# Biología




Primer año

# Árboles evolutivos

Serie PROFUNDIZACIÓN · NES



Buenos Aires Ciudad
Ministerio de Educación del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires
20-03-2020
Vamos Buenos Aires

Jefe de Gobierno
Horacio Rodríguez Larreta

Ministra de Educación
María Soledad Acuña

Subsecretario de Planeamiento e Innovación Educativa
Diego Javier Meiriño

Directora General de Planeamiento Educativo
María Constanza Ortiz

Gerente Operativo de Currículum
Javier Simón

Director General de Tecnología Educativa
Santiago Andrés

Gerenta Operativa de Tecnología e Innovación Educativa
Mercedes Werner

Subsecretaria de Coordinación Pedagógica y Equidad Educativa
Andrea Fernanda Bruzos Bouchet

Subsecretario de Carrera Docente y Formación Técnica Profesional
Jorge Javier Tarulla

Subsecretario de Gestión Económico Financiera y Administración de Recursos
Sebastián Tomaghelli

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa (SSPLINED)

Dirección General de Planeamiento Educativo (DGPLEDU)
Gerencia Operativa de Currículum (GOC)
Javier Simón

**Especialista:** Adriana Schnek

**Coordinación de materiales y contenidos digitales (SSPLINED):** Mariana Rodríguez
**Colaboración:** Manuela Luzzani Ovide

**Agradecimientos:** Julieta Aicardi, Octavio Bally, Pilar Casellas, Ignacio Cismondi, Natalia López, Yamila Lucero

**Tratamiento de imágenes:** Martina Weiss

**Edición y diseño (GOC)**
**Edición:** Gabriela Berajá, María Laura Cianciolo, Andrea Finocchiaro, Marta Lacour, Sebastián Vargas
**Diseño gráfico:** Silvana Carretero, Alejandra Mosconi, Patricia Peralta
**Actualización web:** Leticia Lobato

Este material ha sido elaborado en 2016.

Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires
Biología : árboles evolutivos : primer año. - 1a ed . - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Ministerio de Educación del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Dirección General de Planeamiento Educativo, 2018.
Libro digital, PDF - (Profundización NES)

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-549-713-9

1. Educación Secundaria. 2. Biología.
CDD 570.712

ISBN: 978-987-549-713-9

Se autoriza la reproducción y difusión de este material para fines educativos u otros fines no comerciales, siempre que se especifique claramente la fuente.
Se prohíbe la reproducción de este material para reventa u otros fines comerciales.

Las denominaciones empleadas en este material y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implica, de parte del Ministerio de Educación del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de los países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

En este material se evitó el uso explícito del género femenino y masculino en simultáneo y se ha optado por emplear el género masculino, a efectos de facilitar la lectura y evitar las duplicaciones. No obstante, se entiende que todas las menciones en el género masculino representan siempre a varones y mujeres, salvo cuando se especifique lo contrario.

Fecha de consulta de imágenes, videos, recursos digitales y textos disponibles en internet: 1 de febrero de 2018.

© Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires / Ministerio de Educación / Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.
Dirección General de Planeamiento Educativo / Gerencia Operativa de Currículum, 2018.

Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa / Dirección General de Planeamiento Educativo / Gerencia Operativa de Currículum.
Av. Paseo Colón 275, 14° piso - C1063ACC - Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
Teléfono/Fax: 4340-8032/8030

© Copyright © 2018 Adobe Systems Software. Todos los derechos reservados.
Adobe, el logo de Adobe, Acrobat y el logo de Acrobat son marcas registradas de Adobe Systems Incorporated.

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

# Presentación

La serie de materiales Profundización de la NES presenta distintas propuestas de enseñanza en las que se ponen en juego tanto los contenidos –conceptos, habilidades, capacidades, prácticas, valores y actitudes– definidos en el *Diseño Curricular de la Nueva Escuela Secundaria* de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Resolución N.° 321/MEGC/2015, como nuevas formas de organizar los espacios, los tiempos y las modalidades de enseñanza.

El tipo de propuestas que se presentan en esta serie se corresponde con las características y las modalidades de trabajo pedagógico señaladas en la Resolución CFE N.° 93/09 para fortalecer la organización y la propuesta educativa de las escuelas de nivel secundario de todo el país. Esta norma –actualmente vigente y retomada a nivel federal por la propuesta "Secundaria 2030", Resolución CFE N.° 330/17– plantea la necesidad de instalar "distintos modos de apropiación de los saberes que den lugar a: nuevas formas de enseñanza, de organización del trabajo de los profesores y del uso de los recursos y los ambientes de aprendizaje". Se promueven también nuevas formas de agrupamiento de los estudiantes, diversas modalidades de organización institucional y un uso flexible de los espacios y los tiempos que se traduzcan en propuestas de talleres, proyectos, articulación entre materias, debates y organización de actividades en las que participen estudiantes de diferentes años.

En el ámbito de la Ciudad, el *Diseño Curricular de la Nueva Escuela Secundaria* incorpora temáticas nuevas y emergentes y abre la puerta para que en la escuela se traten problemáticas actuales de significatividad social y personal para los estudiantes.

Existe acuerdo sobre la magnitud de los cambios que demanda la escuela secundaria para lograr convocar e incluir a todos los estudiantes y promover efectivamente los aprendizajes necesarios para el ejercicio de una ciudadanía responsable y la participación activa en ámbitos laborales y de formación. Es importante resaltar que, en la coyuntura actual, tanto los marcos normativos como el *Diseño Curricular* jurisdiccional en vigencia habilitan e invitan a motorizar innovaciones imprescindibles.

Si bien ya se ha recorrido un importante camino en este sentido, es necesario profundizar, extender e instalar propuestas que efectivamente hagan de la escuela un lugar convocante para los estudiantes y que, además, ofrezcan reales oportunidades de aprendizaje. Por lo tanto, sigue siendo un desafío:

- El trabajo entre docentes de una o diferentes áreas que promueva la integración de contenidos.
- Planificar y ofrecer experiencias de aprendizaje en formatos diversos.
- Elaborar propuestas que incorporen oportunidades para el aprendizaje y el ejercicio de capacidades.

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

Los materiales elaborados están destinados a los docentes y presentan sugerencias, criterios y aportes para la planificación y el despliegue de las tareas de enseñanza, desde estos lineamientos. Se incluyen también propuestas de actividades y experiencias de aprendizaje para los estudiantes y orientaciones para su evaluación. Las secuencias han sido diseñadas para admitir un uso flexible y versátil de acuerdo con las diferentes realidades y situaciones institucionales.

La serie reúne dos líneas de materiales: una se basa en una lógica disciplinar y otra presenta distintos niveles de articulación entre disciplinas (ya sean areales o interareales). Se introducen también materiales que aportan a la tarea docente desde un marco didáctico con distintos enfoques de planificación y de evaluación para acompañar las diferentes propuestas.

El lugar otorgado al abordaje de problemas interdisciplinarios y complejos procura contribuir al desarrollo del pensamiento crítico y de la argumentación desde perspectivas provenientes de distintas disciplinas. Se trata de propuestas alineadas con la formación de actores sociales conscientes de que las conductas individuales y colectivas tienen efectos en un mundo interdependiente.

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

El énfasis puesto en el aprendizaje de capacidades responde a la necesidad de brindar a los estudiantes experiencias y herramientas que permitan comprender, dar sentido y hacer uso de la gran cantidad de información que, a diferencia de otras épocas, está disponible y fácilmente accesible para todos. Las capacidades son un tipo de contenidos que debe ser objeto de enseñanza sistemática. Para ello, la escuela tiene que ofrecer múltiples y variadas oportunidades para que los estudiantes las desarrollen y consoliden.

Las propuestas para los estudiantes combinan instancias de investigación y de producción, de resolución individual y grupal, que exigen resoluciones divergentes o convergentes, centradas en el uso de distintos recursos. También, convocan a la participación activa de los estudiantes en la apropiación y el uso del conocimiento, integrando la cultura digital. Las secuencias involucran diversos niveles de acompañamiento y autonomía e instancias de reflexión sobre el propio aprendizaje, a fin de habilitar y favorecer distintas modalidades de acceso a los saberes y los conocimientos y una mayor inclusión de los estudiantes.

En este marco, los materiales pueden asumir distintas funciones dentro de una propuesta de enseñanza: explicar, narrar, ilustrar, desarrollar, interrogar, ampliar y sistematizar los contenidos. Pueden ofrecer una primera aproximación a una temática formulando dudas e interrogantes, plantear un esquema conceptual a partir del cual profundizar, proponer

actividades de exploración e indagación, facilitar oportunidades de revisión, contribuir a la integración y a la comprensión, habilitar oportunidades de aplicación en contextos novedosos e invitar a imaginar nuevos escenarios y desafíos. Esto supone que en algunos casos se podrá adoptar la secuencia completa o seleccionar las partes que se consideren más convenientes; también se podrá plantear un trabajo de mayor articulación entre docentes o un trabajo que exija acuerdos entre los mismos. Serán los equipos docentes quienes elaborarán propuestas didácticas en las que el uso de estos materiales cobre sentido.

Iniciamos el recorrido confiando en que constituirá un aporte para el trabajo cotidiano. Como toda serie en construcción, seguirá incorporando y poniendo a disposición de las escuelas de la Ciudad nuevas propuestas, dando lugar a nuevas experiencias y aprendizajes.



**Diego Javier Meiriño**
Subsecretario de Planeamiento
e Innovación Educativa



**Gabriela Laura Gürtner**
Jefa de Gabinete de la Subsecretaría de
Planeamiento e Innovación Educativa

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

# ¿Cómo se navegan los textos de esta serie?

Los materiales de Profundización de la NES cuentan con elementos interactivos que permiten la lectura hipertextual y optimizan la navegación. Estos reflejan la interactividad general de la serie.

Para visualizar correctamente la interactividad se sugiere bajar el programa Adobe Acrobat Reader que constituye el estándar gratuito para ver e imprimir documentos PDF.




Adobe Reader Copyright © 2017. Todos los derechos reservados.

## Portada

» — Flecha interactiva que lleva a la página posterior.

## Pie de página

Volver a vista anterior — Al cliquear regresa a la última página vista.

Ícono que permite imprimir.

« 7 » — Folio, con flechas interactivas que llevan a la página anterior y a la página posterior.

## Menú interactivo

Orientaciones didácticas | Actividades | 1ra parte | 2da parte

El texto tiene un menú en cada página, cuyos colores indican las secciones que contiene. Las pestañas se encienden señalando el lugar donde está ubicado el lector.

## Íconos y enlaces

1 Símbolo que indica una cita o nota aclaratoria. Al cliquear se abre un *pop-up* con el texto:

Ovidescim repti ipita voluptis audi iducit ut qui adis moluptur? Quia poria dusam serspero voloris quas quid moluptur?

Los números indican las referencias de notas al final del documento.

El color azul y el subrayado indican un vínculo a la *web* o a un documento externo.

"Título del texto"

Indica enlace a un texto.

Indica enlace a un sitio o documento externo.

(ver Actividad 1)

Indica enlace a la actividad.

Indica actividad individual.

Indica actividad grupal.

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

## Introducción

El eje evolutivo es uno de los ejes estructuradores de la biología. Asumirlo como hilo unificador de la asignatura Biología facilita el establecimiento de múltiples relaciones entre contenidos de un mismo año o de años sucesivos de la escuela secundaria. La posibilidad de establecer multiplicidad de relaciones sustantivas entre contenidos constituye un elemento potenciador del aprendizaje y de la comprensión de los estudiantes.

La mayor parte de los biólogos contemporáneos coinciden con la idea de Dobzhansky (1973): "Nada tiene sentido en biología, si no es a la luz de la evolución". Esta idea es medular para comprender el lugar que ocupa la evolución en esta disciplina, más allá de las discusiones y los análisis que mantiene la comunidad científica, y que aún sustentan un rico debate teórico.

La evolución de los seres vivos permite unificar la comprensión del mundo biológico y superar los enfoques fragmentarios y descriptivos de la biología tradicional. Dicho abordaje favorece el reconocimiento de los procesos y patrones biológicos que se presentan en diferentes escalas espaciales y temporales; posibilita concebir la biodiversidad y sus relaciones como el resultado de su historia y contribuye a enriquecer la imagen que el hombre tiene de sí mismo, dimensionando desde una nueva mirada su lugar en la naturaleza. Este eje permite además asumir la imagen de un mundo en constante cambio, y romper con la idea de "propósito", "perfección" "superioridad" y "progreso" con el que algunos materiales educativos asumen la visión de la biología (Massarini, Schnek, 2004). Son varios los autores que coinciden en destacar la conveniencia de asumir un enfoque evolutivo en la enseñanza de la disciplina. Entre ellos se encuentran Stephen J. Gould (1982), Gérard Fourez (1994), Lynn Margulis y Dorian Sagan (1995) y Edgar Morin (1998).

El eje evolutivo en la enseñanza pone el foco en:

- el reconocimiento de que todos los organismos han evolucionado a partir de un *antecesor común*;
- la interpretación de los *patrones de diversificación y extinción* de los seres vivos;
- la exploración y modelización de diversos aspectos del *origen de la vida;*
- la reconstrucción de la historia del linaje al que pertenece nuestra especie y la resignificación *del lugar del hombre en la naturaleza* a la luz de esta contextualización;
- la comprensión de la siguiente idea central: las características de los seres vivos se deben a procesos que ocurrieron durante millones de años y son una combinación de *azar* y de *restricciones del ambiente*, incorporando la noción de *contingencia*, es decir, se puede inferir qué ocurrió en el pasado pero no se puede predecir que sucederá en el futuro.

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

La Teoría de la Evolución, además de un hilo conductor de la biología contemporánea, se presenta como una herramienta indispensable para comprender problemas complejos y socialmente relevantes. Entre ellos, es posible destacar los problemas ambientales, los sanitarios y los referidos a la producción agropecuaria y al uso de los recursos naturales, entre otros (Massarini, Schnek y otros, 2011).

- **Problemáticas ambientales.** Los modelos y marcos conceptuales de la biología evolutiva son fundamentales en la interpretación, el desarrollo y la implementación de investigaciones, proyectos y programas vinculados con la problemática de la actual crisis ambiental y la preservación de la biodiversidad. Por ejemplo, la información sobre biogeografía evolutiva es necesaria para identificar las zonas de mayor biodiversidad, así como aquellas regiones vulnerables que albergan especies locales únicas. En una aproximación más general, es legítimo afirmar que los elementos que proporciona el enfoque evolutivo son necesarios para diseñar y gestionar políticas de uso de los recursos naturales (mejor llamados bienes comunes de la naturaleza).

- **Producción agropecuaria.** En el ámbito de la agricultura y la ganadería, el diseño de criterios y técnicas para el mejoramiento del patrimonio genético vegetal y animal se sustenta actualmente en el conocimiento de la variabilidad genética y su comportamiento en las poblaciones a través del tiempo. En este mismo campo, el desarrollo de criterios para uso de agroquímicos para el control de plagas y malezas se basa en el conocimiento del modo en que ocurre la selección artificial y en la dinámica de las variantes que confieren resistencia al tóxico en la población que se desea controlar. Todos estos problemas pueden ser analizados y pensados críticamente en diferentes escalas de tiempo y espacio, si se incorpora el eje evolutivo. Ello cobra especial relevancia en el tratamiento de problemáticas significativas en países como el nuestro, tales como el actual modelo de producción agrícola basado en el monocultivo extensivo de soja transgénica, asociada al uso de herbicidas como el glifosato.

- **Problemáticas sanitarias.** El marco interpretativo de la evolución es también central en el campo de la comprensión de los procesos de salud y enfermedad en los seres humanos. En el ámbito de la salud pública, la sistemática y la biogeografía evolutiva sustentan la identificación y el reconocimiento del área de distribución de las especies que son causantes, trasmisoras o reservorios de enfermedades humanas, tales como el mal de Chagas, el paludismo, la malaria, la fiebre amarilla o el dengue. En estos casos, la biología evolutiva no solo contribuye a la caracterización de los patógenos de origen biológico, sino que es central para la epidemiología, a la hora de diseñar estrategias para el tratamiento de las enfermedades asociadas a estos agentes. Asimismo, tanto en el tratamiento de enfermedades infecciosas causadas por bacterias, virus, hongos o parásitos de origen animal, como en el tratamiento

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

del SIDA o del cáncer, la medicina emplea estrategias que deben considerar la dinámica de las poblaciones del agente patógeno o de la población celular que se desea controlar o erradicar. Por ello, tanto las políticas públicas en salud a nivel poblacional, como el diseño de tratamientos específicos, deberán tomar en consideración el inevitable aumento de la frecuencia de las variantes resistentes, particularmente cuando se emplea un único fármaco. Así, el estudio de la dinámica de la adaptación de los patógenos frente al uso de drogas u otras estrategias terapéuticas (uso de antibióticos, antiparasitarios, drogas oncológicas, etcétera) es un aspecto central para el desarrollo de nuevas terapias.

- **Concepción de la medicina tradicional.** Desde una mirada alternativa a lo que algunos consideran como reduccionismo hegemónico de la medicina occidental, un nuevo enfoque en la comprensión de los procesos de salud y enfermedad se plasma en una disciplina llamada medicina darwiniana (Williams y Nesse, 1991). Esta corriente propone que muchas de las patologías humanas más frecuentes en la actualidad son el resultado de un desacoplamiento entre el lento ritmo de la evolución biológica y la enorme velocidad de los cambios culturales y ambientales en la evolución de los humanos. Así, enfermedades metabólicas como la hipertensión, la obesidad, la diabetes o ciertas patologías óseas tales como las afecciones más frecuentes de la columna, deben ser entendidas como resultado de cambios muy recientes y rápidos en los hábitos de alimentación y de actividad de los humanos actuales. Estas modificaciones operan sobre una biología de la especie que evolucionó largamente en otro entorno y que no resulta adecuada para estos cambios.

