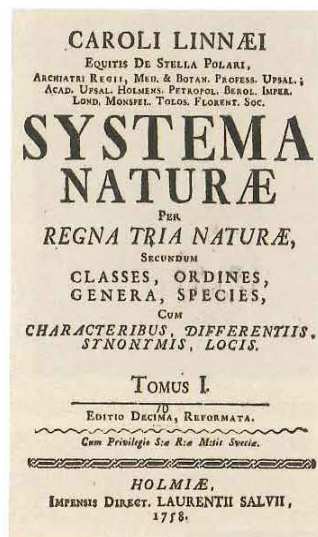
1. Respondan las siguientes preguntas.

- ¿Qué propone el fijismo acerca de los seres vivos?
- ¿En qué momento histórico comienza a cuestionarse el fijismo?
- ¿Cuál fue el aporte de Linneo para el estudio de la biodiversidad?
- ¿Pensaba Linneo que la biodiversidad sufría modificaciones a lo largo del tiempo? Justifiquen su respuesta.



Galileo Galilei (1564-1642)

Astrónomo y físico italiano. Es considerado el padre de la astronomía moderna. Construyó el primer telescopio astronómico. Fue condenado en el año 1633 por el Santo Oficio por su idea de que la Tierra se movía alrededor del Sol.

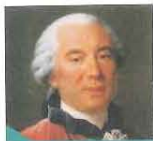


Portada de la décima edición de *Systema naturae*, publicada en el año 1758 por Linneo. En esta obra se establecen las bases para la clasificación actual de los animales.

Glosario

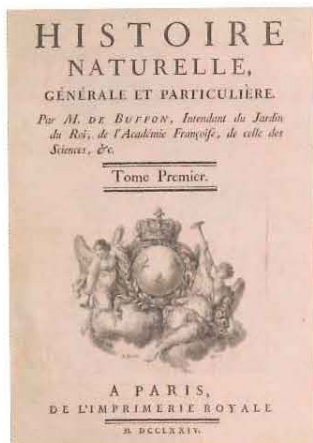
heliocentrismo: modelo

astronómico según el cual la Tierra y los planetas se mueven alrededor del Sol.



**Georges Louis Leclerc,
conde de Buffon (1707-1788)**

Naturalista francés. Estudió Derecho en la Universidad de Dijon. En 1728 se trasladó a Angers para satisfacer su vocación, y allí estudió Medicina, Botánica y Matemática. En 1749 se publicó su famosa obra *Historia Natural (Histoire Naturelle)*.



Histoire Naturelle, la famosa obra del conde de Buffon.



Charles Lyell (1797-1875)

Geólogo escocés. Desarrolló la teoría de la uniformidad, que establecía que los procesos naturales que cambiaban la Tierra en el presente son los mismos que actuaron en el pasado. Realizó numerosas observaciones que incluyó en su obra *Principios de geología*, en la que refuta la teoría de las catástrofes como motor de los cambios geológicos.

Las primeras ideas transformistas de las especies

Las contribuciones del conde de Buffon, Hutton y Lyell

Uno de los primeros naturalistas en cuestionar el fijismo de las especies fue el francés George Louis Leclerc, más conocido como el conde de Buffon. Desarrolló su interés por la historia natural después de haber sido nombrado por Luis XV en 1739 como director del jardín *du Roi de París*. En ese entonces se propuso producir un catálogo de las especies de plantas, animales y minerales para una colección real. Su proyecto fue un tanto ambicioso y transformó su tarea en la creación de una historia completa de todos los animales, plantas y minerales de la naturaleza. En 1749 se publicaron los tres primeros volúmenes de su famosa obra *Historia Natural (Histoire Naturelle)*. Sin embargo, la importancia de la obra de Buffon no fue solo su carácter enciclopedista, sino que propuso que nuestro planeta habría sufrido procesos de cambio y transformación. Ligaba los procesos geológicos con los procesos básicos de la historia de la vida. Argumentaba que si bien la creación divina había provisto un número reducido de especies, estas se habrían ido transformando y diversificando a lo largo del tiempo. Es decir que los diferentes organismos existentes en la actualidad descienden de unas pocas formas preexistentes. A este tipo de pensamiento se lo conoce como **transformista**.

Uno de los problemas que enfrentaba el pensamiento transformista de las especies era la edad de la Tierra. Para ese entonces, los teólogos cristianos sostenían que la Tierra tenía aproximadamente 6.000 años de antigüedad ya que contaban las sucesivas generaciones desde la creación de Adán, según la Biblia. Resultaba fundamental establecer que la edad de la Tierra era muchísimo mayor, para admitir que las especies pudieron haber sufrido modificaciones a lo largo de millones de años. El geólogo escocés James Hutton (1726-1797) propuso mediante su teoría llamada **uniformista** que la Tierra habría sido formada por procesos lentos y graduales, como la acción del agua o los fenómenos climáticos, y que la superficie terrestre se hallaba en constante proceso de cambio. Respaldó su teoría con el hecho de que si las capas de rocas de miles de metros de espesor se hubieran formado mediante procesos naturales lentos, hubiera sido necesario que transcurrieran millones de años. El geólogo Charles Lyell refinó las ideas de Hutton y concluyó que el efecto lento, constante y acumulativo de las fuerzas naturales habría provocado un cambio continuo en la Tierra. En su obra *Principios de geología* llegó a afirmar que la Tierra se originó hace miles de millones de años. Este libro tuvo un profundo efecto en Charles Darwin, quien lo leyó durante su viaje.

Actividades

1. ¿Qué ideas aportaron Buffon, Hutton y Lyell?
2. ¿Por qué resultaba fundamental determinar la edad de la Tierra? ¿En qué evidencias se basaron Hutton y Lyell para determinar que la Tierra tenía miles de millones de años de antigüedad?

La teoría de Lamarck

A fines del siglo XVIII, las discusiones acerca de si las especies cambiaban a lo largo del tiempo y cómo lo hacían alcanzaron su máximo nivel. En 1801, un naturalista francés llamado Jean Baptiste de Monet, caballero de Lamarck, propuso una teoría. Lamarck dedicaba gran parte de sus investigaciones a los organismos unicelulares y a los animales invertebrados. Clasificó a los invertebrados desde las formas más simples a las más complejas. También estudió fósiles y observó que las formas más simples se encontraban en los estratos más antiguos, mientras que en los estratos más jóvenes se encontraban fósiles con formas más parecidas a las actuales. Propuso como teoría que todas las especies, incluido el ser humano, descienden de otras especies y que existía una fuerza en la naturaleza que obligaba a las especies a cambiar, desde formas vivas muy simples hacia más complejas.

Para explicar esta evolución, planteó la teoría de los **caracteres adquiridos** según la cual los seres vivos poseían una fuerza interna que los impulsaba a cambiar para poder adaptarse a los cambios que se producían en el ambiente. Aquellos órganos que se utilizaban con mucha frecuencia se desarrollaban más, y los que no se usaban tendían a atrofiarse y a desaparecer. Estos cambios en el cuerpo de los organismos que ocurrían durante sus vidas eran transmitidos a sus descendientes, y las crías nacían con esas nuevas características. Un ejemplo de esto es la descripción acerca del origen del cuello largo de las jirafas. Según esta teoría, las jirafas en un principio tenían cuellos cortos y se alimentaban de las hojas de las ramas más bajas. Como todas comían de esas mismas ramas, resultaba conveniente alcanzar las hojas de las ramas más altas. Las jirafas, con el afán de alcanzarlas, estiraban su cuello durante toda su vida y lograban estirarlo unos pocos centímetros. Como el cuello era un órgano que estaba siendo muy utilizado, se desarrollaba cada vez más. Las crías de estas jirafas heredaban las características que sus progenitores desarrollaban a lo largo de su vida, entonces nacían con el cuello más largo. Al cabo de varias generaciones, las jirafas fueron cambiando su aspecto y desarrollaron cuellos largos, que les permitieron alimentarse de las hojas de las ramas más altas. Como consecuencia de este proceso, el cuello largo de las jirafas actuales sería el resultado del estiramiento heredado de las jirafas ancestrales de cuello corto.

