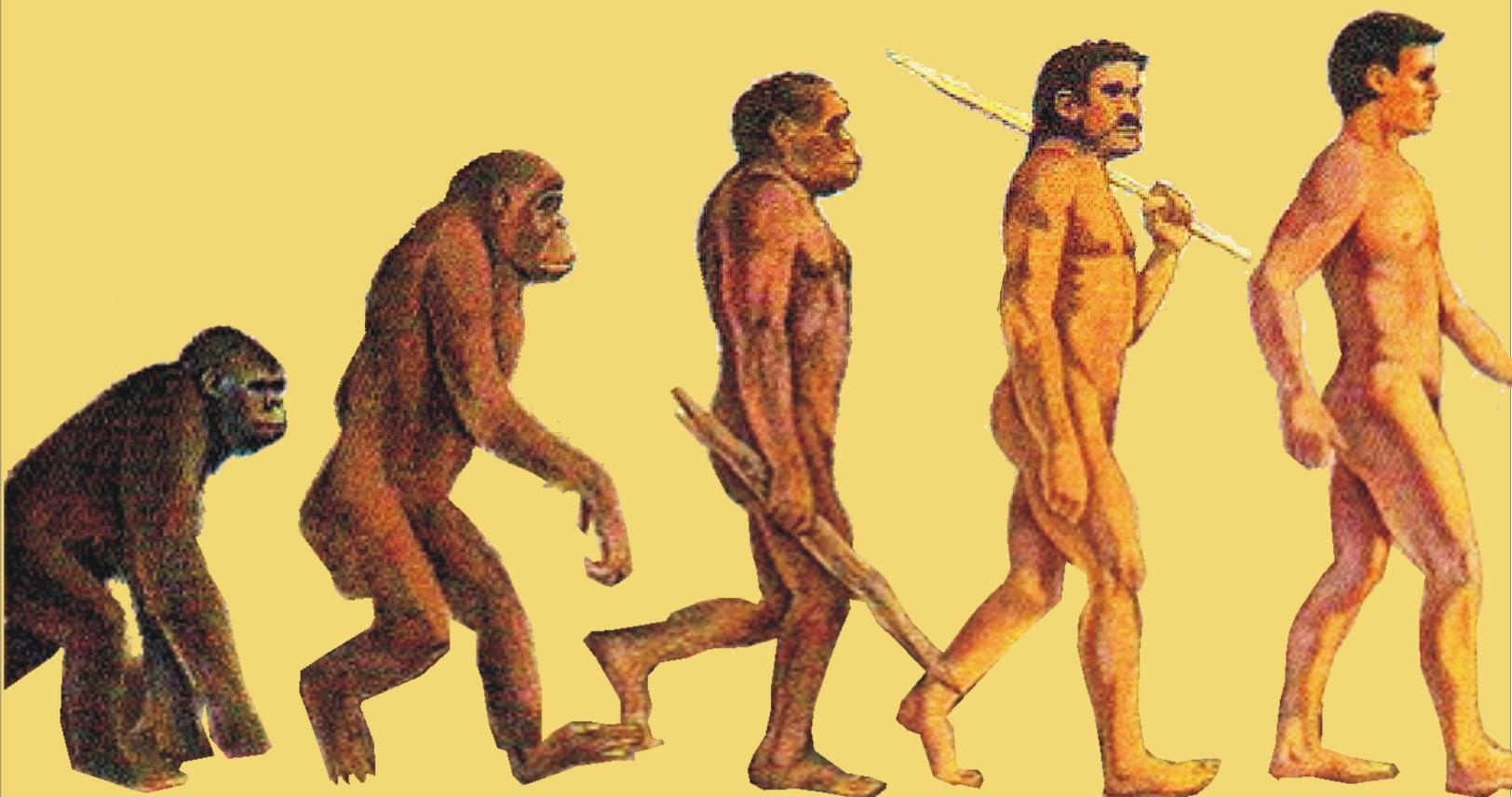


# Propuestas educativas

en torno al año darwiniano

2009

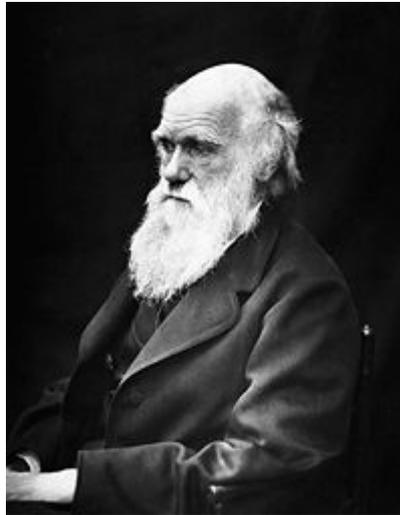


**CIENCIAS NATURALES**

Secretaría de Educación  
Subsecretaría de Promoción de Igualdad y Calidad Educativa  
Dirección de Planeamiento e Información Educativa