La enseñanza de las ciencias en la escuela secundaria debe proveer a los estudiantes herramientas adecuadas y suficientes para comprender, analizar y tomar posición frente a problemas complejos que involucran a la ciencia y la tecnología. El enfoque evolutivo contribuye a la alfabetización científica y tecnológica, abordando problemáticas del contexto social.

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

## Primera parte
# Interpretación de los árboles evolutivos

Este material propone abordar los conceptos de unidad y diversidad de la vida a partir de la interpretación de árboles evolutivos. Los árboles evolutivos o filogenéticos son hipótesis elaboradas por científicos para sintetizar las relaciones que existen entre los seres vivos. Estos árboles constituyen un recurso didáctico muy valioso para profundizar en la comprensión de relaciones de parentesco, que son fundantes para analizar la evolución de los seres vivos y la diversidad actual. Son representaciones gráficas de las relaciones entre los seres vivos actuales y pasados, su origen común y las características que definen a cada grupo. De esta manera, los árboles filogenéticos contienen muchas potencialidades explicativas, en la medida en que su manejo exige profundizar la comprensión de los principios que sustentan la teoría evolutiva y otros muchos contenidos de la biología.

En síntesis, entre las ideas centrales que los árboles filogenéticos contribuyen a trabajar se destacan:

- El origen común de todos los seres vivos.
- La diversidad biológica pasada y presente.
- Las características que definen a cada grupo.
- La diversidad como producto de una larga historia comprendida en términos geológicos.

Es necesario comprender entonces que *los árboles filogenéticos son representaciones que permiten organizar información sobre las relaciones entre los seres vivos*. La premisa fundamental para trabajar con estos árboles es la consideración de que *los seres vivos tienen un origen en común y que han sufrido cambios, es decir, han evolucionado*.

## Interpretar los árboles para comprender las filogenias

La historia de los árboles filogenéticos se remonta a los trabajos de Charles Darwin, hace 150 años. Sin embargo, los libros de texto tardaron en incorporar esta herramienta y recién hace diez años aproximadamente comenzaron a utilizarse. El motivo de esta demora puede deberse a la prevalencia de la concepción lineal en la historia de la vida, en la que se supone que un grupo de organismos da lugar a otro como una escalera que lleva desde lo inferior a los superior. Esta visión, que supone desacertadamente que la evolución es sinónimo de progreso, es muy anterior a Darwin. Es una visión que puede rastrearse hasta Aristóteles y puede seguirse en Linneo, Cuvier y Lamarck, entre otros naturalistas.

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

## Árboles evolutivos

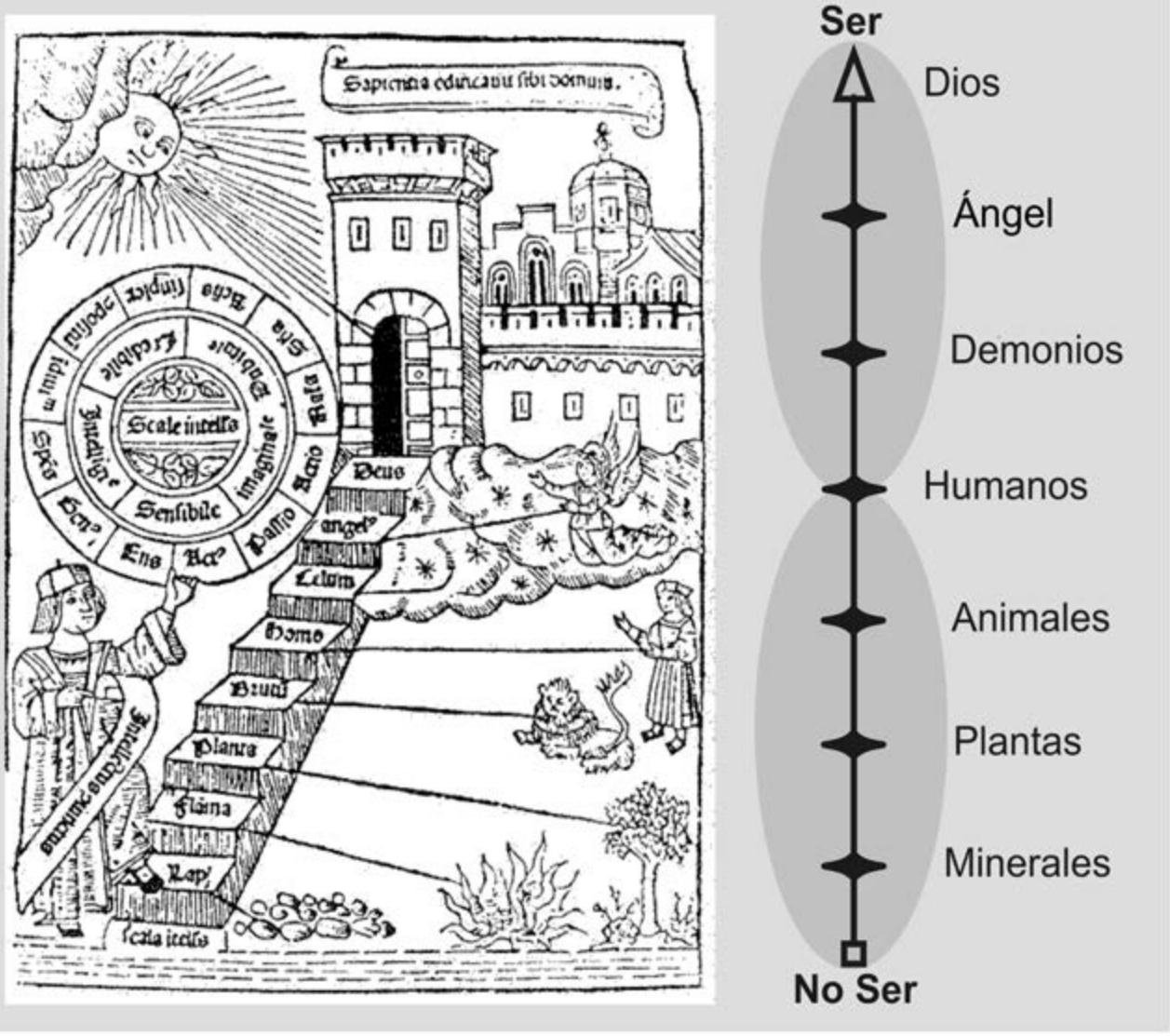



**Figura 1.** El ordenamiento lineal de los seres vivos en una escala natural o cadena de los seres es una idea recurrente en la historia de la biología anterior a Darwin. En esta cadena, todos los organismos pueden ordenarse en forma continua y progresiva, desde el más simple hasta llegar al más complejo, normalmente el hombre. Para Linneo y muchos de sus sucesores inmediatos, el objetivo último de la sistemática y de la práctica taxonómica era descubrir el plan con el que Dios había creado el mundo natural.

Otro aspecto que contribuyó a retrasar la incorporación de este enfoque fue la aceptación de la cual gozaba la tradición de la clasificación jerárquica propuesta por Linneo. Esta clasificación, que incorpora grupos dentro de otros grupos (género, familia, orden, clase, etcétera), no se condice exactamente con la lectura de los árboles (aunque sigue usándose para denominar a las especies y a los grupos).

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

## Árboles evolutivos

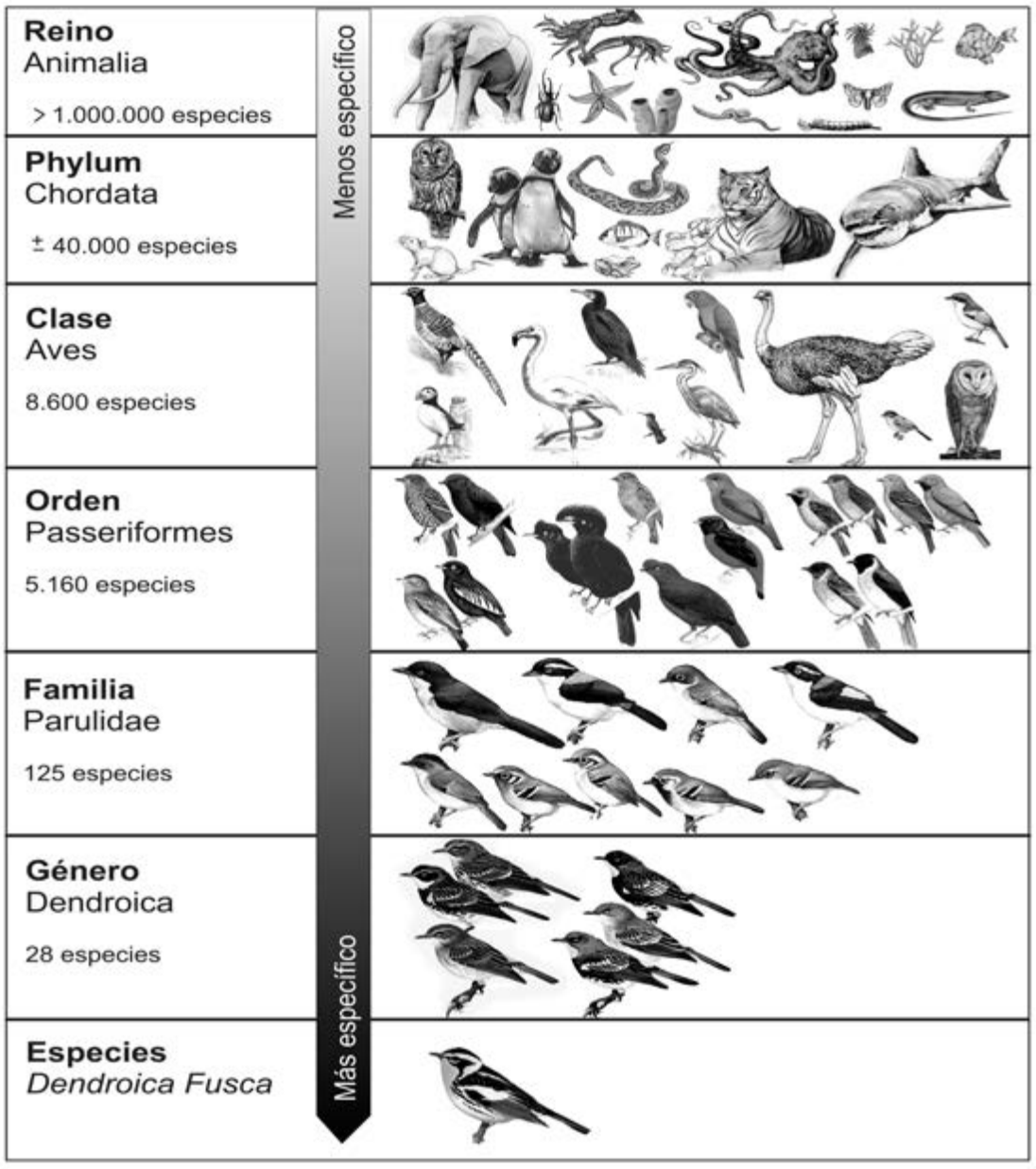



**Figura 2.** Representación de la ubicación de la especie de ave *Dendroica Fusca* en la clasificación jerárquica propuesta por Linneo.

Darwin propuso que todos los organismos vivos –desde un alerce a un paramecio– pertenecen a un mismo árbol genealógico y que descienden de un único antecesor común. Sin embargo, como se señaló antes, estas ideas tardaron décadas en incorporarse a la teoría y la metodología de la taxonomía.

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

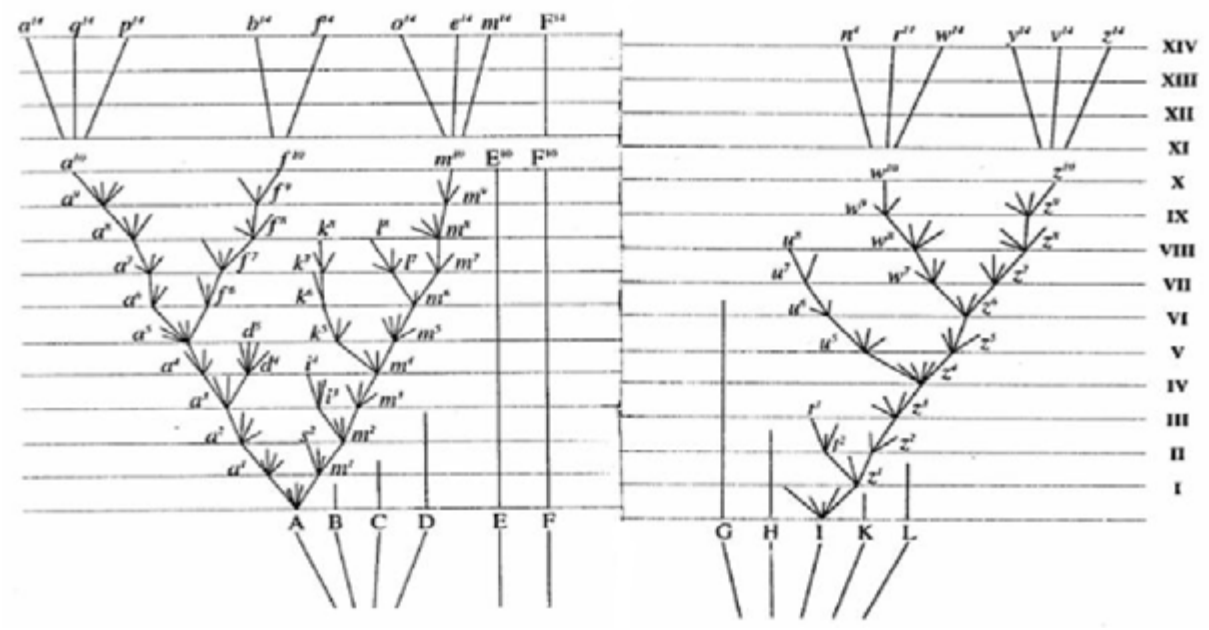



**Figura 3.** Árbol evolutivo publicado como única figura en *El origen de las especies*, libro de Charles Darwin publicado en 1859.

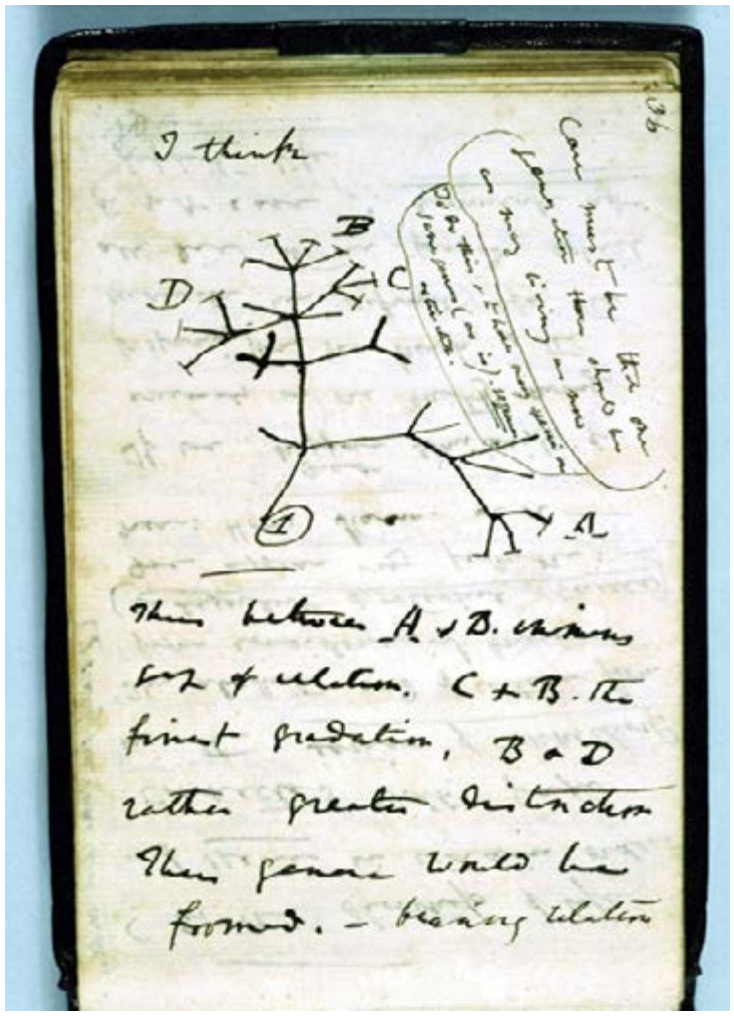



**Figura 4.** Diagrama con forma de árbol que se ramifica, dibujado por Charles Darwin en sus cuadernos de notas, en 1837, que muestra las relaciones evolutivas supuestas entre un grupo de organismos (A, B, C, D...).

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

## Árboles evolutivos

En la década de 1950, el entomólogo alemán Willi Hennig (1913-1976) comenzó a elaborar una nueva propuesta para la clasificación que presentó en su notorio libro *Sistemática filogenética*. Sus ideas y métodos, enriquecidos posteriormente por el aporte de numerosos investigadores, se conocen como sistemática filogenética o cladismo (del griego *clados*, rama). Un cladograma es un árbol filogenético construido según el método propuesto originalmente por Hennig.