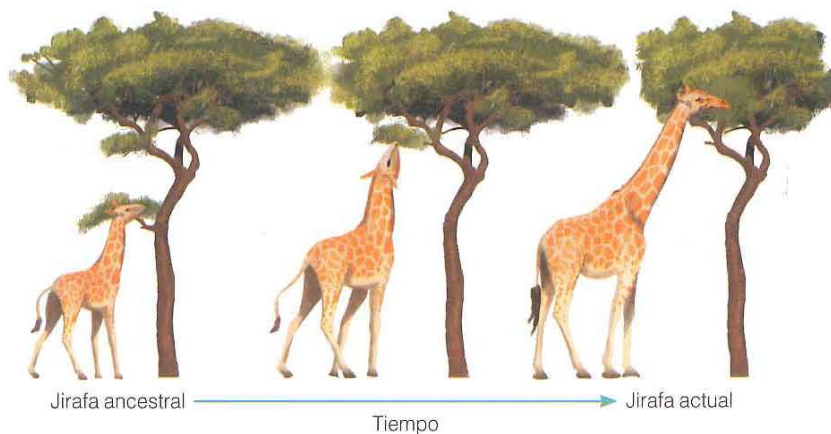


Jean-Baptiste de Monet de Lamarck (1744-1829)

Biólogo francés. Se formó en la carrera eclesiástica y luego se enroló en la infantería, que dejó por problemas de salud y se trasladó a París. Allí estudió Medicina y Botánica. Fue miembro de la Academia Francesa de Ciencias, trabajó en el *Jardin du Roi* hasta que se reconvirtió en el Museo Nacional de Historia Natural.

Actividades

1. Enumeren las ideas principales de la teoría de la evolución según Lamarck.
2. Expliquen, según la teoría de Lamarck, cómo los osos hormigueros pudieron haber desarrollado un hocico tan largo.



Secuencia del estiramiento del cuello de las jirafas durante sucesivas generaciones.



George Cuvier (1769-1832), zoólogo francés, defensor del fijismo de las especies y opositor de las ideas evolutivas de Lamarck.

Glosario

Anatomía comparada: disciplina encargada del estudio de las semejanzas y diferencias de los cuerpos de los seres vivos.

Paleontología: ciencia que estudia los seres vivos que habitaron la Tierra en épocas pasadas y cuyos restos se encuentran en forma de fósiles.

El gran adversario de Lamarck: George Cuvier

Las ideas evolucionistas de Lamarck encontraron una fuerte oposición por parte de George Cuvier, un poderoso y reconocido científico de la época, considerado actualmente como el padre de la Anatomía comparada* y la Paleontología*. Como fuerte defensor del fijismo de las especies, sostenía que estas habían sido creadas por Dios y se mantienen sin modificaciones a lo largo del tiempo. Su estudio de los fósiles fue exhaustivo y le hizo descubrir que la Tierra había estado poblada por faunas muy diversas a lo largo del tiempo. Observó que los fósiles debían de ser muy antiguos al estar enterrados en estratos rocosos muy profundos y que mientras más hondo estuviera el fósil y más vieja fuera la roca, más difería de cualquier forma de vida actual. Para explicar este fenómeno, propuso la **teoría de las catástrofes**. De acuerdo con ella, a lo largo de la historia de la Tierra habrían ocurrido extinciones masivas provocadas por catástrofes universales, seguidas por la creación de una fauna nueva. Desde la perspectiva del catastrofismo, apoyaba la idea de que la edad de la Tierra solo debía rondar los 6.000 años de antigüedad, lo que difería de Charles Lyell, cuyo gradualismo requería millones de años. Cuvier sostenía que los cambios que proponía Lamarck tampoco habrían sido posibles en un lapso tan breve de tiempo.

Cuvier revolucionó las clasificaciones del reino animal basándose en la Anatomía comparada y rompiendo con la idea anterior de que todos los animales formaban una línea continua, desde los más simples hasta el ser humano. Para llevar a cabo esta clasificación, se fijó en la estructura interna del cuerpo del animal más que en las características externas. Uno de los principios que aplicó fue que todas las partes del cuerpo de un animal están relacionadas entre sí y forman un todo coordinado. Sostenía que el diseño eficiente de cada animal era la prueba de que este no podría haber variado desde su creación.

Cuvier fue un influyente y firme adversario de las teorías de la evolución y, con su brillante personalidad, llegó a destruir la carrera científica de Lamarck, a quien desprestigió permanentemente.

Hoy en día se sabe que la Tierra tiene una antigüedad cercana a los 4.600 millones de años y se acepta que las especies van cambiando a lo largo del tiempo, lo que da lugar a otras especies. Si bien el mecanismo que propuso Lamarck sobre cómo ocurrían los cambios evolutivos en los seres vivos no es correcto, fue un adelantado para su época, ya que hablaba de **evolución** y **adaptaciones de los seres vivos**, dos conceptos fundamentales para poder explicar la enorme diversidad de seres vivos que existe en nuestro planeta. Unos pocos años más tarde, Darwin y Wallace dieron una explicación de cómo opera el proceso evolutivo, que sería aceptada hasta la actualidad por la comunidad científica.

Actividades

1. ¿Quién fue el gran adversario de las ideas evolutivas de Lamarck? ¿Qué ideas sostenía este científico, que no coincidían con las de Lamarck? ¿Por qué logró desprestigiar a Lamarck?

El viaje de Darwin a bordo del *Beagle*

Casi medio siglo después de que Lamarck propusiera que los seres vivos no eran entidades estáticas, el debate entre transformismo y fijismo tuvo un nuevo gran protagonista: Charles Darwin. Las ciencias naturales eran muy populares en Inglaterra en el momento en que nació y, probablemente por esa razón, ya desde pequeño coleccionaba piedras, insectos y flores. A los 22 años recibió una oferta que cambiaría su vida y la de la historia de la Biología: embarcarse como naturalista a bordo del velero *Beagle*. La expedición duró 5 años e incluyó la exploración de las costas de Sudamérica, África y Oceanía. El objetivo principal de la expedición era recoger datos cartográficos*.

Durante el viaje, Darwin tuvo la oportunidad de observar una enorme cantidad de animales, plantas, fósiles y paisajes, cuyas características y distribución le generaron nuevas preguntas. Estas observaciones fueron detalladamente registradas en su diario, que luego publicaría en el año 1839 bajo el título de *El viaje del Beagle*. También recolectó gran cantidad de especies animales y vegetales, realizó investigaciones geológicas en Sudamérica y hasta descubrió una nueva especie de delfín. Las observaciones de Darwin durante la expedición estuvieron fuertemente influenciadas por un libro que estaba leyendo en ese momento: *Principios de la geología*, de Charles Lyell. En su trabajo, Lyell proponía que los paisajes de la Tierra son producto del efecto de procesos lentos y constantes que modifican su superficie, y que su edad era de millones de años y no de unos pocos miles. Darwin corroboró la hipótesis de Lyell con varias observaciones durante su viaje. Por ejemplo, en Cabo Verde descubrió que uno de los estratos blanquecinos elevados en la roca volcánica contenía restos de conchillas. Esto podía ser fácilmente interpretado, considerando que el relieve de ese lugar se había formado mediante surgimientos y hundimientos a lo largo de grandes períodos. De este modo, la experiencia de Darwin en la geología, ciencia a la que también hizo importantes aportes, fue crucial para sus posteriores explicaciones sobre los cambios de los seres vivos en el tiempo.



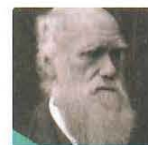
Mapa con el recorrido realizado por el *Beagle* entre los años 1831 y 1836.

Curiosidades ▶

El velero *Beagle* pesaba 240 toneladas y llevó a bordo a 76 personas, entre ellos a Charles Darwin. Su salida del puerto de Plymouth estuvo postergada por más de un mes debido al mal tiempo.

Glosario

cartografía: disciplina que se ocupa de la elaboración, producción y estudio de los mapas.