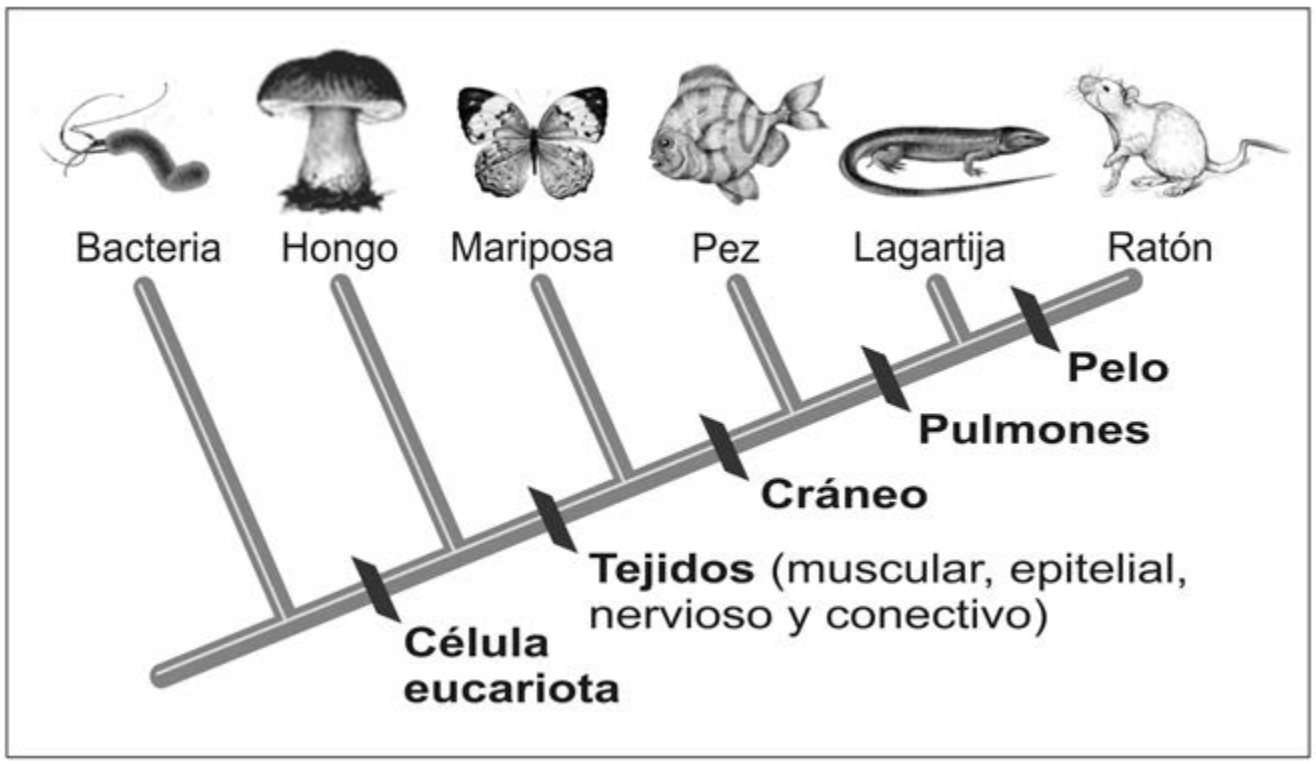


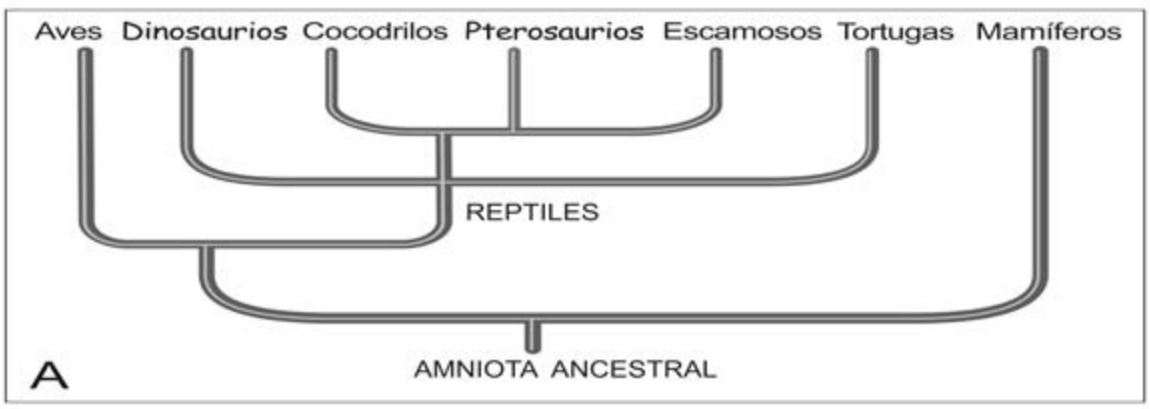

**Figura 5.** Como puede observarse en este cladograma muy general, las marcas y las palabras en negritas indican una de las características que define un nuevo grupo. Si bien la lectura es de izquierda a derecha, el organismo que se encuentra a la derecha, por ser el último, no significa que es el "superior". Basados en el anterior cladograma, se puede afirmar que un ratón está más emparentado con una lagartija que con un pez, dado que el nodo de bifurcación entre los linajes del ratón y la lagartija está más próximo que el nodo de bifurcación de los linajes que llevan al pez y al ratón.

Cuando un grupo de biólogos intenta ubicar la posición de una nueva especie en el árbol de la vida, según su marco de trabajo, analiza ciertas características en busca de similitudes y diferencias con los grupos de organismos ya descriptos. En algunos casos estas características pueden ser de varios tipos: ecológicas, morfológicas, comportamentales, reproductivas, fisiológicas o moleculares. Cuantas más características se analicen, tal vez más se ajuste el modelo a las posibles relaciones entre los organismos.

Es importante señalar que no hay absoluto acuerdo entre los científicos en el método de construcción de los árboles ni en los parámetros utilizados, tampoco en la cantidad y

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

relevancia de características que se analizan. Por lo tanto, pueden coexistir árboles alternativos propuestos por distintos grupos de investigación, como se observa en las siguientes figuras.



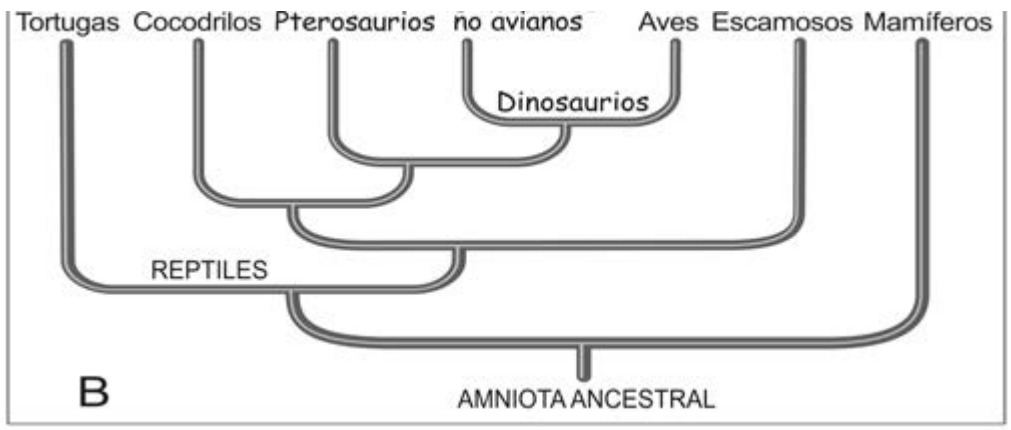




**Figura 6.** Se presentan dos posibles árboles filogenéticos del grupo de los amniotas. A partir de un organismo ancestral pueden establecerse distintas relaciones. En el árbol A puede observarse que los reptiles y las aves tienen un inmediato antecesor común. En el árbol B, las aves están incluidas en el grupo de los reptiles. ¿Qué otras conclusiones pueden desprenderse de los árboles A y B?

Es importante reconocer la provisoriedad de los árboles. Cuando un grupo de científicos propone las relaciones evolutivas en un árbol, este está sujeto a revisión ya que pueden encontrarse nuevas evidencias fósiles o pueden surgir nuevos parámetros para construirlos.

Por lo tanto, los árboles filogenéticos:

- son representaciones de hipótesis que construyen los científicos y pueden coexistir hipótesis (es decir árboles) alternativas;
- son representaciones provisorias: en ocasiones, algunos hallazgos hacen cambiar totalmente un árbol;

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

- permiten comprender que la diversidad de la vida proviene de una historia de millones de años y que los seres vivos están relacionados por su origen común: el origen de la vida y una larga historia de diversificación;
- permiten analizar las características de los antecesores, algunas de esas características persisten y otras se perdieron.

Esta forma de analizar la diversidad de la vida cambia sustancialmente el enfoque: ya no se considera que estudiar los seres vivos es estudiar hasta sus últimos detalles, sino conocer las características que los definen como grupos.

Por ejemplo, los mamíferos compartimos estas características:
- la presencia de pelo;
- una alta temperatura corporal que se mantiene constante al generarse calor de forma metabólica;
- una articulación mandibular entre el único hueso dentario de la mandíbula inferior y el hueso escamoso de la superior;
- heterodoncia (dientes altamente diferenciados en distintas partes de la boca);
- provisión de leche a la progenie por glándulas especializadas (glándulas mamarias);
- si observamos más atrás en el grupo de los animales, pertenecemos al linaje de los amniotas y más atrás aún somos deuteróstomos.

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

## Árboles evolutivos

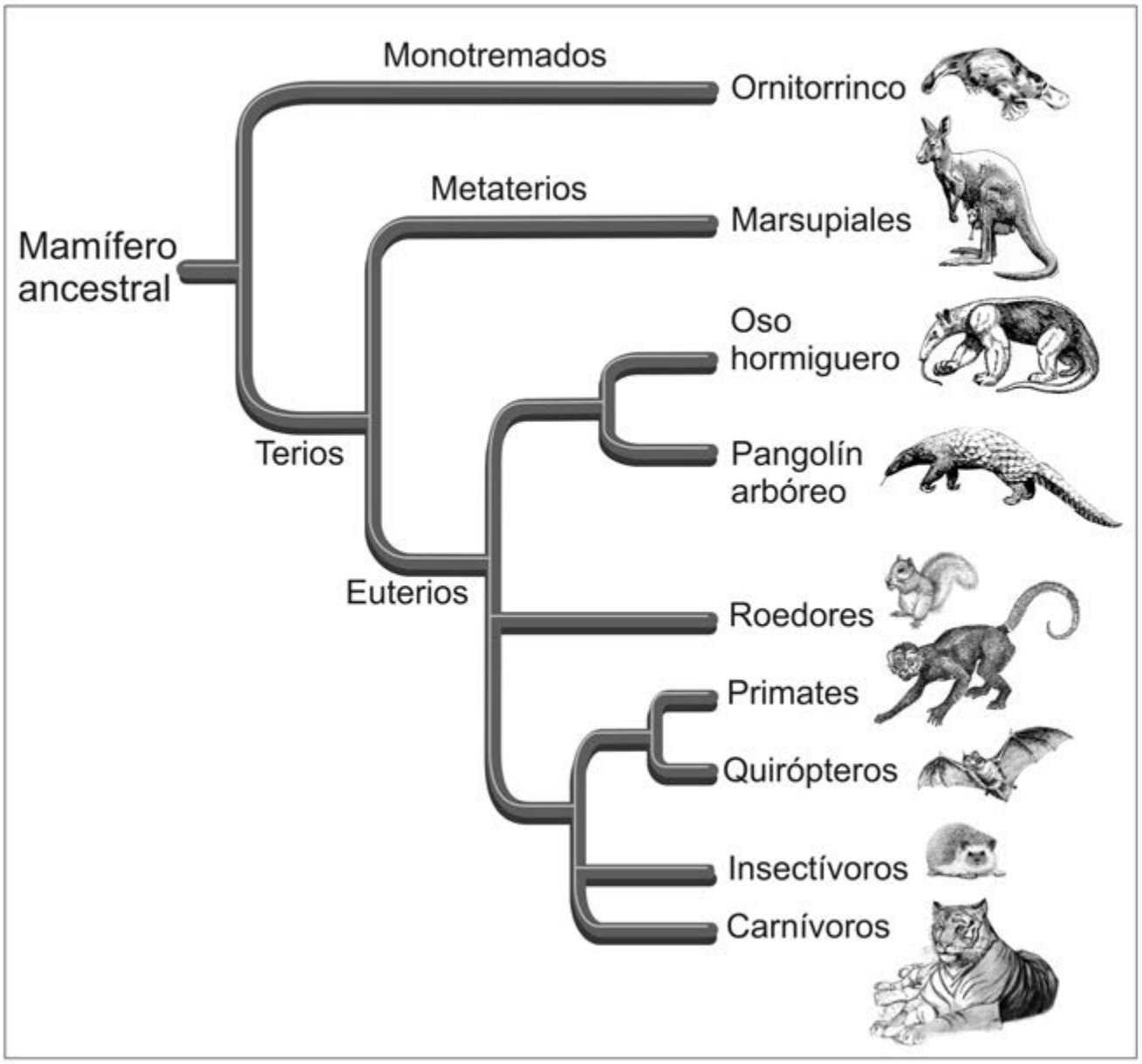



**Figura 7.** Con las características descriptas, los biólogos ubican al grupo de los mamíferos en un árbol, lo diferencian y establecen las relaciones de parentesco con otros grupos.

En términos didácticos, esta forma de analizar ciertos grupos facilita su ubicación en la historia de la vida, permite relacionar las escalas temporales y dimensionar las características que los definen, evitando descripciones fragmentadas o aprendizajes memorísticos y otorgando sentido a la enseñanza. El trabajo con los árboles filogenéticos cuestiona la idea de linealidad, de progreso y la jerarquía instalada de grupos dentro de grupos avalada por ciertas representaciones gráficas.

## Leyendo en los árboles

Para comprender las relaciones de parentesco debemos considerar los acontecimientos evolutivos (especiaciones o separaciones de grupos) de interés en nuestro caso de estudio (representados por los nodos de los esquemas), lo que solamente se puede hacer con pleno

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

significado al situar tales sucesos en un árbol. Esta es una manera de poner el acento en los *sucesos evolutivos*, y no en sus resultados productos (especies o grupos mayores). Esto es central al pensamiento arborescente. Estos acontecimientos o características que definen los grupos se representan generalmente justo antes de que emerja una rama.

Entender un árbol filogenético es semejante (aunque en sentido inverso) a leer un árbol genealógico. En este caso, la raíz del árbol representa el linaje ancestral, y las puntas de las ramas representan los descendientes de aquellos ancestros. A medida que se va subiendo por el árbol desde la raíz hasta las puntas de las ramas, se avanza en el tiempo.

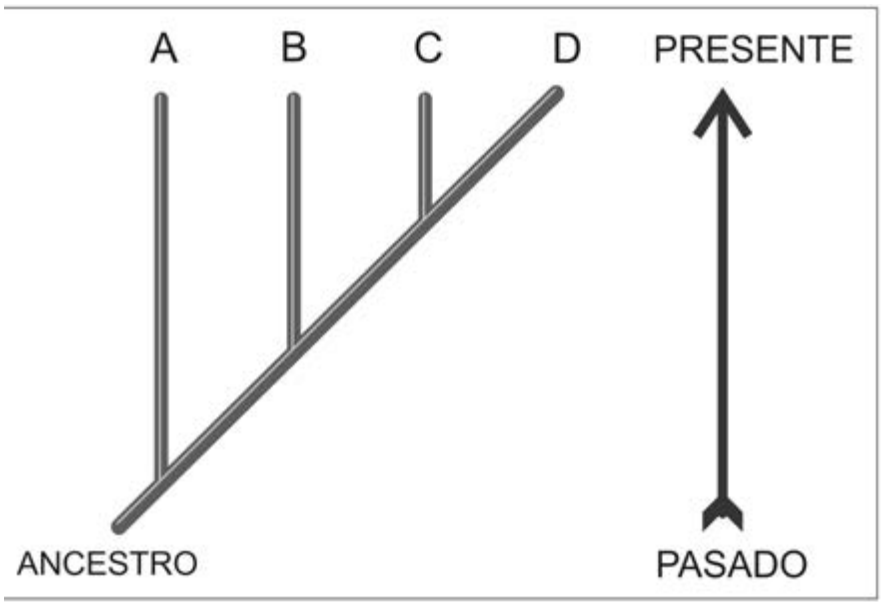



**Figura 8.** Las filogenias rastrean los ancestros comunes entre diferentes linajes. Cada linaje posee una parte de su historia que le es propia y específica para ese linaje, pero también tiene una parte de su historia –la más antigua– que comparte con otros linajes.

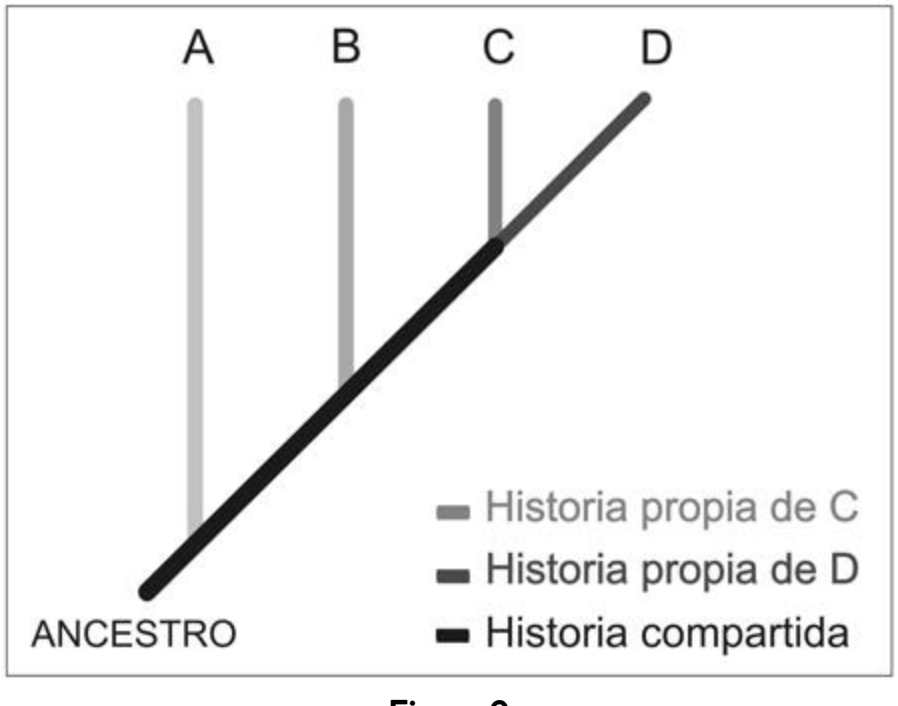



**Figura 9.**

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

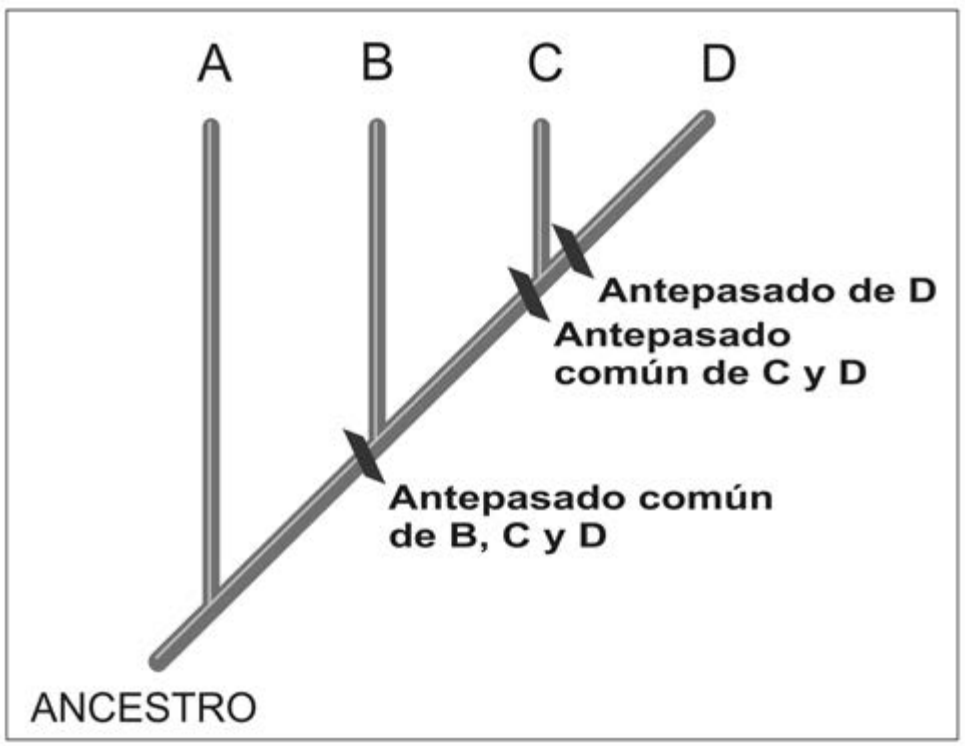



**Figura 10.**

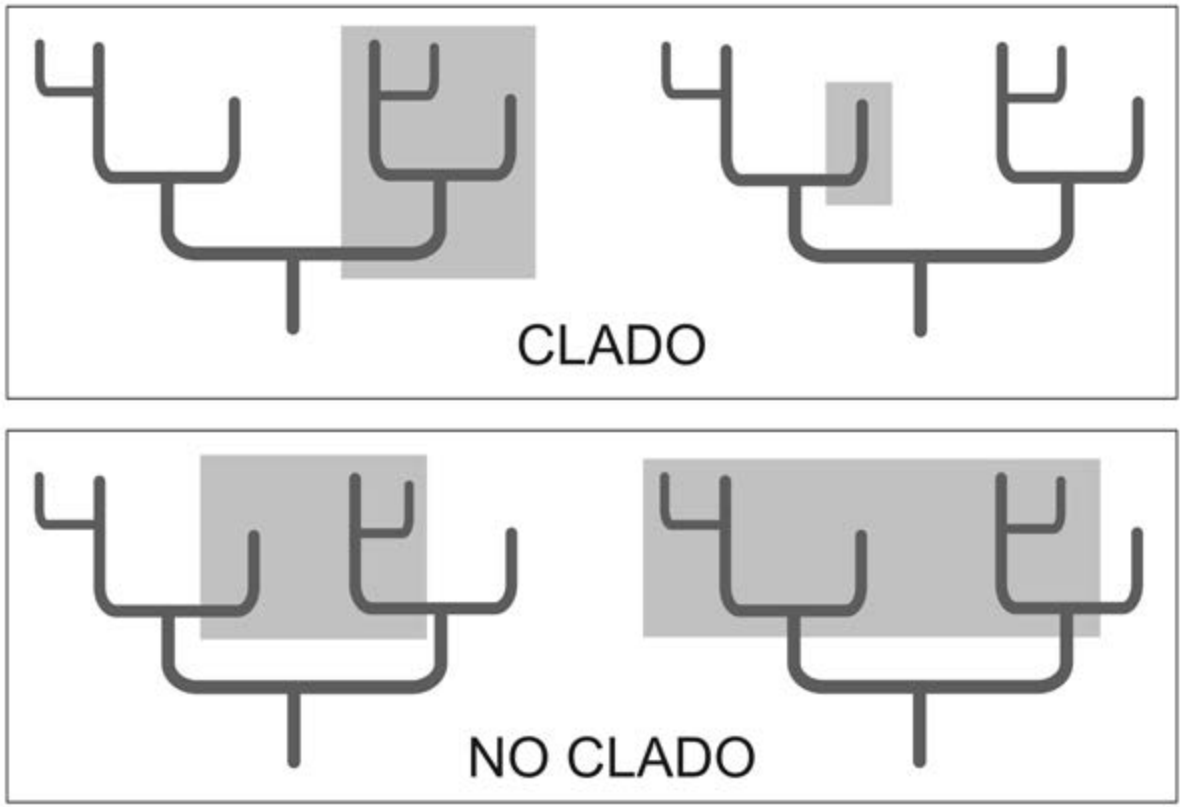



**Figura 11.**

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

También, cada linaje tiene antepasados que son únicos para ese linaje y otros antepasados compartidos, que se denominan "ancestros comunes" con otros linajes. Un clado o rama es la agrupación que incluye el ancestro común y todos sus descendientes, vivos o extintos. Estos conjuntos representan un grupo natural, pues su clasificación refleja la evolución del grupo.

Cuando estamos mirando un árbol evolutivo, es decir, recorriendo una filogenia, debemos tener presente que:

**a.** La filogenia representa patrones de parentesco entre organismos. Por ejemplo, en el esquema, las especies A, B, C y D forman un árbol y no deben interpretarse como una escalera.

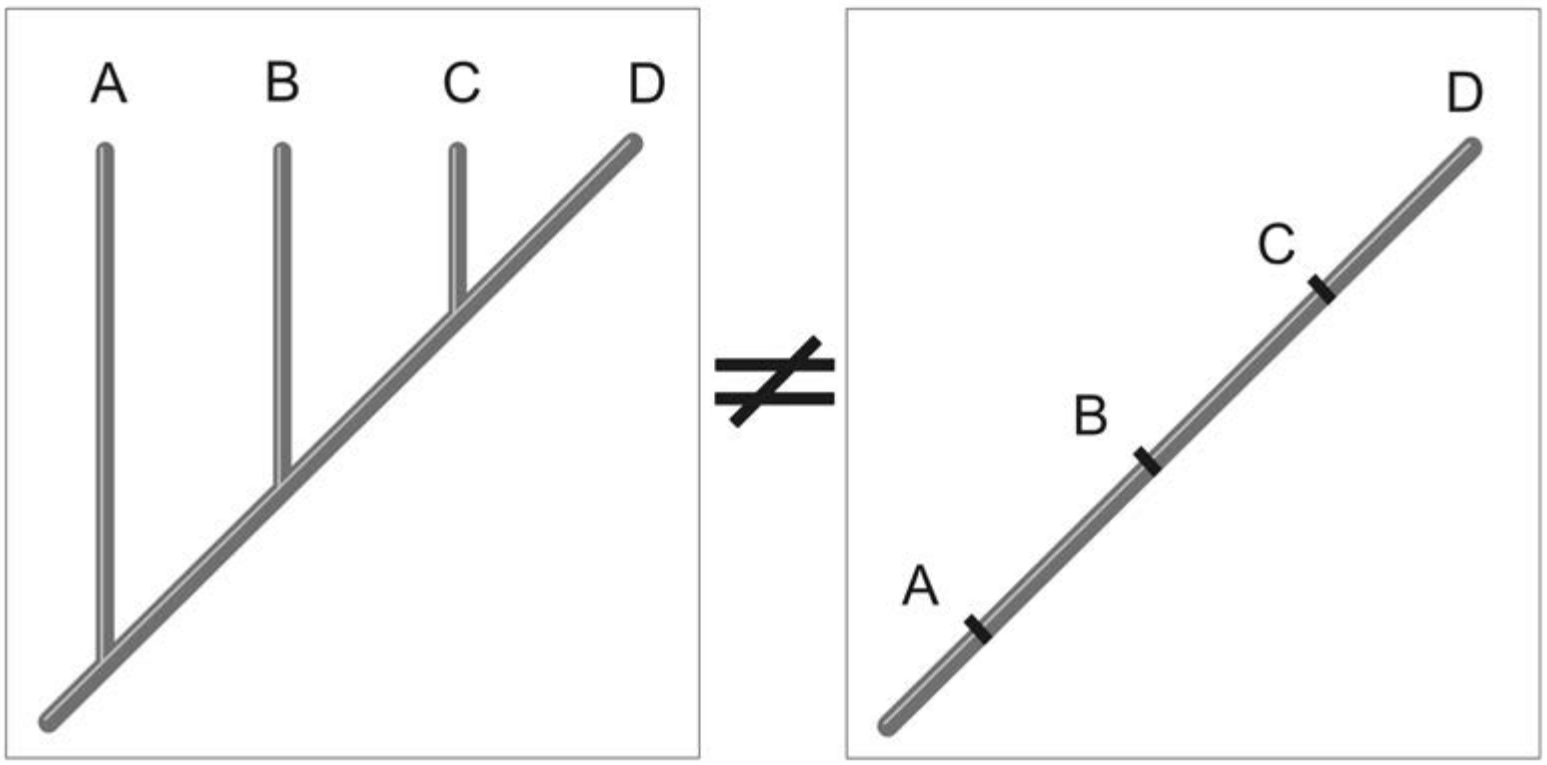



**Figura 12.**

Es muy importante tener presente que aunque la lectura habitual sea de izquierda a derecha, en las filogenias, esto no significa que los grupos de la derecha tengan “niveles más avanzados” o que sean “más evolucionados”.

De lo anterior se desprende que la elección de cuál de los linajes se coloca a la izquierda o a la derecha es arbitraria. Muchos biólogos, con frecuencia, colocan el clado o rama en la que están interesados a la derecha de la filogenia, sin importar su grado de complejidad. Por lo tanto las siguientes filogenias son equivalentes:

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

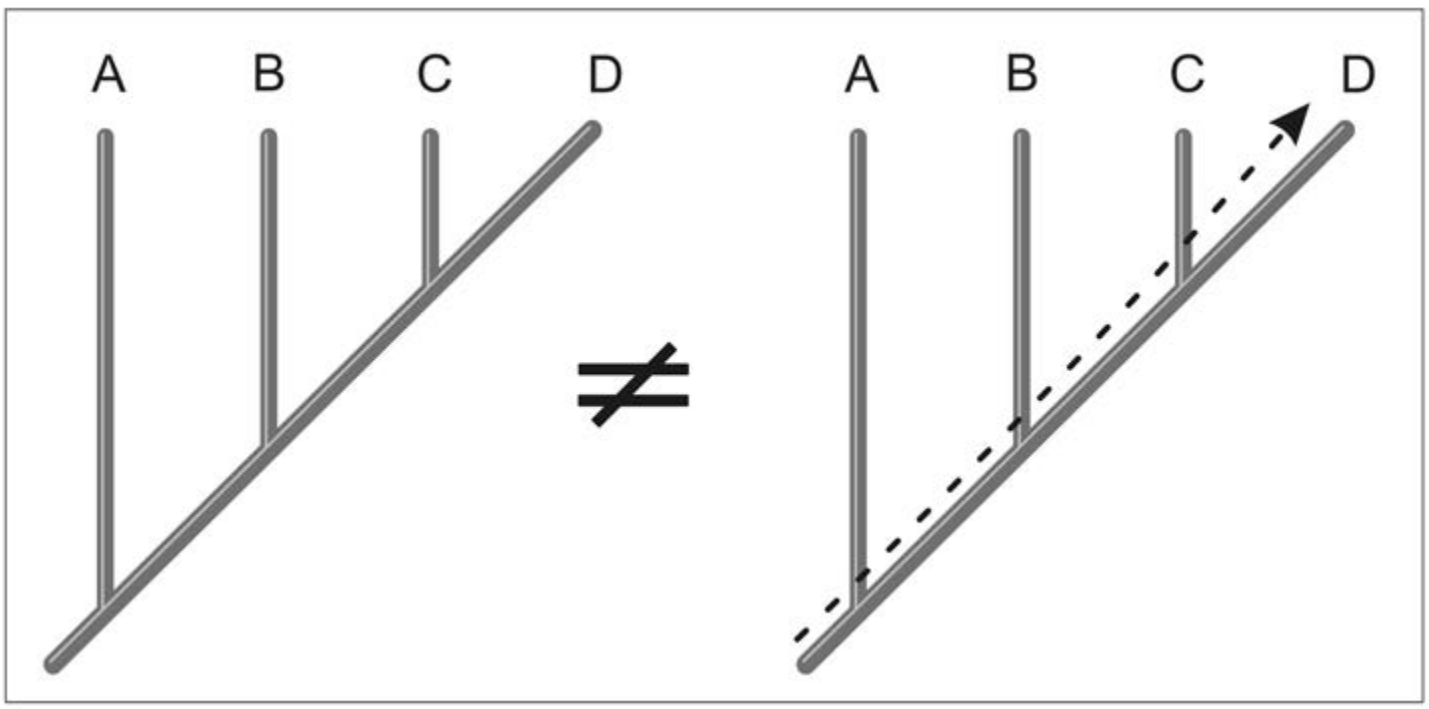



**Figura 13.**

Con estas ideas y la bibliografía adicional es posible pensar en propuestas para trabajar en el aula.

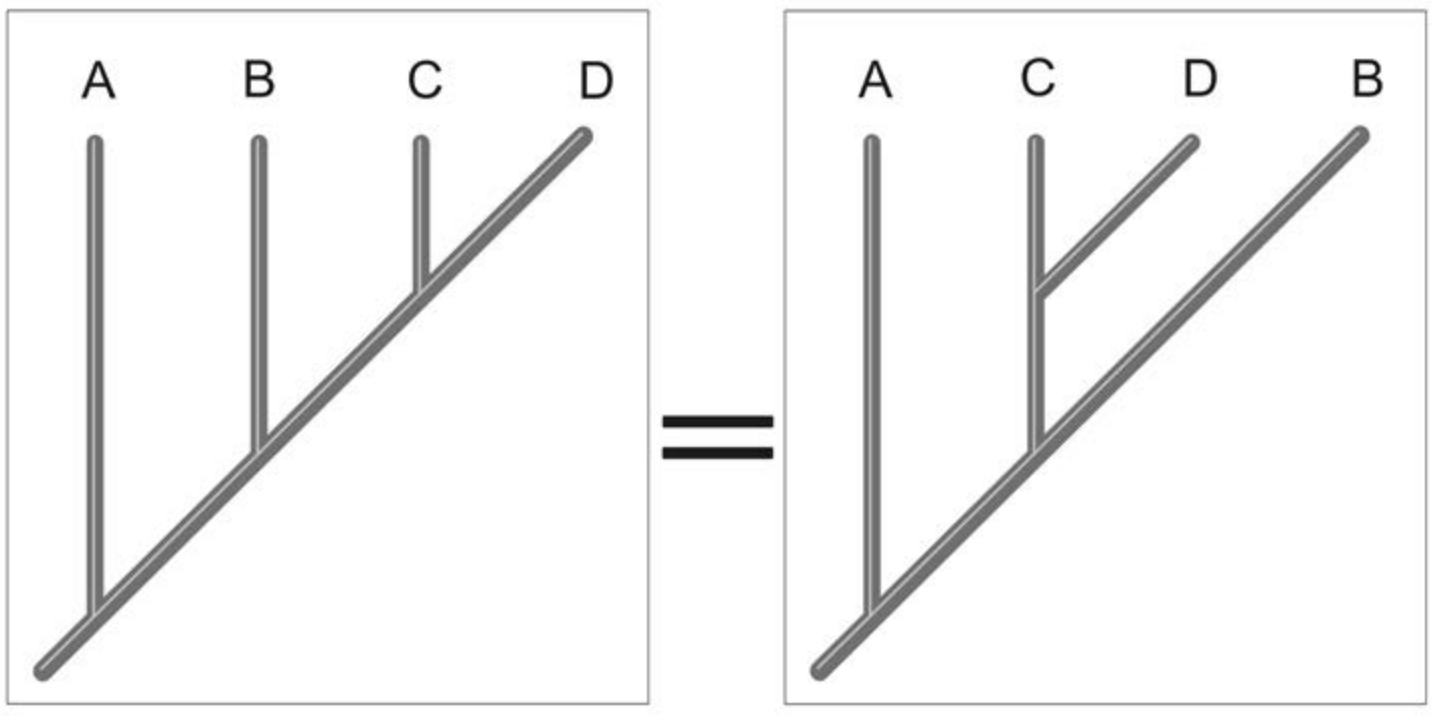



**Figura 14.**

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

## Segunda parte
# Propuestas para la enseñanza

El recorrido que se presenta es un desafío, una propuesta de enseñanza poco transitada aún. Los invitamos a sumergirse en ella para incorporar otra forma de presentar los contenidos de Biología en la escuela secundaria, una manera alternativa de analizar los datos y las representaciones, y un espacio de creatividad docente, entre otras posibilidades.