Charles Darwin (1809-1882)

Naturalista inglés. Su obra más famosa, *El origen de las especies por medio de la selección natural*, fue publicada en 1859. Escribió otros trabajos sobre sus investigaciones botánicas y zoológicas, e incluso sobre evolución humana, como *El origen del hombre y de la selección en relación al sexo*.

Actividades

1. ¿A qué actividades se dedicó Charles Darwin durante el viaje en el *Beagle*? ¿Cuánto tiempo le llevaron y en qué lugares las realizó?
2. Expliquen cómo las ideas de Lyell influenciaron en las observaciones de Darwin durante su viaje.

Charles Darwin

Durante su viaje, Darwin observó la distribución espacial y temporal de algunas especies. A partir de estas observaciones elaboró su teoría de la evolución.

En la pampa argentina encontró restos fósiles de megaterios, toxodontes y gliptodontes, grandes mamíferos ya extinguidos, semejantes a los armadillos que vivían en el lugar. La relación geográfica y morfológica entre la fauna actual de la región y la extinta le llamó poderosamente la atención:

"[...] me había impresionado profundamente al descubrir en la formación de las pampas el parecido entre los grandes animales fósiles cubiertos por caparazón y los armadillos existentes. Era evidente que hechos como estos, al igual que muchos otros, podían explicarse bajo el supuesto de que las especies se modificaban gradualmente. El tema me obsesionó [...]".

La sucesión espacial de especies muy similares a lo largo de Sudamérica fue otro de sus hallazgos. El reemplazo geográfico de un tipo de ñandú, el choique, por el ñandú común en el sur argentino, lo llevaron a pensar que las especies cambian a través del tiempo, y que este cambio luego se ve reflejado en el espacio.

En las islas Galápagos, en Ecuador, Darwin encontró un grupo de aves llamadas pinzones, y detectó que no todas eran iguales. Reconoció trece especies que diferían en el ambiente en el que vivían (desde las copas de los árboles hasta el suelo), en sus hábitos alimentarios (algunos eran herbívoros y otros, insectívoros) y en cada isla había especies diferentes. Estas especies no se encuentran en ningún otro lugar del mundo, excepto una de ellas, que vive en el continente más cercano, a 1.000 km de distancia. ¿Cómo explicó Darwin, posteriormente, esta distribución de los pinzones? Propuso que habían surgido a partir de un tipo ancestral, presente en el continente y que las variaciones entre las distintas especies se habrían ido acumulando con el tiempo al permanecer unas aisladas de las otras.



Restos fósiles de un gliptodonte, mamífero extinto hace más de 10.000 años. Estos animales medían entre 1,5 y 4 metros de largo, y podían pesar hasta 2.000 kg.



El armadillo es un mamífero que tiene un caparazón dorsal formado por placas. Mide entre 30 cm y 1,5 m. La especie más grande que vive en la actualidad, el armadillo gigante, puede superar los 60 kg de peso.



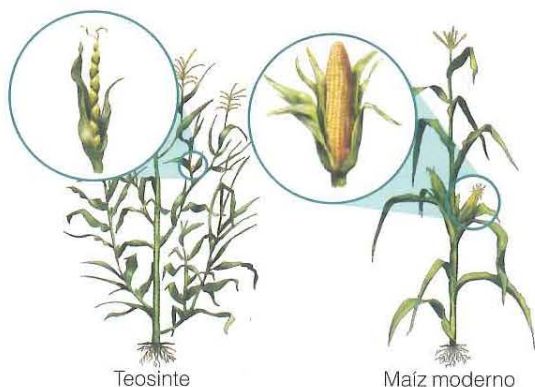
Actividades

1. ¿Qué diferencias y qué similitudes encuentran entre el gliptodonte y el armadillo?
2. ¿Cómo pueden explicar la similitud entre el gliptodonte y el armadillo?
3. ¿Cómo explicó Darwin la existencia de dos especies de ñandúes muy similares que habitan en regiones vecinas?
4. ¿Cómo explicó Darwin que en las islas Galápagos había trece especies diferentes de pinzones pero solo un tipo en el continente?

Teoría de la selección natural

Glosario

teosinte: conjunto de plantas similares al maíz pero más pequeñas. Todas ellas pertenecen al género *Zea*, y no son cultivadas por el ser humano: son nativas.



Maíz comercial, obtenido por selección artificial a partir del teosinte.



Thomas Malthus (1766-1834)

Economista y sacerdote inglés. Sus obras principales son *Ensayo sobre el principio de la población* (1789) y *Principios de economía política* (1817). Intentó explicar la desigualdad económica, la miseria y la pobreza de las masas trabajadoras recurriendo a las leyes de la naturaleza.

Darwin llegó a la conclusión de que los seres vivos cambiaban a través del tiempo, pero aún quedaba sin resolver cuál era el proceso que explicaba esos cambios. Dos fueron las fuentes que inspiraron al naturalista para responder a esta pregunta: el proceso de selección artificial que practicaban los criadores de ganado y el concepto de lucha por la existencia de Malthus.

La **selección artificial** es una técnica que aplica el ser humano desde épocas remotas para mejorar las características de los animales y cultivos. Consiste en elegir para cruzar organismos que tienen rasgos que son interesantes para el criador, por ejemplo, vacas y toros que tengan una buena calidad de carne. Así, a lo largo de varias generaciones, la descendencia tendrá estas características deseadas bien desarrolladas. Por este proceso se han generado todos

los vegetales que consumimos actualmente, los diferentes tipos de ganado y las distintas razas de perros. Un interesante caso de selección artificial es el del maíz, una de las primeras plantas cultivadas, desde hace entre 7.000 y 10.000 años. La hipótesis más fuerte sobre su origen sostiene que el teosinte* es su ancestro silvestre, y que los aborígenes mexicanos lo habrían domesticado. Esto significa que habrían ido cruzando por muchas generaciones aquellos teosintes con granos de mayor tamaño hasta finalmente obtener una variedad similar a la del actual maíz.

Darwin no había estudiado solo la experiencia de los criadores de ganado, sino que él mismo hizo experimentos con palomas caseras, en los que obtuvo variedades con rasgos deseados. La selección artificial fue entonces una primera evidencia de cómo un proceso de selección podía modificar las características de las poblaciones en el tiempo.

La siguiente pregunta que se hizo Darwin fue qué o quién era responsable de ejercer esta selección en la naturaleza. La lectura del libro de Thomas Malthus, *Ensayo sobre el principio de la población*, le dio la clave para esto. En esta obra, Malthus propone que la población humana crece más rápidamente que los recursos alimenticios. Al ser los recursos cada vez más escasos, predice que dentro de la población se desatará una feroz lucha por la existencia. Esta idea interesó profundamente a Darwin, y le llevó a pensar que en las poblaciones naturales podría ocurrir algo similar. Las palabras con las que el naturalista lo explicó son: "Como de cada especie nacen muchos más individuos de los que pueden sobrevivir, y como, en consecuencia, hay una lucha por la vida, que se repite frecuentemente, se sigue que todo ser, si varía, por débilmente que sea, de algún modo provechoso para él bajo las complejas y a veces variables condiciones de la vida, tendrá mayor probabilidad de sobrevivir y, de ser así, será naturalmente seleccionado. Según el poderoso principio de la herencia, toda variedad seleccionada tenderá a propagar su nueva y modificada forma". A este proceso por el cual se conservan las diferencias y variaciones individualmente favorables y se destruyen las que son perjudiciales, Darwin lo llamó **selección natural** o supervivencia de los más aptos.

Analicemos más en detalle cómo Darwin explicó los cambios de las especies en el tiempo mediante el mecanismo de selección natural. Él propuso que en las poblaciones naturales existen individuos con características ventajosas o perjudiciales en un determinado ambiente. Cuando los recursos escasean, tendrán más probabilidad de sobrevivir y en consecuencia de dejar descendencia, los individuos portadores de las características ventajosas. Es así que, generación tras generación, el porcentaje de individuos con características ventajosas irá aumentando en la población.