Se sugiere una serie de actividades para trabajar los conceptos desarrollados. Estas actividades no agotan todas las posibilidades y son solo orientadoras. Seguramente los docentes y los propios alumnos generarán más y nuevas ideas.

### Sobre el contexto histórico

1. Para comenzar a trabajar se sugiere situarse en un marco general de carácter histórico. Para ello se propone ver *La peligrosa idea de Darwin*, disponible en internet, donde, para explicar su idea, Darwin recurre a analogías como las pelotas de billar y como esta idea no le resulta satisfactoria, dibuja un árbol de parentescos. De hecho, la única figura que contiene su libro *El origen de las especies* es un árbol filogenético. Se sugieren algunas preguntas que orienten el intercambio posterior: ¿qué preguntas se formula Darwin? ¿Por qué se formula esas preguntas? ¿Cómo trata de responderlas? Seguramente surgirán más preguntas luego de ver el video. Estas nuevas preguntas pueden seguir diversas vías: se sugiere diseñar estrategias didácticas que contribuyan a responderlas o dejarlas abiertas para trabajar en los años que siguen.

### Sobre la clasificación en grandes grupos, su origen y sus relaciones

2. En un segundo momento, se propone introducir las características de los tres grandes dominios de seres vivos (Archaea, Bacteria y Eukarya) y problematizar las relaciones entre ellos.

Se pueden presentar y analizar con los estudiantes los siguientes tres árboles y explicar cuál es la diferencia entre ellos identificando el punto de origen, tronco común y las ramas (o ramificaciones).

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

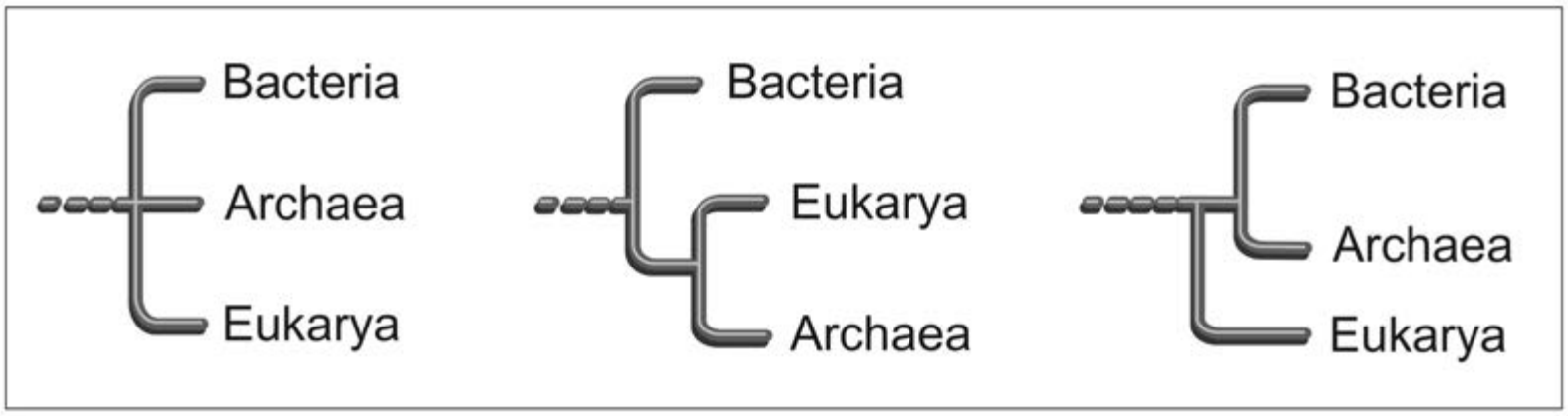



**Figura 15.**

A continuación, se puede solicitar a los estudiantes que redacten un párrafo donde expliquen cada árbol y sus diferencias.

Reunidos en pequeños grupos, se sugiere plantear una discusión a partir de esta pregunta: ¿puede afirmarse que un árbol es más acertado que otro? ¿Por qué? Los estudiantes pueden intercambiar y luego compartir con el resto del curso las conclusiones a las que hayan arribado.

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

## La clasificación en cinco reinos

3. Para profundizar el trabajo con árboles filogenéticos:
   a. Distinguir las características de cada reino (según Whittaker).
   b. Construir un posible árbol de relaciones entre estos reinos: Monera, Protista (Whittaker ubica dentro del reino Protista solo a los organismos unicelulares), Plantas, Hongos y Animales, basándose en las siguientes características que son los nodos que definen cada rama.
      - Eucariotas
      - Pluricelulares
      - Fotosintéticos
      - Pared celular de quitina.

   Luego, describir brevemente el árbol construido.

4. Se sugiere situar la siguiente tarea en el dominio Eukarya. Esta actividad consiste en analizar diferentes árboles de Protistas, Plantas, Hongos y Animales. (Ver figuras 16 a 22.)
   Algunas preguntas para orientar su análisis:
   a. ¿Cómo se relaciona este árbol con la clasificación tradicional en cinco reinos?
   b. ¿Quiénes son los parientes más cercanos de los hongos?
   c. ¿Quiénes son los parientes más cercanos de las plantas?

## Árboles evolutivos

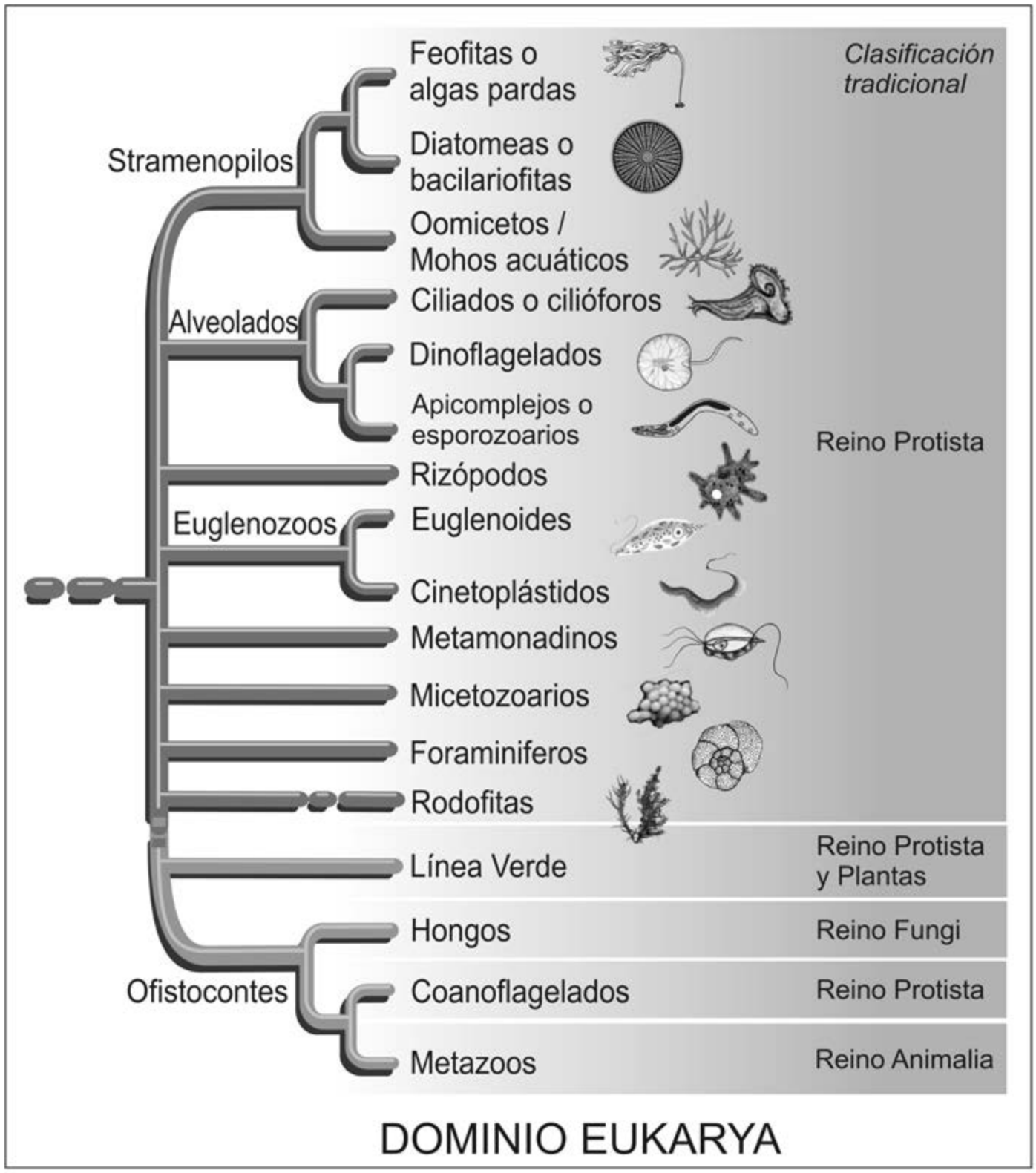



**Figura 16.**

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

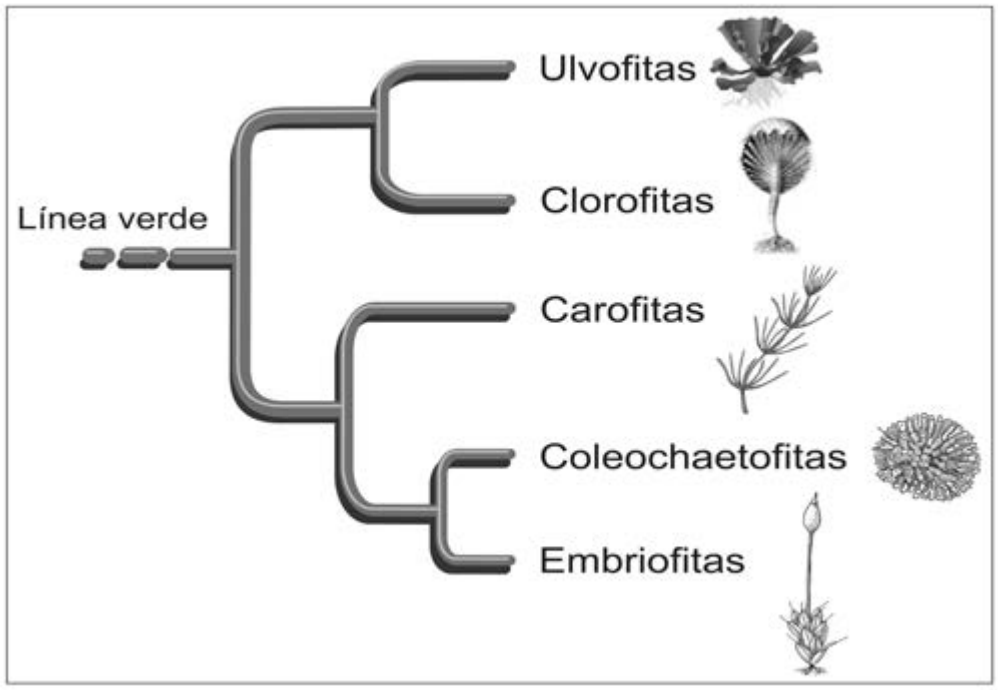



**Figura 17.**

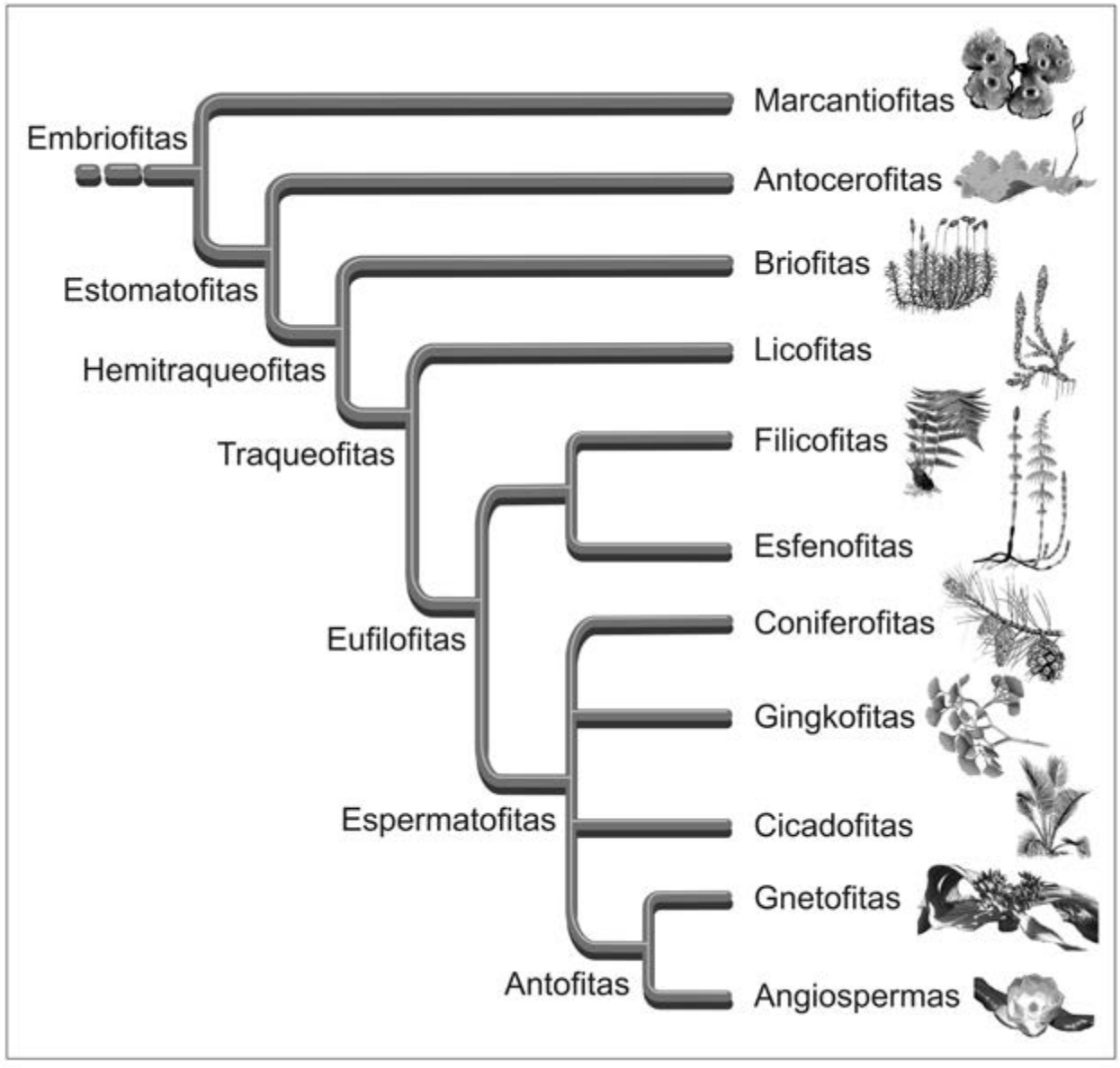



**Figura 18.**

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

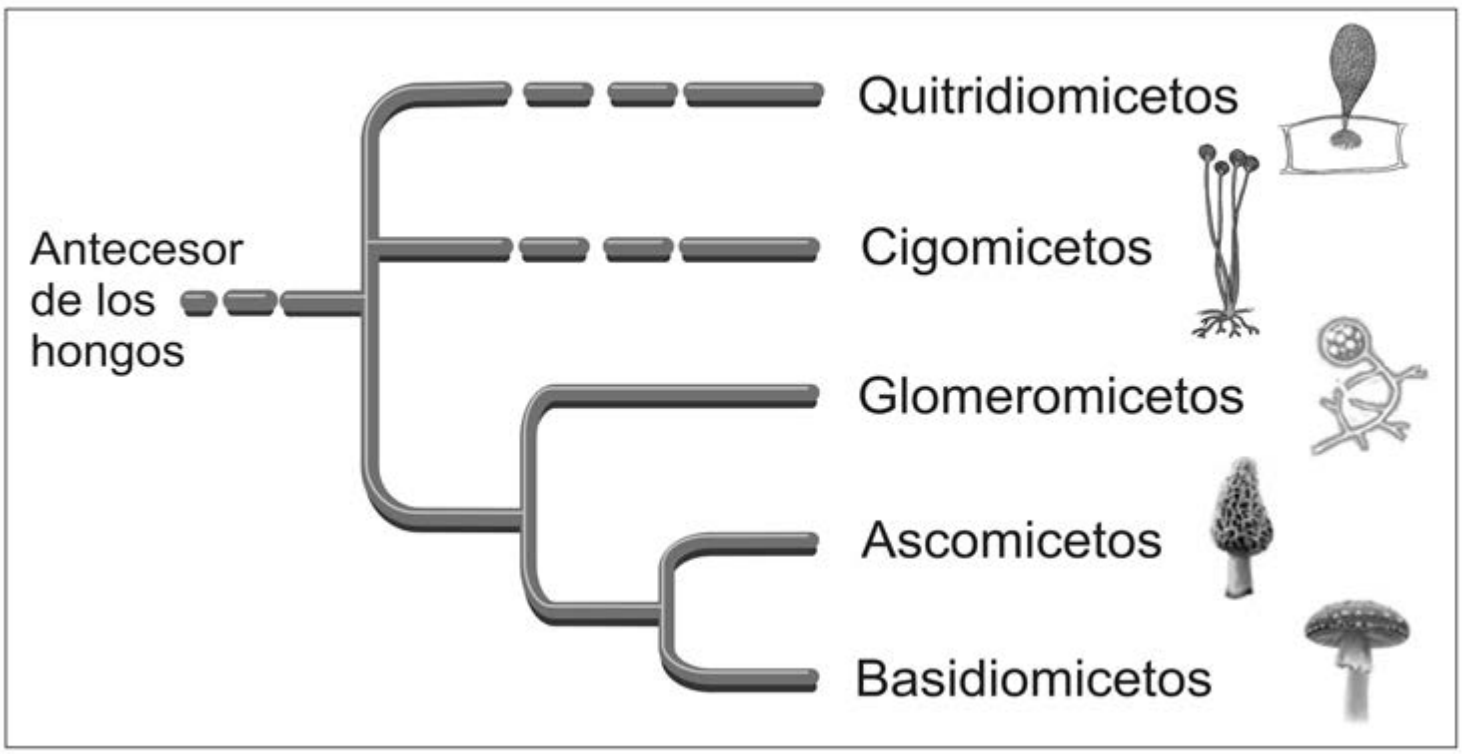



**Figura 19.**

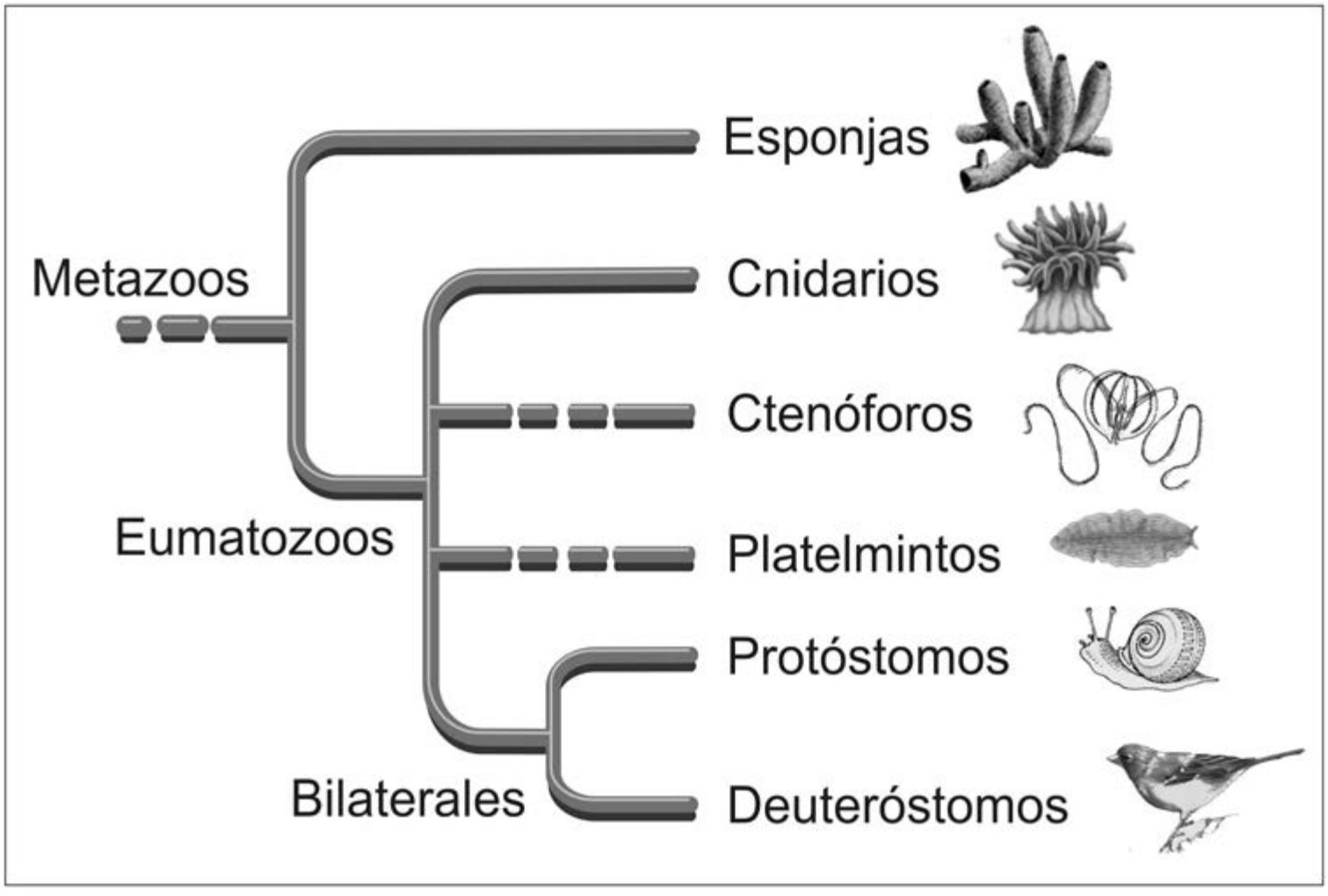



**Figura 20.**

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

## Árboles evolutivos

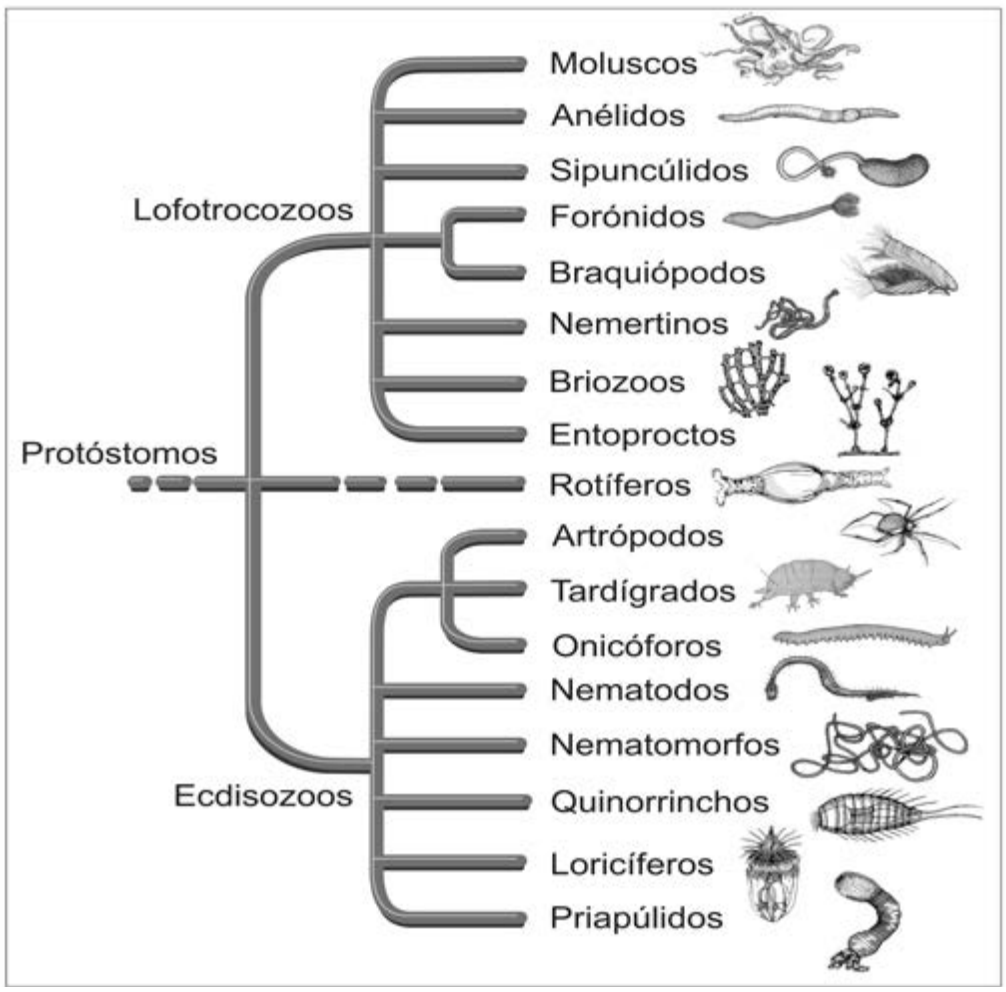



**Figura 21.**

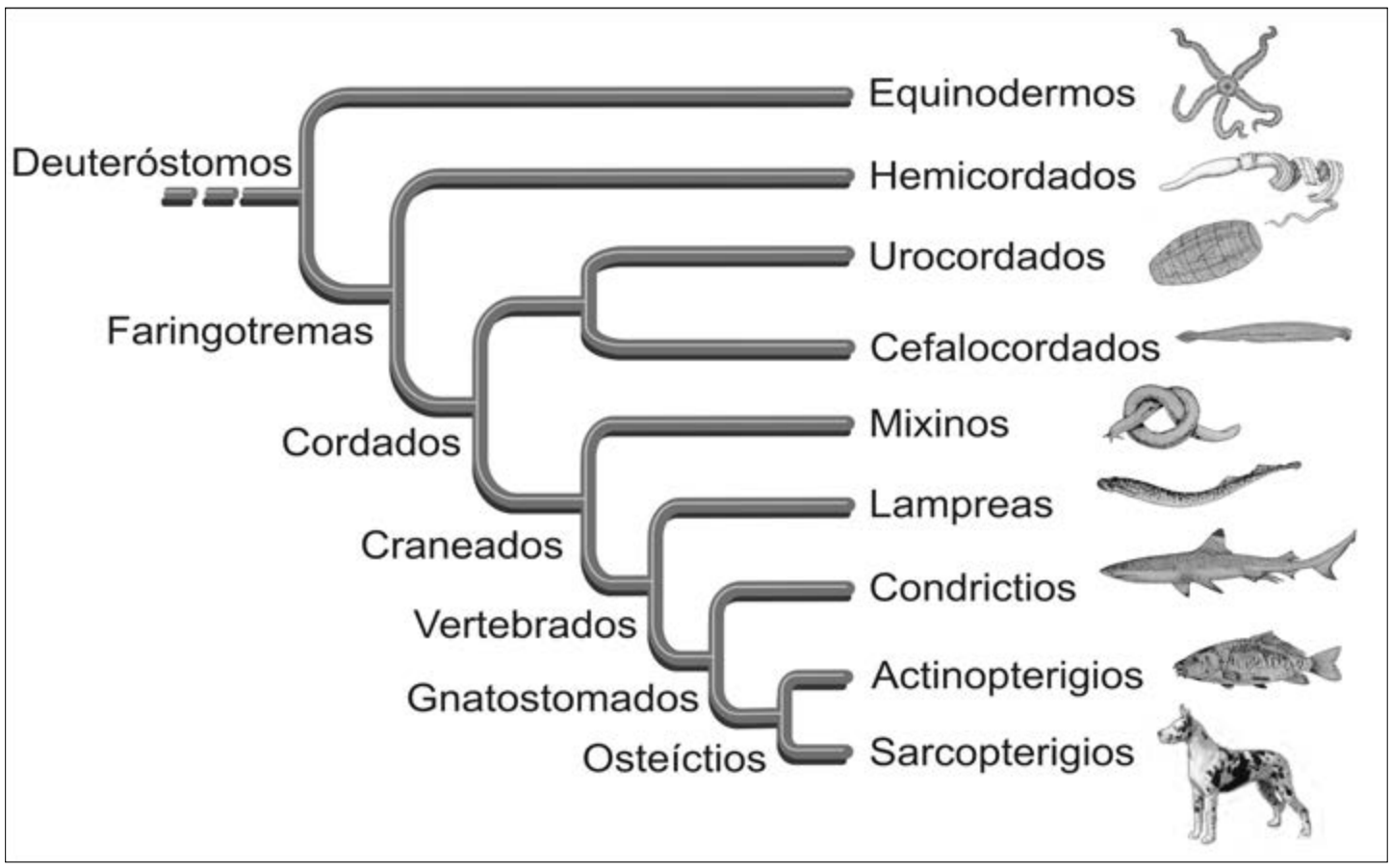



**Figura 22.**

G.C.A.B.A. I Ministerio de Educación I Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

## Árboles evolutivos

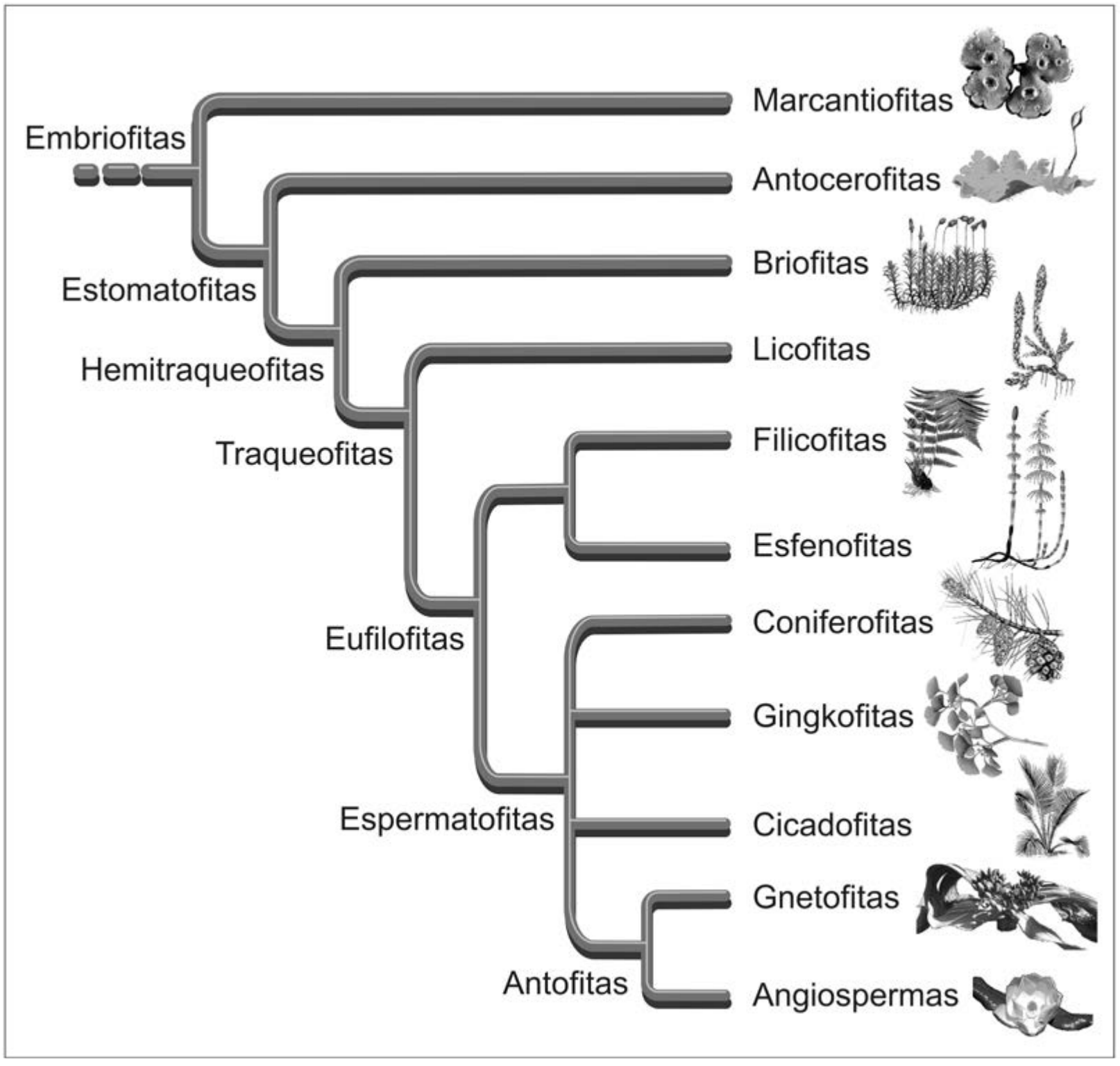



**Figura 23.**

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

5. Para continuar, podemos situarnos en un grupo de organismos en particular. Por ejemplo, puede presentarse el grupo de las Plantas en un árbol filogenético. Se sugiere trabajar sobre el significado de cada término, particularmente, los que actúan como nodos y dan origen a cada rama es decir, las características que los definen como grupos. Por ejemplo, Embriofitas, Estomatofitas, Traqueofitas, etcétera.