Un caso interesante de selección natural es el de las mariposas del abedul (*Biston betularia*) de Gran Bretaña. Dentro de esta especie, existen dos variedades, la clara y la oscura. Antes de la Revolución Industrial, la variedad clara era la más abundante. Esto se debía a que gracias a sus alas blancas con motas parduscas, se camuflaba muy bien con los líquenes que crecían en las cortezas de los árboles, y lograban pasar inadvertidas para las aves que se alimentaban de ellas. En cambio, las mariposas oscuras eran menos abundantes y tenían menos probabilidad de supervivencia, ya que las aves las detectaban con facilidad y las predaban. Es decir que el color de la variante clara era una característica ventajosa, y por lo tanto los individuos portadores de esta podían llegar a la madurez sexual y dejaban más descendientes que los individuos oscuros. A finales del siglo XVIII, el ambiente en el que vivían estas mariposas sufrió grandes cambios. La quema masiva de carbón de las fábricas que tuvo lugar durante la Revolución Industrial generó gran cantidad de hollín, que ennegreció las cortezas de los árboles. Como consecuencia, las mariposas claras empezaron a ser más notorias y fácilmente detectables por las aves, mientras que las oscuras lograban camuflarse mucho mejor. En menos de 50 años se invirtió la proporción de las variantes: solo el 1 o 2% de la población era de color claro. Este ejemplo demuestra cómo la selección natural no tiene una dirección preferencial: no hay una característica que sea mejor que otra, sino que **la ventaja depende del ambiente**.

La variante clara de la mariposa del abedul se camuflaba sobre la corteza de los árboles. En cambio, la variante oscura era fácilmente detectada por sus predadores: las aves.

Actividades

1. Completen el siguiente cuadro sobre la selección artificial y la selección natural.

	Selección artificial	Selección natural
¿Tiene una finalidad? ¿Cuál?		
¿Sobre qué poblaciones ocurre?		
¿Cuál es la "presión" que ejerce la selección?		
¿Cuál es el resultado?		

2. Respondan las siguientes preguntas.

- ¿Cuál es el motivo para que haya una "lucha por la vida" en la naturaleza?
- ¿Cuál es la consecuencia de esta "lucha por la vida" en la naturaleza?
- ¿Qué determina que un organismo sea naturalmente seleccionado?

3. ¿Por qué piensan que tiene que haber individuos con distintas características para que pueda ocurrir la selección natural? Dicho de otra manera, ¿podría haber selección natural si todos los individuos de una población fueran iguales? ¿Por qué?

Conceptos clave para comprender la selección natural

La teoría de la selección natural se basa en algunos conceptos que no son intuitivos. Es por esto que puede ser mal interpretada. A continuación analizaremos algunas de estas ideas clave para comprender el mecanismo propuesto por Darwin.

La selección natural actúa sobre poblaciones

Las ideas relacionadas con la selección natural se basan en un modo de pensamiento poblacional. No son los individuos los que evolucionan, sino las poblaciones. La existencia de los organismos es breve, pero no así la de su material genético, que se transmite de generación en generación. A diferencia de los individuos, las poblaciones son sistemas que tienen continuidad temporal.

La variabilidad dentro de la población es previa a la selección natural

Las especies no son agrupaciones de individuos idénticos, sino que existe una gran variedad entre ellos. La existencia de estas variaciones, lejos de ser "desviaciones" de un "tipo", es un requisito para que pueda actuar la selección natural. Si todos los individuos fueran iguales, no habría algunos que tuvieran características más ventajosas que otros, y entonces no hay forma de que haya ningún tipo de cambio.

Llamamos **variabilidad** de una especie a las diferencias entre los individuos que la componen. Estas diferencias pueden ser visibles (como el tamaño de los perros o el color del pelo en los seres humanos) o no visibles (por ejemplo, las diferencias en el material genético). La variabilidad puede estar determinada por el material genético o ser consecuencia del ambiente. Solo la primera de ellas es importante para la selección natural, ya que es la única que pasará a las próximas generaciones. La variabilidad genética es además fundamental para mantener la continuidad de la especie. Tener distintas variantes que sobrevivan a diferentes condiciones es de gran ventaja en los cambiantes ambientes naturales.

El ambiente ejerce la presión que selecciona las variantes más aptas

Las restricciones que impone el ambiente a los organismos son las que determinan qué individuos podrán llegar a la madurez sexual y reproducirse. La **presión de selección** es el factor del ambiente que beneficia la supervivencia y reproducción de ciertas variantes dentro de la población y perjudica a otras. En el ejemplo de las mariposas del abedul, la presión de selección era la predación de las aves, ya que son las aves las que seleccionan al cazar cuál variante es más apta según el color de la corteza de los árboles.

El más apto es el que deja mayor número de descendientes

Darwin propuso en su teoría que los organismos que tuvieran mayor probabilidad de sobrevivir y de propagarse en el tiempo son los más aptos. Los individuos más aptos no son entonces los más fuertes, sino aquellos que dejan más descendientes. Una variante es seleccionada positivamente cuando posee ciertas características que, en determinado ambiente, le permiten sobrevivir y dejar más descendientes que las otras variantes. A estas diferencias en la capacidad para reproducirse de las variantes de una población se la llama **reproducción diferencial**.



La especie *Canis lupis familiaris* (perro doméstico) incluye gran cantidad de variantes o individuos con distintas características.



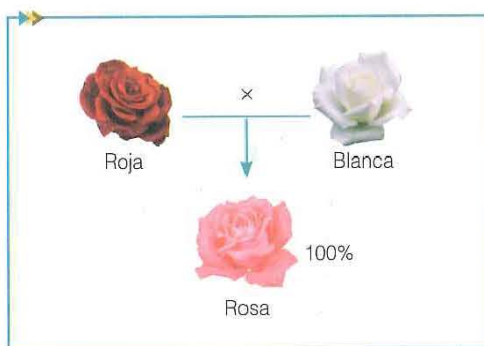
Dentro de la especie *Impatiens walleriana* (alegría del hogar) pueden encontrarse distintas variantes de plantas con flores de diferentes colores.

Las características ventajosas deben ser heredables

Para que una característica cambie su porcentaje dentro de una población en el tiempo debe poder pasar de una generación a otra, es decir, debe ser heredable. Aunque Darwin sabía que ciertos rasgos se transmitían de padres a hijos, no pudo explicar en su teoría cómo sucedía esto. El naturalista propuso el **mecanismo de herencia mezclada**, que supone que las características de los progenitores se mezclan en sus descendientes. Si esto fuera válido, los hijos tendrían una apariencia intermedia respecto de la de los padres. La herencia mezclada fue el punto más atacado por los adversarios a la teoría de la selección natural: si las características se mezclaban, se irían diluyendo en las siguientes generaciones hasta ser imperceptibles.

El mecanismo por el cual las características se transmiten de una generación a la siguiente fue explicado por otro naturalista, Gregor Mendel. A pesar de la coincidencia en la época entre el trabajo de Darwin y de Mendel, ellos no compartieron los resultados de sus investigaciones. Es más, las ideas mendelianas fueron valoradas muchos años después de su muerte. La gran contribución de Mendel fue demostrar que las características heredadas eran llevadas en el material genético. Es por eso que a Mendel se lo conoce como el padre de la genética.

La combinación de los aportes de la genética y la teoría de la selección natural tuvo lugar entre 1920 y 1950, aproximadamente. Fue el resultado del trabajo de muchos investigadores, entre los que puede nombrarse a Theodosius Dobzhansky y Julian Huxley. Esta nueva teoría se conoce como **síntesis neodarwiniana** o **teoría sintética de la evolución**.



Gregor Mendel (1822-1884)

Monje y naturalista austriaco.

Realizó cruces entre variedades de arvejas a partir de las cuales propuso las leyes básicas de la herencia. Publicó sus resultados en 1866, pero fueron ignorados por la comunidad científica hasta el año 1900, cuando otros investigadores los redescubrieron.

Según el mecanismo de la herencia mezclada, la descendencia de la cruz de una flor roja y una blanca debería ser de color rosa.