6. Analizar el grupo de los animales comparando diferentes árboles. Encontrar las diferencias y argumentar acerca de su significado a partir de las características o nodos que definen cada grupo: Metazoos, Eumetazoos, Bilaterales.

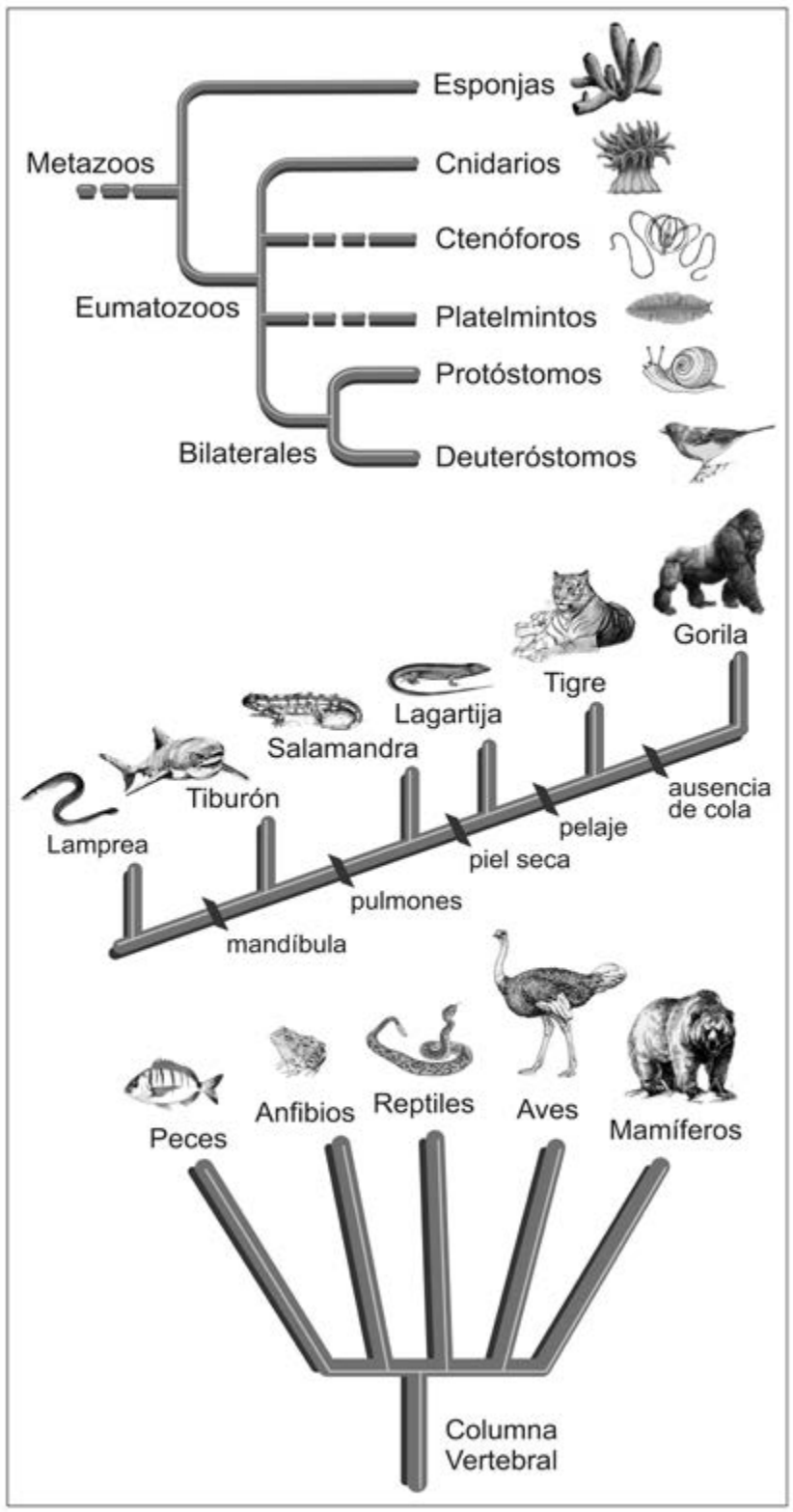



**Figura 24.**

G.C.A.B.A. I Ministerio de Educación I Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

## Ubicación del grupo de los humanos

7. Si bien la evolución humana se trabajará con más detalle en tercer año, se puede incorporar un árbol filogenético para analizar las hipótesis sobre las relaciones de parentesco de nuestra especie.

Sobre la base del siguiente árbol filogenético, los estudiantes pueden reflexionar acerca de las siguientes preguntas: ¿con quiénes estamos emparentados más cercanamente los seres humanos? ¿Este esquema coincide con las ideas que tenían previamente sobre la evolución humana? ¿Por qué? ¿Qué otra información proporciona este árbol? Se puede solicitar a los alumnos la elaboración de un epígrafe para la siguiente figura.

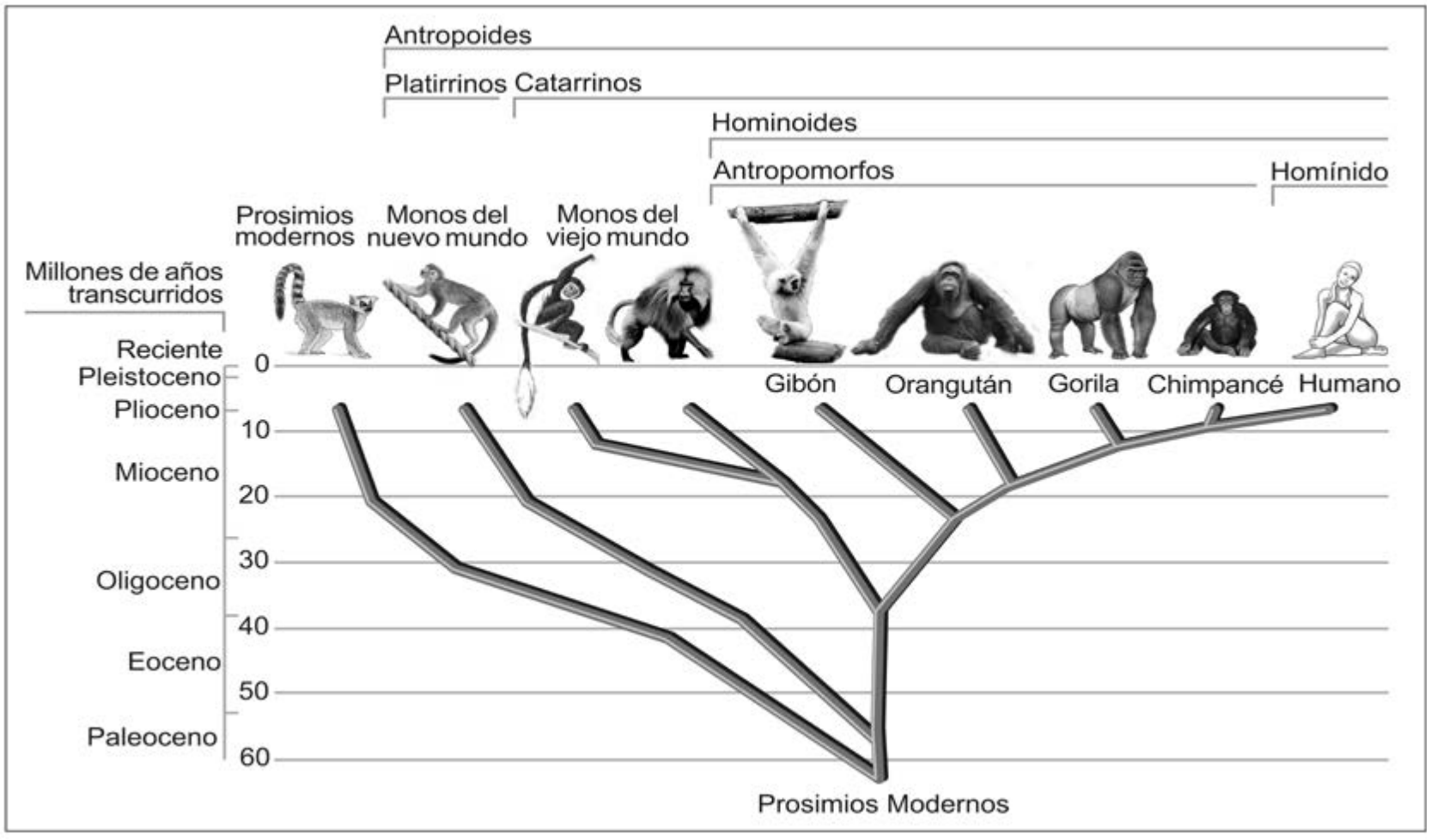



**Figura 25.**

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

**Actividad de integración para recapitular la información y establecer relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad (CTS)**

8. Con el propósito de colaborar en la recapitulación de información y promover el establecimiento de relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad puede resultar de interés plantear la siguiente situación problemática:

*Se encuentra una cierta especie con determinadas características. En un congreso, los biólogos (rol a asumir por los alumnos) debaten su ubicación en un árbol filogenético.*
Por ejemplo, el espécimen encontrado podría ser un insecto (un mosquito del género *Anopheles*) perjudicial para la salud de las personas. A partir de esta situación, se podrían plantear las siguientes preguntas para conversar en clase:

- ¿Cuáles son las características que definen a los insectos?
- ¿Dónde los ubicarían en el árbol de la vida? ¿Por qué?
- ¿Por qué es importante identificar cuál es su lugar en el árbol? ¿Qué información nos
- brinda?
- ¿Cuál es la comunicación o la información que podría elaborarse para comunicar el hallazgo a otros colegas?

9. Es posible abordar la relación entre el hallazgo de la situación anterior y las problemáticas sanitarias y ambientales. Para ello, previamente se puede buscar bibliografía para complementar la lectura del texto que se reproduce más adelante y que establece relaciones entre problemas sanitarios y sociales. La propuesta es que, reunidos en pequeños grupos y con la guía del docente, los estudiantes lean el texto presentado. El objetivo es encontrar las posibles dificultades, identificar los contenidos aún no trabajados, promover el intercambio y la explicación entre pares y favorecer la elaboración de una conclusión conjunta, entre otros aspectos a considerar, que hacen a la lectura en la enseñanza de las ciencias.

Las siguientes preguntas pueden orientar la lectura del texto:

- ¿Cuál es la problemática que se plantea en este texto?
- ¿Qué organismos se mencionan? ¿A qué grupo pertenecen?
- ¿Cuáles serían las formas más adecuadas para abordar el problema?
- ¿Cuáles fueron los inconvenientes en la investigación?
- ¿Qué errores persisten en la prevención y en el tratamiento de la enfermedad que se menciona? ¿A qué se deben estos errores?
- ¿Cuáles son las alternativas posibles?
- ¿Cuáles son los marcos más adecuados para abordar esta problemática?

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

**Malaria: conocer al vector para dar en el blanco**

La malaria (o paludismo) es una enfermedad infecciosa provocada por algunas especies de protozoos del género *Plasmodium* y transmitida a los humanos a través de la picadura de las hembras de diversas especies de los mosquitos del grupo *Anopheles*, que son parasitadas por *Plasmodium* (oplasmodio). Se estima que actualmente alrededor de 3.300 millones de personas (la mitad de la población mundial) están expuestas al contagio de esta enfermedad. En 2010 hubo aproximadamente unos 219 millones de casos que costaron la vida de alrededor de 660.000 personas. Los habitantes de los países más pobres son los más vulnerables a la enfermedad. Un 90% de todas las muertes por paludismo registradas en 2010 se produjeron en África y afectaron mayoritariamente a niños menores de 5 años.

Esta enfermedad afecta a la humanidad desde tiempos muy remotos con una amplia distribución en el mundo. Se cuenta con registros que datan de más de 4.000 años en los que se describen síntomas distintivos de la enfermedad tales como fiebres que se presentan con la periodicidad característica de la malaria. En distintas épocas y regiones del mundo se han buscado y probado diversas formas de tratamiento y prevención, y se han propuesto diferentes explicaciones acerca de las causas y la transmisión de la malaria. Todas ellas hacen mención a la cercanía de aguas estancadas como condición que propicia su desarrollo, pero su comprensión integral demandó mucho tiempo.

El proceso de la investigación que dio lugar al conocimiento de la enfermedad siguió un caminosinuoso, debido a que involucra un ciclo complejo en el que intervienen diversos organismos. Fue a finales del siglo xix, cuando se describió el ciclo del parásito y se comprendió el papel que cumplen en este ciclo algunas especies de mosquitos y de vertebrados, entre ellos los humanos. Más tarde, los estudios centrados en la clasificación del género *Anopheles* aportaron herramientas indispensables para el desarrollo de estrategias de prevención y control de la enfermedad.

¿Cómo pueden contribuir los estudios de clasificación centrados en la identificación y caracterización de las especies de mosquitos al diseño de estrategias eficaces para la prevención y el control de la enfermedad?

Desde principios del siglo xx se han implementado diversas estrategias con el propósito de curar a los enfermos de malaria, evitar la propagación la enfermedad y erradicarla. Incluyen medidas de saneamiento ambiental, control de las poblaciones de mosquitos y tratamiento de los afectados con diversas drogas antipalúdicas. El éxito de estas estrategias siempre fue limitado, hasta que en la década de 1950 se creyó haber hallado la receta ideal para erradicar al vector y, con él, a la malaria: el insecticida DDT. En diversas regiones del mundo se realizaron fumigaciones intensivas, en los ambientes en los que existía la mayor densidad de mosquitos *Anopheles*. Pero al cabo de dos décadas, si bien se había reducido la incidencia de la enfermedad, la meta de erradicarla no se había alcanzado y los efectos no deseados de este insecticida en el ambiente eran lo suficientemente graves y notorios como para que se decidiera abandonar su uso.

Actualmente, la malaria sigue siendo uno de los mayores problemas sanitarios del planeta. Resulta claro que el uso extensivo de insecticidas provoca serias alteraciones ambientales y favorece el aumento de la frecuencia de variedades resistentes en las poblaciones de mosquitos. Por su parte, el uso excesivo de drogas antipalúdicas en las poblaciones afectadas, tiene como consecuencia el incremento de variantes resistentes del plasmodio.

En la búsqueda de alternativas sustentables y eficaces, el diseño de programas locales de control selectivo del vector (el mosquito) puede constituir una clave. Actualmente se sabe que el género *Anopheles*

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

comprende unas 500 especies que están presentes en todos los continentes, excepto en la Antártida. Aproximadamente 70 de estas especies pueden ser portadoras del plasmodio, pero solo 40 de ellas están identificadas como transmisoras de la malaria, es decir, pueden provocar la enfermedad en los humanos. Estas especies presentan variabilidad en diversos aspectos relacionados con la capacidad para transmitir la enfermedad tales como la susceptibilidad innata al plasmodio, el ciclo biológico, la longevidad y los factores que inciden en ella, la susceptibilidad a insecticidas, las zonas de desove, el comportamiento alimentario y los patrones de vuelo. Dado que la distribución de estas especies varía regionalmente, la investigación sobre sus características resulta de vital importancia en el desarrollo de modelos adecuados a las circunstancias y condiciones particulares de cada región, posibilitando la identificación de las especies de mosquitos que pueden actuar como vectores en cada caso. Estos conocimientos, conjuntamente con los que aportan los estudios ecológicos y epidemiológicos, permiten definir, por ejemplo, cómo reducir o acotar el hábitat en el que se reproduce el mosquito, cuál es la fase de desarrollo del vector más conveniente para interrumpir el ciclo de transmisión, qué procedimientos de control (químico, biológico, genético, ecológico) conviene implementar, qué programas de monitorización son más apropiados, entre otros aspectos.

No obstante, cabe advertir que ninguna disciplina científica puede, por sí misma, abordar convenientemente la compleja problemática de la malaria, debido a la fuerte incidencia de los aspectos sociales relacionados con la transmisión de la enfermedad. La mayor parte de las poblaciones que habitan regiones donde la malaria es endémica presenta elevados índices de pobreza. Las condiciones precarias de vivienda, la existencia de poblaciones desplazadas, la falta de acceso a medicamentos y a técnicas diagnósticas son factores propicios para el desarrollo y la propagación. La desnutrición y la anemia vuelven a los individuos más vulnerables ante el parásito e incrementan el riesgo de muerte. Por todo ello, para hacerle frente a este flagelo es indispensable que se lleven adelante programas locales de prevención y control viables y sostenibles, que además de los conocimientos biológicos, contemplen la mejora de las condiciones de vida, la concienciación y la participación activa de la población.

Helena Curtis, N. Sue Barnes, Adriana Schnek y Alicia Massarini.
*Invitación a la Biología en contexto social*,
7ª ed. Buenos Aires, Médica Panamericana, 2015.

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

Se sugieren las siguientes actividades de recapitulación para desarrollar con los estudiantes:

10. Armar una historia de la vida a través de los árboles filogenéticos con material concreto a modo de maquetas (con alambres, telgopor, papel maché, etcétera).

En cada maqueta o en el conjunto de ellas deben quedar expuestas las ideas centrales que se han trabajado:

- El origen común de todos los seres vivos.
- La diversidad biológica pasada y presente.
- Las características que definen cada grupo.
- La diversidad como producto de una larga historia comprendida en términos geológicos.

Organizar una exposición para una muestra que se desarrolle en la escuela o para explicar lo trabajado a otros integrantes de la comunidad educativa.

11. Búsqueda de información, comunicación y simulación a través de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Resulta de interés recorrer en internet el sitio *Tree of Life*, que es una construcción científica realizada en forma colectiva. Los estudiantes podrán analizar los árboles allí expuestos, buscar similitudes, diferencias, curiosidades y, a través de herramientas informáticas, desarrollar una exposición semejante para que pueda ser comprendida por toda la comunidad de la escuela.

## A modo de síntesis

Será muy útil elaborar una hoja de ruta antes de comenzar este recorrido y luego analizar junto con los estudiantes hacia dónde nos llevó el camino realizado en forma conjunta.

El docente puede analizar diferentes árboles junto con sus alumnos. Esto es lo que en de-fin tiva hacen los especialistas en el tema y también los no especialistas. La interpretación conjunta, las conjeturas, la posibilidad de debatir a la par con los alumnos, interesarse ante novedades serán posiblemente un buen motor para mostrar que se trata de un tema actual en plena revisión y que año a año las publicaciones sobre filogenias son cuantiosas y nos sorprenden. Las ramas del árbol de la vida no cesan de moverse y agitarse.

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

## Sugerencias para la evaluación

Se recomienda brindar distintas posibilidades en variedad de contextos y admitir diversidad de respuestas. El propósito es que los alumnos puedan interpretar los conceptos y construir una base sólida que deje abiertas las puertas para continuar elaborando conclusiones parciales. Todos los puentes y andamiajes que puedan tenderse permitirán abrir muchas otras puertas hacia el mundo biológico. Se presentan algunos ejemplos de actividades para la evaluación:

1. *Sobre la lectura de los árboles filogenéticos*
   Analizar las siguientes afirmaciones (a, b, c, d y e) e indicar si son verdaderas (V) o falsas (F) y justificar las respuestas. Identificar cuáles se desprenden del árbol de parentesco y cuáles no. ¿Por qué? (ver figura 23).
   - **a.** La biodiversidad actual de plantas siempre se mantuvo constante.
   - **b.** Las angiospermas están estrechamente emparentadas con las gnetofitas.
   - **c.** Dentro de la misma especie hay variabilidad.
   - **d.** Las antofitas son antecesores directos de las briofitas.
   - **e.** Las embriofitas agrupan a todas las plantas conocidas.

*Nota:* Esta actividad de evaluación pretende ensamblar los conocimientos acerca del mundo biológico con las representaciones en forma de árboles.

2. *Sobre comparación entre árboles elaborados a partir de diferentes hipótesis*
   Analizar los siguientes árboles y establecer cuáles son las diferencias entre ellos en cuanto al tipo de información que brindan. Escribir un párrafo sobre cada una de las diferencias y las relaciones en el árbol en forma global.

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

## Árboles evolutivos

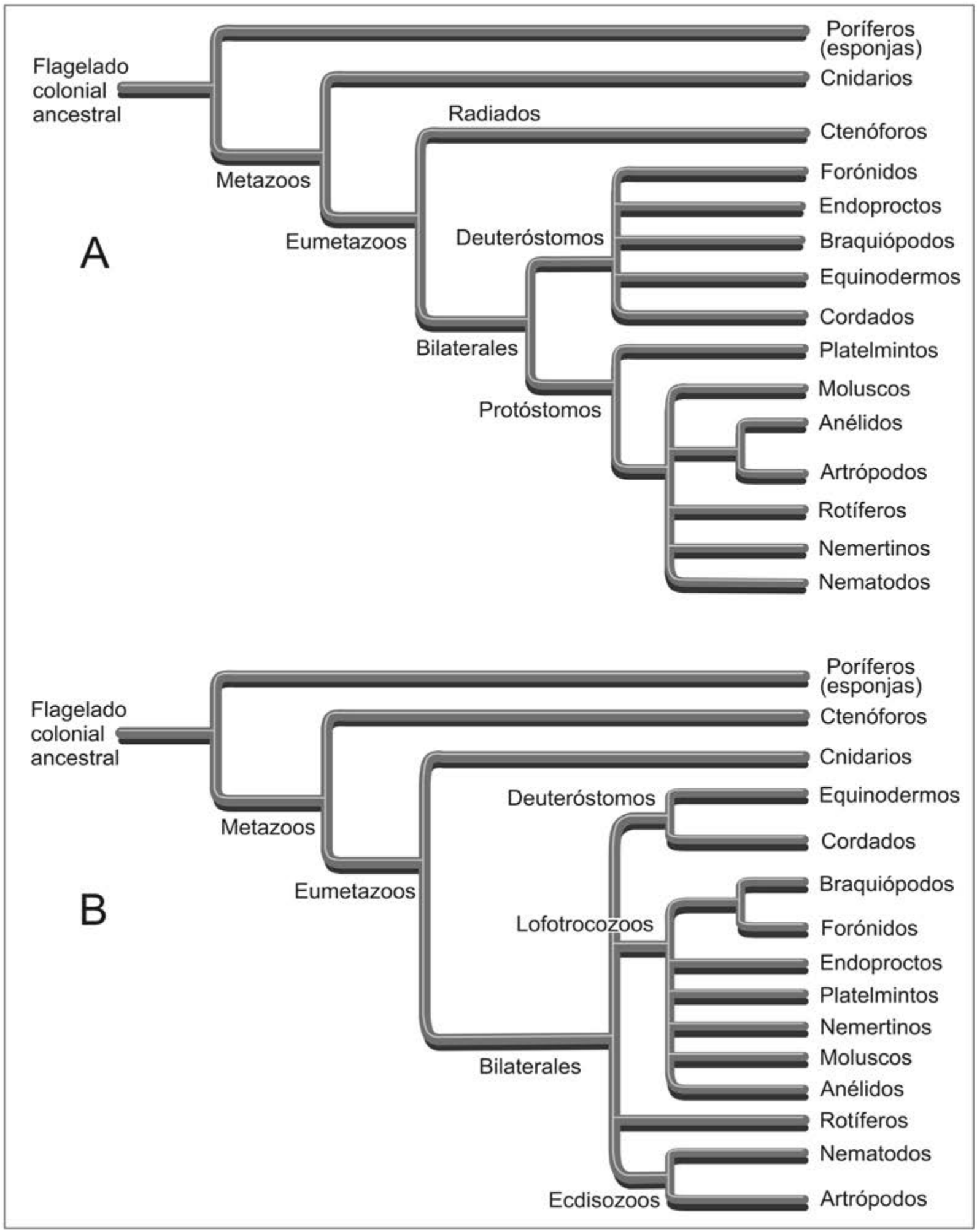



**Figura 26.**

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

**3.** **a.** *Sobre los diferentes árboles filogenéticos*

Analizar distintos tipos de árboles como los que se presentan a continuación y pedirles a los estudiantes que respondan estas preguntas: ¿qué información brinda cada uno?, ¿qué información importante no está presente?

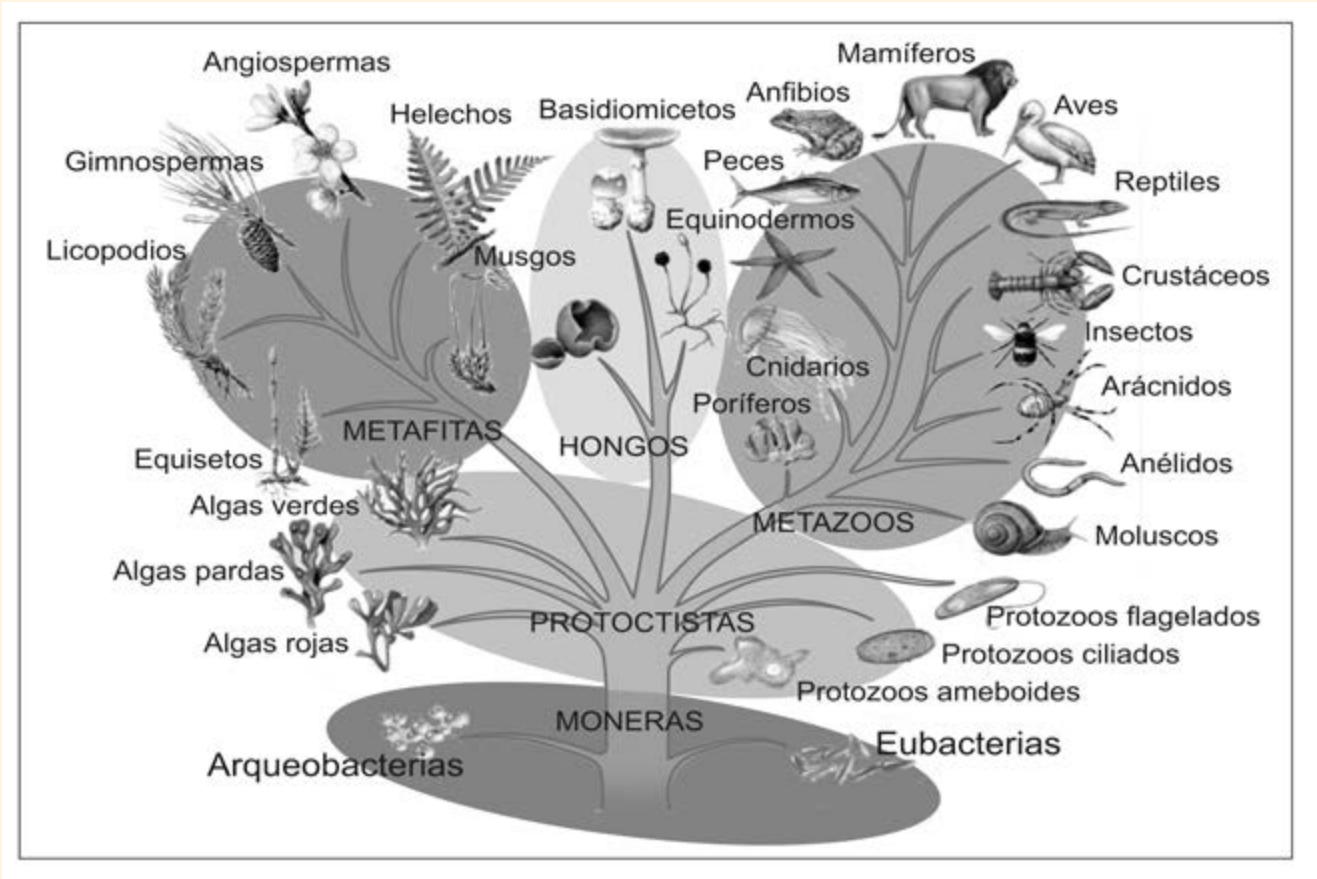



**Figura 27.**

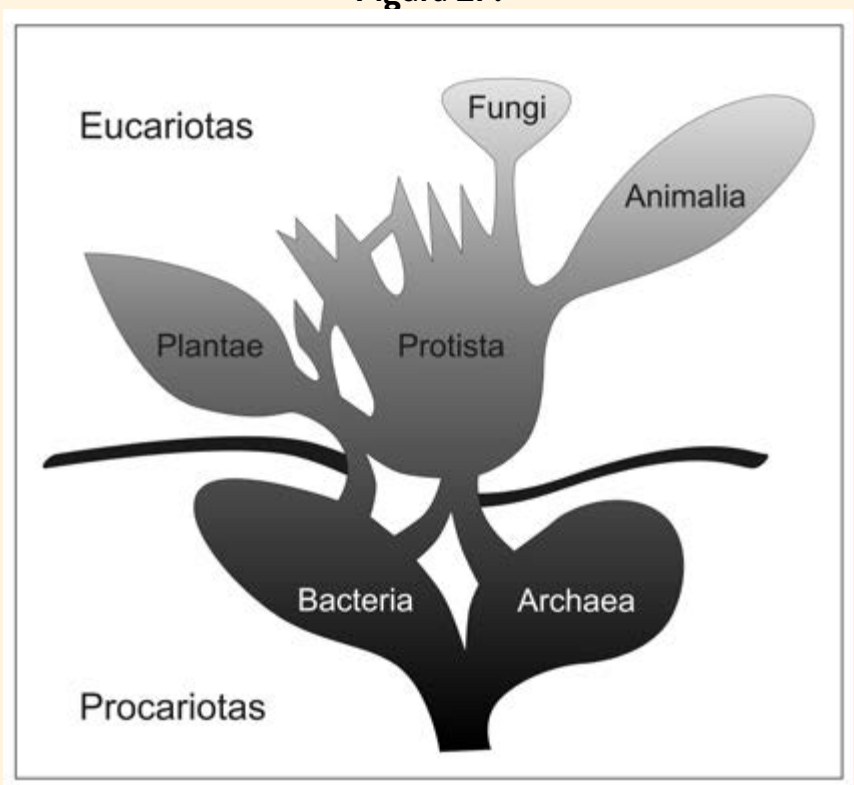



**Figura 28.**

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

**b.** *Sobre la construcción de árboles*

Visitar sitios de internet como *Tree of Life* y analizar los diferentes árboles filogenéticos según el grupo de organismos en el que se haga foco. Puede analizarse solo un grupo o bien repartir diferentes grupos de organismos entre la clase.

Otra posibilidad es pedirles a los alumnos que construyan/diagramen árboles filogenéticos mediante información de características de ciertos grupos de organismos directamente emparentados.

**4.** *Sobre la relación con ideas de ficción*

Se puede solicitar a los alumnos que expresen su reflexión en torno a las ideas manifestadas en un texto literario, considerando el recorrido realizado sobre las clasificaciones en Biología. Por ejemplo, se sugiere este texto de Jorge Luis Borges:

> "En sus remotas páginas está escrito que los animales se dividen en (a) pertenecientes al Emperador, (b) embalsamados, (c) amaestrados, (d) lechones, (e) sirenas, (f) fabulosos, (g) perros sueltos, (h) incluidos en esta clasificación, (i) que se agitan como locos, (j) innumerables, (k) dibujados con un pincel finísimo de pelo de camello, (l) etcétera, (m) que acaban de romper el jarrón, (n) que de lejos parecen moscas. [...] notoriamente no hay clasificación del universo que no sea arbitraria y conjetural."

## A modo de cierre

Estas orientaciones lejos de ser fórmulas, se proponen brindar algunas ideas que cada educador o grupo de educadores en cada institución podría resignificar, modificar, adaptar y/o mejorar. Se espera atender a la diversidad de estudiantes y a las características de los grupos, para lograr el mayor grado posible de interacción y participación. Sobre esta base, una planificación diversificada, con varias puertas de entrada a los mismos conceptos permite considerar los diferentes niveles, ritmos y estilos de aprendizaje, así como las motivaciones de los alumnos, entre otros aspectos. Por ello, en este material se han elaborado propuestas que proporcionan múltiples formas de presentación y representación de los contenidos y diversifican modos de expresión y ejecución, retomando ideas a lo largo de su recorrido, desarrollando y jerarquizando conceptos.

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.

A través de estos contextos de aprendizaje se busca enriquecer la enseñanza de la disciplina y alentar la búsqueda conjunta de conocimientos y nuevos saberes en una perspectiva de equidad.

## Bibliografía

Curtis, H.; S. Barnes; A. Schnek y A. Massarini. *Biología*. 7ª ed. Buenos Aires, Médica Panamericana, 2008.

Curtis, H., Barnes, N. S., Schnek, A. y Massarini, A. *Invitación a la Biología en contexto social*, 7ª ed. Buenos Aires, Médica Panamericana, 2015.

Darwin, C. *El origen de las especies*. Barcelona, Planeta-De Agostini, 1992.

Dobzhansky, T. *Nothing in Biology makes Sense except in the Light of Evolution*. The American Biology Teacher. Vol. 35: 125-129, 1973.

Espinosa, A.; A. Casamajor y E. Pitton. *Enseñar a leer textos de ciencias*. Paidós, Buenos Aires, 2009.

Fourez, G. *Alfabetización científica y tecnológica*. Buenos Aires, Colihue, 1994.

Gould, S. J. *Dientes de gallina y dedos de caballo*. Madrid, Blume, 1984.

Hennig, W. *Elementos de una sistemática filogenética*. Buenos Aires, Eudeba, 1968. Jablonka, E. y M. Lamb. La evolución en cuatro dimensiones. Buenos Aires, Capital Intelectual, 2013.

Margulis, L. y D. Sagan. *Microcosmos*. Metatemas, Colección Libros para pensar la ciencia. Barcelona, Tusquets, 1995.

Massarini, A. y A. Schnek. *Evolución. Historia de la vida*, 2011. Curso *online*.

Mayr, E. *Así es la biología*. Madrid, Debate Pensamiento, 1998.

Morin, E. *La cabeza bien puesta: repensar la reforma, reformar el pensamiento*. Buenos Aires, Nueva Visión, 1998.

Rose, S. *Trayectorias de vida. Biología, libertad, determinismo*. Barcelona, Granica, 2001.

Sanmartí, N. *¿Se plantea correctamente la lectura en el aula?* Universidad Complutense de-Madrid, 2010.

Sanmartí, N. *Enseñar a leer desde todas las áreas* (primera parte), Universidad Complutense de Madrid, 2010.

Tudge, C. *La variedad de la vida. Historia de todas las criaturas de la Tierra*. Barcelona, Crítica, 2001.

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación | Subsecretaría de Planeamiento e Innovación Educativa.



# Vamos Buenos Aires



Ministerio de Educación del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires
20-03-2020