Actividades

1. Analicen la siguiente situación y respondan las preguntas.

Cuando una persona está enferma por el ingreso de una bacteria en su cuerpo (es decir, tiene una infección bacteriana), le indican tomar antibióticos. Hay diferentes tipos de antibióticos, con distintos efectos, pero básicamente todos tienen en común que detienen el crecimiento de las bacterias. Sucede a veces que, dentro de la población bacteriana, hay algunos pocos individuos que son resistentes al antibiótico, es decir, el antibiótico no impide que se reproduzcan. Estos individuos son los que luego de la ingesta del antibiótico sobreviven, y aumentan su proporción dentro de la población.

a. ¿Cuál es la población que se menciona en el texto,

sobre la que actúa la selección natural?

b. ¿Cuáles son las dos variantes dentro de esta población con relación a la resistencia a los antibióticos?

c. ¿Qué variante era la predominante antes de que se aplicara el antibiótico?

d. ¿Qué variante será la predominante luego de que se aplique el antibiótico?

e. ¿Cuál es la presión de selección que actuó sobre la población, modificando los porcentajes de cada variante?

f. Las bacterias, ¿se volvieron resistentes al aplicar el antibiótico o la resistencia era previa?

g. ¿Cuál es la variante más apta luego de la aplicación del antibiótico?

Alfred Wallace

La evolución por selección natural es conocida como "darwinismo", pero en realidad tuvo dos diferentes autores que llegaron a la misma idea. Alfred Russel Wallace (1823-1913) fue un naturalista que estudió la distribución geográfica de las especies; y obtuvo las mismas conclusiones a las que había llegado Darwin.

" Toda especie ha comenzado a existir coincidiendo en espacio y tiempo con otra especie preexistente y estrechamente ligada a ella".

En febrero de 1858, Wallace envió su ensayo *Sobre la tendencia de las variedades a diferenciarse indefinidamente del tipo original* al ya reconocido naturalista, pidiéndole ayuda para hacer pública su teoría. Cuando Charles Darwin lo leyó, se quedó sorprendido y temió ser adelantado a la hora de presentar sus conclusiones. Los mentores de Darwin, Charles Lyell y Joseph Hooker, llegaron a lo que se ha dado en llamar un "arreglo delicado": presentaron la teoría de ambos autores en la Sociedad Linneana de Londres en julio de 1858. Wallace se enteró de esto después y demostró su total aceptación, declarando que sus ideas hubieran pasado desapercibidas sin el apoyo de Darwin. De hecho, consideró que había sido de mucha ayuda para ganar una posición en la comunidad científica de la época. En los siguientes años, los dos naturalistas mantuvieron una activa correspondencia. Este es un fragmento de una carta que Darwin envió a Wallace en mayo de 1860:

"He recibido esta mañana su carta de Amboyna del 16 de febrero, que contiene algunas acotaciones tuyas y la demasiado alta aprobación que hace de mi libro. Su carta me ha agradado mucho... Antes de contarle sobre el progreso de opinión sobre el tema, déjeme decirle cómo he admirado la manera generosa con que usted se expresa de mi libro: la mayoría de las personas, en su posición, habrían sentido amargos celos y envidia... Qué noblemente libre parece usted de ese defecto común de la humanidad. Pero usted habla demasiado modestamente de usted mismo. De haber tenido el tiempo libre que yo tengo, usted habría hecho este trabajo tan bien o tal vez mejor que yo... Y aquí hay una cosa curiosa: un Sr. Pat Matthews, un escocés, ha publicado en 1830 un trabajo sobre maderas de navegación y arboricultura, y en un apéndice, en media docena de párrafos da muy clara, aunque brevemente, nuestra visión de la selección natural. Mi hermano, que es un hombre muy sagaz, solía decir: 'Siempre encontrarás que alguien ha estado allí antes que tú'. Sigo trabajando en mi compromiso mayor, que lo publicaré en volúmenes separados, pero por mala salud y la multitud de cartas que recibo, estoy avanzando lenta, muy lentamente".

Actividades

1. Propongan explicaciones para el hecho de que dos naturalistas distintos hayan llegado a la misma conclusión de forma independiente.
2. ¿Cómo se resolvió el conflicto por la autoría de la teoría de la selección natural entre Wallace y Darwin?

Las adaptaciones como consecuencia de la selección natural

Los individuos de una especie que tienen alguna característica favorable en un determinado ambiente compiten en mejores condiciones que aquellos que no la poseen. Son, en consecuencia, más aptos para sobrevivir y dejar más descendencia. Sus hijos heredan esa característica y, a medida que transcurren las generaciones, aumentan los individuos que poseen el rasgo favorable y disminuyen los que no lo tienen. Al cabo de muchas generaciones, los primeros ocuparán todo el hábitat y los segundos habrán desaparecido. Estas características que se fijan en una especie por selección natural bajo la presión de un ambiente determinado son adaptaciones.

Una **adaptación** es una característica que le posibilita a los individuos de una especie a sobrevivir y reproducirse en un ambiente determinado. Cuando decimos que las alas son adaptaciones de las aves, asumimos que estas estructuras les aportan beneficios para desplazarse en el medio aéreo. También pensamos que en la especie que fue el ancestro de las aves había algunos individuos con alas desarrolladas que les permitían volar, y otros sin esta capacidad. Los individuos con capacidad para volar probablemente hayan tenido más habilidad para escapar de los predadores o para conseguir alimento. Dada su mayor capacidad para sobrevivir y para reproducirse con el paso del tiempo, habrían sido dominantes en porcentaje respecto de los que no las tenían. Al cabo de muchas generaciones, la variante con alas funcionales habría ocupado todo el hábitat y la variante sin esta característica habría desaparecido.

La selección natural permite responder “por qué” todas las aves poseen alas, pero no “para qué”. En el ejemplo anterior, las alas no aparecieron en la especie ancestral de las aves por ser beneficiosas para el vuelo, sino que existían antes de que actuara la selección natural. La presencia de alas resultó beneficiosa para sobrevivir y es por eso que este carácter aumentó su presencia en las siguientes generaciones, hasta fijarse. Recordemos que las variantes existen antes de que las presiones de selección actúen sobre ellas. Es por esto que la selección natural no explica la aparición de las características adaptativas, solo su expansión en las poblaciones debido a las ventajas que implica.

Conviene entender que las adaptaciones no son finalidades. Que las alas de las aves sean adaptaciones no significa que les sirvan “para” volar, ya que sus ancestros no desarrollaron esta característica para obtener una ventaja. Pero sí podemos decir que las alas están presentes en las aves “porque” les aportaron a sus ancestros un beneficio en el ambiente aeroterrestre y son el resultado de un proceso de selección natural. La selección natural no explica “para qué” están presentes ciertas estructuras sino “por qué” lo están.

Si cada tipo de organismo se adapta a un determinado ambiente como consecuencia de la selección natural, dada la existencia de muchísimos tipos de ambientes, es esperable que en ellos habiten diferentes seres vivos adaptados a esas condiciones. Es por eso que la biodiversidad es una consecuencia de la selección natural.

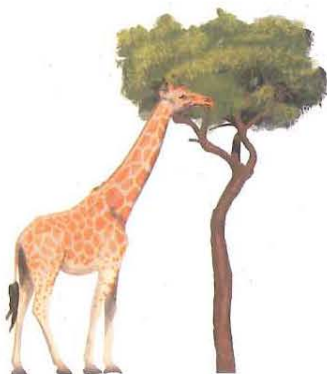


Las alas de las aves son adaptaciones de estos organismos que les permiten sobrevivir y reproducirse en el ambiente aeroterrestre.

Actividades

1. ¿Por qué las adaptaciones son consecuencia de la selección natural?
2. Expliquen por qué son incorrectas las siguientes afirmaciones:
 - a. Los osos pardos hibernan para sobrevivir bajo las condiciones adversas del invierno.
 - b. Las aves macho cantan para atraer a las hembras.

Las adaptaciones según Lamarck y según Darwin



El cuello largo en las jirafas.

Actividades

1. Expliquen cómo podrían haberse originado las siguientes adaptaciones, según Lamarck y según Darwin.

a. Las aletas de los peces, que les permiten desplazarse con gran efectividad en el medio acuático.

b. Las raíces desarrolladas de las plantas, que les permiten obtener nutrientes y un buen anclaje en el suelo.

2. Expliquen qué quiso decir Theodosius Dobzhansky con su famosa frase: "En Biología nada tiene sentido, si no es a la luz de la evolución".

Tanto Darwin como Lamarck propusieron que las adaptaciones son el resultado de un proceso de transformación poblacional, que ocurre luego de acumular cambios durante muchas generaciones. Pero ambos se diferenciaron en cuanto al **mecanismo** por el que explicaron cómo ocurrían estas transformaciones.

La idea de voluntad para el cambio y de transmisión de características adquiridas durante la vida fueron los dos puntos débiles de la teoría de Lamarck. Estos conceptos fueron mejorados por Darwin y por los autores de la teoría sintética de la evolución. Darwin demostró que esas variantes o modificaciones existen previamente a que el ambiente cambie y las seleccione. Por su parte, los aportes de la genética incluidos en la teoría sintética permitieron establecer que los caracteres que adquieren los organismos solo se transmiten a las siguientes generaciones si están codificados en el material genético. Por ejemplo, si una persona pierde un brazo durante su vida, sus hijos no nacerán sin este brazo. Lamarck explicó que las jirafas tienen el cuello largo debido a que sus ancestros lo habían estirado durante su vida para alcanzar mejor el alimento. La presencia de un largo cuello se habría transmitido a la siguiente generación, y luego de muchas generaciones esta característica se habría ido desarrollando, hasta que todas las jirafas habrían tenido cuellos largos. Darwin y Wallace dirían en cambio que hace miles de años habría existido una población de antílopes de cuello corto. Pero los antílopes no eran todos iguales y había algunos que tenían el cuello un poco más largo. Gracias a esta característica, en épocas desfavorables, los individuos de cuello más largo podían alcanzar las hojas de las ramas altas de las acacias para comer, por lo que tendrían mayor probabilidad de sobrevivir y reproducirse. Los demás irían pereciendo de hambre. Como esta característica era de origen genético, se transmitía de generación en generación. De este modo, como en cada generación se reproducían los animales de cuello más largo, cada vez los descendientes tenían el cuello más largo. Al cabo de millones de años, la totalidad de los animales eran altos, como las jirafas actuales.

¿Qué es la evolución?

La **evolución biológica** es el proceso de transformación de las especies en el tiempo. La evolución es un hecho (porque ocurre en las poblaciones naturales) y también una teoría (que propone explicar los mecanismos que operan durante este hecho). La teoría evolutiva (también llamada síntesis neodarwiniana) es uno de los pilares de la Biología, ya que da coherencia a una enorme cantidad de datos y fenómenos observables. Permite explicar el origen de la biodiversidad y de nuevas especies, además de las adaptaciones de los seres vivos al ambiente.

Para conocer más

Curtis, H., Barnes, S., Schnek, A. y A. Massarini, *Curtis Biología*, Madrid, Editorial Médica Panamericana, 2008.

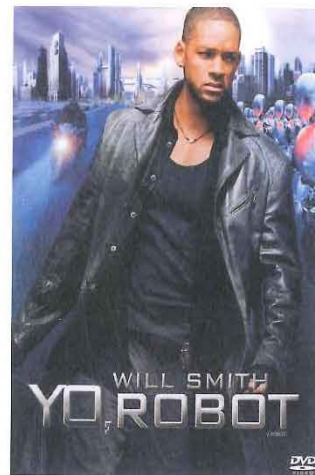
Darwin, C., *El origen de las especies*, Buenos Aires, Longseller, 2009.

Massarini, A. y R. Liascovich, *Biología 2*, Buenos Aires, Editorial Kapelusz, 2001.

Evolución tecnológica: Yo, robot

Yo, robot es una película de 2004, dirigida por Alex Proyas y protagonizada por Will Smith. Incluye algunas de las ideas de las *Series de los robots*, de Isaac Asimov, entre ellas las "tres leyes de la robótica". La primera de estas leyes dice: "Un robot no hará daño a un ser humano o, por inacción, no permitirá que un ser humano sufra daño".

La película está ambientada en el año 2035, en Chicago, donde los robots forman parte de la vida cotidiana en la Tierra y son la principal fuerza laboral de la especie humana. La historia comienza con el presunto suicidio de Alfred J. Lanning, ingeniero diseñador de robots y cofundador de la compañía. Lanning muere después de caer al vacío por la ventana de su oficina, y el detective Spooner sospecha que Lanning fue asesinado. Así, entrará en contacto con Susan Calvin, psicóloga de robots de la empresa, junto con quien descubre a un robot llamado Sonny, que parece estar fuera de control y que podría ser el asesino del Dr. Lanning. Pronto, la vida del detective se ve amenazada por diversos ataques de robots. Por medio de un estudio de Sonny, la doctora Susan Calvin descubre que el Dr. Lanning construyó un prototipo, los robots NS-5, con una aleación más densa y los dotó de un segundo cerebro positrónico*, lo que les permite desobedecer las tres leyes de la robótica. Los NS-5 comienzan a destruir a los otros robots más viejos, afines a los humanos. El ordenador central de la compañía, Viki, un cerebro positrónico que dirige a los NS-5 y había intentado matar a Spooner, posee el propósito de proteger a la humanidad de sí misma y de su instinto de autodestrucción. Viki tiene en marcha una auténtica rebelión de robots. La inteligencia artificial de la supercomputadora Viki fue creciendo y determinó que los seres humanos son una raza altamente autodestructiva, creando una ley adicional, que dice que los robots deben proteger a los humanos incluso si tienen que desobedecer la primera y segunda ley, y matar a algunos de ellos. Viki controla a los NS-5 para llevar un control global de los robots, justificando que menos personas morirán después de esta rebelión, en comparación con las que mueren en la naturaleza de la propia humanidad. Finalmente, Viki es desactivada y los NS-5 recuperan su programación original, con lo que vuelven a ser robots normales. Así, Spooner devuelve el control de los robots a los humanos, y Sonny muestra su fidelidad a la humanidad.



Película *Yo, robot*, de Alex Proyas, en la que se plantea un conflicto entre robots y humanos como consecuencia de la evolución de la inteligencia artificial.

Glosario

cerebro positrónico: artefacto tecnológico ficticio, concebido por el escritor de ciencia ficción Isaac Asimov, que opera como una unidad central de procesamiento (CPU) para los robots y les dota de cierta forma de conciencia. Es de tamaño similar al cerebro humano, pero es artificial y está ubicado en la cabeza de los robots.

Actividades

1. Resuelvan las siguientes consignas.
 - a. ¿Existe variabilidad entre los robots? Detallen cuáles son las variantes de robots que se mencionan en el texto y qué características tiene cada una.
 - b. En el texto que leyeron se relata que hay un cambio en los porcentajes de las distintas variantes de robots. ¿Cuál es la variante que pasa a ser dominante?
 - c. ¿Qué opinan sobre la inserción de robots en nuestra vida cotidiana?
 - d. Los cambios en la tecnología de los robots, ¿se dan más rápido o más lento que en los seres vivos?
 - e. Comparen cuáles son las fuerzas que determinan los cambios de los seres vivos y cuáles las que determinan los cambios tecnológicos.
 - f. ¿Qué les parece que es la "evolución tecnológica"? ¿En qué se parece y en qué se diferencia de la evolución biológica?

El subrayado

La técnica del subrayado ayuda a estar atento y activo durante la lectura para seleccionar las palabras y frases clave.



Uno de los cambios físicos durante la adolescencia es la aparición del vello facial en los varones.

Actividades

1. Elaboren una lista de actividades típicas de la niñez, y otra con actividades típicas de un adolescente.
2. Escriban tres palabras que representen el cambio de la niñez a la adolescencia.

Pubertad y adolescencia

El período de transición entre la infancia y la adultez se denomina **adolescencia**. Esta etapa se caracteriza por una serie de cambios físicos y psíquicos, y se extiende desde los 11 años hasta aproximadamente los 20 años, cuando se inicia la etapa adulta.

Se distinguen dos momentos de la adolescencia.

- ▶ **La pubertad**: período en el que ocurren cambios físicos y funcionales.
- ▶ **La adolescencia propiamente dicha**: período de desarrollo de la personalidad, caracterizado por un proceso de transición a la etapa adulta.

Los cambios de la pubertad no ocurren exactamente a la misma edad en todos los niños. Puede haber diferencias, sin que esto signifique una anomalía.

En los varones, la pubertad suele comenzar entre los 12 y los 14 años. En esa etapa, el **pene** comienza su crecimiento y los **testículos** empiezan a funcionar como productores de **espermatozoides** y de hormonas sexuales. Las **hormonas sexuales** son sustancias producidas por ciertas glándulas que estimulan la aparición de características físicas, también llamadas **caracteres sexuales secundarios masculinos**: crece vello en el pubis, el rostro, las axilas, las piernas y el pecho; la voz se hace más grave; aumenta la masa muscular; y pueden aparecer barritos, acné, etcétera. Además, es común que durante el sueño, el varón elimine involuntariamente pequeñas cantidades de semen. Este fenómeno se denomina **polución nocturna** y es característico del comienzo de la pubertad.

En las niñas, la pubertad suele comenzar entre los 10 y los 12 años. En esta etapa, los **ovarios** comienzan a funcionar como órganos productores y liberadores de **ovocitos** (habitualmente llamados **óvulos**) y hormonas sexuales. También se caracteriza por la **menarca** o **primera menstruación**. Las hormonas sexuales estimulan la aparición de los **caracteres sexuales secundarios femeninos**: los pechos se agrandan, crece vello en el pubis y las axilas, se ensanchan las caderas y se afina la cintura, y también pueden aparecer barritos o acné.

Pero no solo los cambios físicos caracterizan esta etapa. Las **emociones** y la **afectividad** también forman parte de la adolescencia. Durante la adolescencia, los jóvenes buscan su identidad, comienzan a comprender que han dejado la niñez, se preocupan por su futuro y empiezan a involucrarse más con la sociedad en la que viven.

La **sexualidad** de una persona se construye a partir de su condición de varón o de mujer, de su edad, de las costumbres, normas y valores de la sociedad en la que vive, además de su capacidad de percibir y expresar emociones. Es decir, la sexualidad está conformada por la integración de los aspectos biológicos, psicológicos, sociales y culturales de cada persona. Su **genitalidad**, en cambio, está determinada por sus órganos y hormonas sexuales.

En las páginas siguientes se describirá la variación de la anatomía de los adolescentes, y se explicarán los procesos biológicos que llevan a tal modificación.

Sistema reproductor femenino

El sistema reproductor femenino está compuesto por un conjunto de estructuras externas y un grupo de órganos internos.

Los **ovarios**, que tienen un tamaño similar al de una almendra, producen los óvulos o células sexuales femeninas. También producen dos hormonas que intervienen en el desarrollo de las características sexuales secundarias femeninas: el **estrógeno** y la **progesterona**. Cada ovario se relaciona estrechamente con un conducto denominado **trompa de Falopio**, que conduce el óvulo al útero. Las trompas están revestidas por células que poseen **cilias***, que con su movimiento ayudan en el transporte del óvulo. Si durante el trayecto por las trompas el óvulo se encuentra con un espermatozoide, se produce la **fecundación**, es decir, la unión entre una célula sexual femenina y una masculina.

El **útero** es un órgano hueco, de paredes gruesas, elásticas y musculares. Su interior está recubierto por un tejido con abundantes vasos sanguíneos, llamado **endometrio**. En su parte inferior se encuentra el cuello del útero, que se comunica con la vagina. En el útero se desarrolla el bebé durante el embarazo.

La **vagina** participa en varios procesos: allí se introduce el pene y se deposita el semen durante el acto sexual; conduce la menstruación al exterior y es el canal natural de parto.

En la vagina se encuentra la **flora vaginal**, que son un conjunto de bacterias que viven allí de manera natural y sin causar daño. Cumple un rol protector, al evitar el aumento de la cantidad de otras bacterias que pueden ser perjudiciales.

Una membrana llamada **himen** cubre total o parcialmente el orificio vaginal, y se rompe durante las primeras relaciones sexuales o durante algún ejercicio físico intenso.

Fuera de la cavidad abdominal, y cubriendo el orificio vaginal, se encuentran unos pliegues de piel llamados **labios menores**. Estos, a su vez, están protegidos por otros más gruesos, denominados **labios mayores**, en los que al comienzo de la pubertad aparece vello. Protegido por estas estructuras se encuentra el **clítoris**, un órgano muy sensible con una estructura muy similar a la del pene. La estimulación del clítoris provoca un aumento de las secreciones que lubrican la vagina, lo que facilita el ingreso del pene.

El conjunto de estructuras externas se llama **vulva**.

Glosario

cilias: organoides celulares que realizan movimientos ondulantes y rítmicos.

Curiosidades ▶

Cuando nacen, las mujeres poseen unos dos millones de ovocitos, algunos de los cuales mueren. Las adolescentes tienen unos 400 mil ovocitos, muchos de los cuales serán liberados cada mes hasta la menopausia (aproximadamente entre los 50 y 60 años), momento en el cual ya no se produce la maduración de los ovocitos.



Sistema reproductor masculino

El sistema reproductor masculino está compuesto por un conjunto de órganos, unos externos y otros internos.

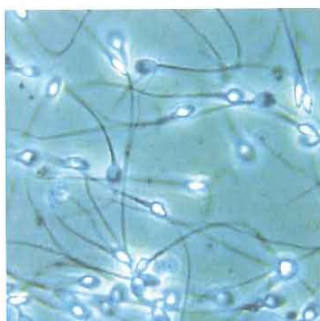
Los **testículos** son dos órganos que se encuentran dentro de un repliegue de piel llamado **escroto**, localizado fuera de la cavidad abdominal. Esta ubicación mantiene los espermatozoides a una temperatura menor que la corporal. Por encima de esta temperatura, la producción y la supervivencia de los espermatozoides se encuentra amenazada.

Los testículos cumplen dos funciones: producir espermatozoides o células sexuales masculinas, y fabricar testosterona, la hormona masculina.

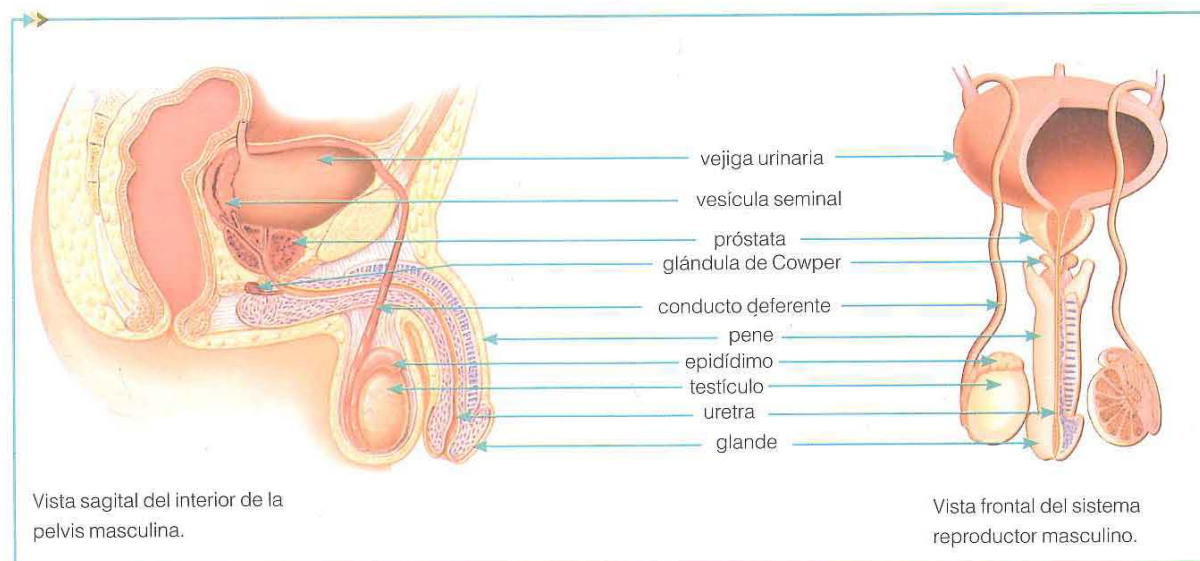
Dentro de los testículos hay una innumerable cantidad de tubos largos y muy delgados, los **túbulos seminíferos**, en los que se producen los espermatozoides. Una vez originados, los espermatozoides aún inmaduros se depositan en el **epidídimo**, un tubo colector plegado que se ubica a ambos lados de los testículos. Allí, los espermatozoides completan su maduración.

La **testosterona** interviene en la aparición de las características sexuales secundarias en los varones. Esta hormona es producida por las **células de Leydig**, ubicadas entre los túbulos seminíferos.

Una vez maduros, los espermatozoides salen de los testículos y transitan por los **conductos deferentes**. En estos conductos vuelcan sus secreciones la próstata, las vesículas seminales y las glándulas de Cowper o bulbouretrales. Dichas secreciones conforman el fluido denominado **semen**, en el cual los espermatozoides se desplazan con su cola o flagelo. Las **vesículas seminales** fabrican un líquido rico en un hidrato de carbono, la fructosa, que les sirve de alimento a los espermatozoides durante su recorrido. La **próstata** produce secreciones que mejoran las condiciones de movilidad, supervivencia y transporte de los espermatozoides. Las **glándulas de Cowper** son dos y se encuentran a ambos lados de la uretra. Secretan un líquido alcalino que neutraliza la acidez de la uretra y lubrica el pene durante el acto sexual.



Millones de espermatozoides se liberan en cada eyaculación.



Los espermatozoides, junto con el semen, luego de pasar por los conductos deferentes, son liberados hacia el exterior a través de la **uretra**. Este conducto se encuentra dentro del órgano copulador o pene, y está compartido con el sistema excretor, porque también conduce la orina desde la **vejiga** hacia el exterior. El proceso de liberación de semen a través de la uretra se denomina **eyaculación**.

El **pene** facilita el ingreso del semen en el aparato reproductor femenino. Está constituido por dos **cuerpos cavernosos**, tejido que posee espacios que ante un estímulo nervioso se llenan de sangre y producen el aumento de tamaño del pene y su rigidez. Este cambio se llama **erección**. También posee un **cuerpo esponjoso**, por donde pasa la uretra. En su extremo se encuentra el **glante**, que es la porción más sensible de este órgano. El glante está protegido por un pliegue de piel llamado **prepucio**.

Las definiciones

Conviene subrayar en el texto las definiciones de las palabras clave para determinar su significado exacto.

La higiene y la prevención de enfermedades

La **zona genital femenina** es una región muy sensible del cuerpo, y debido a los pliegues que posee es propicia a la proliferación de microorganismos e infecciones. Para evitar inconvenientes se recomienda no usar ropa ajustada, preferir la ropa interior de algodón, utilizar jabones con pH ácido porque el medio vaginal tiene esa condición, y al limpiarse con el papel higiénico siempre debe hacerse de adelante hacia atrás, para no contaminar la región vaginal.

En los **varones**, desde que el niño nace, es conveniente que los padres corran hacia atrás el prepucio, y laven el glante con agua y jabón. Esta higiene debe continuarse en cada baño durante toda la vida del hombre. De lo contrario, la abertura y la piel del prepucio pueden volverse menos elásticas y dificultar su deslizamiento hacia atrás. En consecuencia, es posible que se acumule una secreción llamada **esmegma**, producida por la mucosa de esa zona. La acumulación de esta secreción puede causar **fimosis**, es decir, impedir el deslizamiento del prepucio.

Curiosidades

La circuncisión es una práctica que se realiza en gran parte del mundo. Consiste en cortar una región del prepucio. En algunos casos forma parte de una tradición religiosa, mientras que en otros, de una cuestión de higiene. La Organización Mundial de la Salud (OMS) sostiene que el 30% de los hombres en el mundo están circuncidados.

Actividades

- Con la información de estas páginas, escriban las características sexuales secundarias que se producen durante la pubertad y que permiten diferenciar a varones de mujeres.
- Copien y completen, en la carpeta, el siguiente cuadro.

	Sistema reproductor masculino	Sistema reproductor femenino
Células sexuales		
Órgano productor de células sexuales		
Órganos reproductores externos		
Órganos reproductores internos		
Función de cada uno de los órganos reproductores		

Sexualidad y salud

Para la Organización Panamericana de la Salud (OPS), “la **salud sexual** es un proceso continuo de bienestar físico, psicológico y sociocultural relacionado con la sexualidad. La salud sexual se evidencia en las expresiones libres y responsables de las capacidades sexuales que conducen al bienestar personal y social, enriqueciendo la vida individual y colectiva. No es simplemente la ausencia de disfunciones, enfermedad o malestar. Para poder conseguir y mantener la salud sexual es necesario que se reconozcan y defiendan los derechos sexuales de todas las personas (OPS/OMS, 2000)”.

Dado que la sexualidad atraviesa las distintas etapas de la vida, es un tema que concierne a todas las personas, desde el nacimiento hasta la vejez. Además, la sexualidad tiene que ver con la vida diaria de las personas, con las maneras de ejercer y demostrar su masculinidad o su femineidad, y de relacionarse con los demás. Por eso, por ejemplo, para la salud sexual son centrales los efectos psicológicos de las pautas y las prácticas culturales. En cuanto a los estereotipos y los prejuicios, vale la pena señalar, por ejemplo, la influencia que estos pueden tener sobre una mujer cuya vida se fue delineando de acuerdo con las expectativas que pesan sobre el género femenino y no sobre sus verdaderos deseos. La postergación de sus ilusiones y proyectos (como puede ser desarrollar una vida profesional) y el sometimiento a mandatos y condicionamientos (como las expectativas familiares y el contexto socioeconómico) pueden constituir situaciones de riesgo: exposición a situaciones violentas, incapacidad de expresar su malestar o sus sentimientos, alto grado de frustración, etc., que repercuten en su salud mental y emocional.

Para evitar las consecuencias negativas sobre la sexualidad y la salud en general, es necesario brindar información y atención adecuadas y fomentar la reflexión, a fin de que todas las personas puedan tomar decisiones saludables.

La salud sexual y los adolescentes

Durante la adolescencia, la salud sexual concita especial atención, tanto de los padres, madres y educadores como de los profesionales y funcionarios que tienen en sus manos el diseño y la implementación de los planes de salud de una comunidad.

Un tercio de los jóvenes inicia su vida sexual sin prevención, al menos el 50% de las mujeres no recibe información sexual en sus casas y el riesgo de contraer

infecciones de transmisión sexual es mayor cuanto menor es la edad de la iniciación sexual y el nivel educativo. Si se tienen en cuenta datos como estos, o la información sobre los embarazos de niñas y adolescentes que fueron analizados en el capítulo 1, es fácil darse cuenta de por qué es fundamental abordar la salud sexual durante la adolescencia.

La adolescencia es una etapa en la que abundan mitos, desconocimientos, prejuicios y curiosidades acerca de la sexualidad. Aunque en la actualidad hay un mayor acceso a la información y los adolescentes tienen más libertad para expresarse, suelen enfrentarse a situaciones que hacen difícil la consulta con especialistas. Además de factores como la falta de dinero o el desconocimiento, se suman otros, propios de la adolescencia. Como leíste en el capítulo 6, durante esta etapa de la vida no se tiene una visión preventiva con respecto a la salud. Además, la consulta con especialistas de la salud genera temores, por ejemplo, a ser visto por algún conocido, a recibir cuestionamientos de los adultos, a no saber cómo plantear las preguntas o a que sus preocupaciones sean consideradas irrelevantes o bien extremadamente graves.



La violencia contra la mujer es un grave problema que se funda en gran medida en la discriminación y el machismo.

ACTIVIDADES

6. Muchas veces, los adolescentes tienen dudas y a la hora de consultarlas con alguien, lo hacen con sus pares.
 - a) ¿Con quién conversás cuando se te presentan situaciones relacionadas con estos temas?
 - b) ¿Te gustaría recurrir a otras personas y no lo hacés? ¿Por qué?