"Nada tiene sentido en Biología si no es a la luz de la Evolución"

***Theodosius Dobzhansky***<sup>1</sup>



***Charles DARWIN -1868***<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> (1900-1975) Genetista y zoólogo estadounidense de origen ucraniano. Uno de los fundadores de la Teoría Sintética de la Evolución -Neodarwinismo-. Sus estudios en genética de poblaciones, realizados fundamentalmente con la "mosca de la fruta", le sirvieron para enunciar su teoría para describir la variación y distribución biológica, con el objeto de dar explicación a fenómenos evolutivos.

<sup>2</sup> Una de las última fotografías de Darwin. Tomada por Julia M. Cameron, una de las mejores fotografías del siglo XIX.

## Introducción

El Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba está llevando a cabo, en los últimos años, distintas acciones con el propósito de fortalecer la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales en los distintos niveles del sistema educativo, a través de la promoción y la divulgación científica. Propicia, además, el acercamiento entre la escuela, los ámbitos de producción del conocimiento científico y la comunidad.

En el año 2009 se cumplen dos aniversarios significativos relacionados con uno de los representantes más importantes de la Historia de las Ciencias, Charles R. Darwin: el bicentenario de su nacimiento (12 de febrero de 1809) y el sesquicentenario de la publicación de la primera edición de *El Origen de las Especies* (24 de noviembre de 1859). Por este motivo, el Ministerio de Educación se suma a la conmemoración del Año Darwiniano, por considerarlo una valiosa oportunidad para ofrecer información al respecto y reflexionar sobre la Teoría de la Evolución, como así también sobre su enseñanza.

Este documento llega a las instituciones al cierre del ciclo lectivo y del Año Darwiniano, con el fin de fomentar el abordaje de la temática y promover su abordaje durante los ciclos escolares futuros.

En este marco, se pretende:

- Fomentar el aprendizaje y la enseñanza de las Ciencias Naturales enmarcada en la alfabetización científica.
- Valorizar la difusión y la divulgación del conocimiento científico.
- Contribuir con la resignificación de la enseñanza de las Ciencias en las escuelas.
- Sensibilizar a la comunidad educativa sobre la importancia del aprendizaje de la Biología y su historia e incentivar la profundización de sus conocimientos.
- Propiciar la enseñanza de la Historia de las Ciencias como parte importante de los aprendizajes que deben recibir los estudiantes

## Quién fue Charles Darwin

Cabe destacar que Darwin es considerado un representante destacado de la Historia Mundial de las Ciencias, por sus aportes sobre la Teoría de la Evolución, y además su vida tiene estrecha relación con nuestro país debido a su viaje por la Argentina.

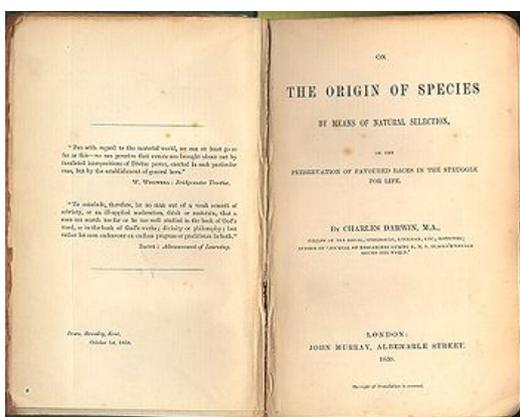
Charles Robert Darwin fue un naturalista inglés que nació en Shrewsbury, el 12 de febrero de 1809 – Inglaterra Victoriana-. Fue hijo de un médico rural de fama local, Robert Warning Darwin. Su madre Susan Wedwood murió cuando él tenía 8 años. Desde muy pequeño, se interesó por la naturaleza. Estudió Medicina en la Universidad de Edimburgo y en Cambridge asistió a cursos sobre teología, lenguas clásicas, geología, entomología y botánica.

En 1831, conoció al Dr. John Henslow, su profesor de Botánica, quien le incentivó y fortaleció el interés por las Ciencias Naturales, recomendándole que se embarcara

en 1831 en el Beagle como integrante de la expedición del capitán Robert Fitz Roy<sup>3</sup>. Su viaje por Sudamérica y las islas del Pacífico Sur duró 5 años. Entre los lugares que visitó se destacan los mares y las tierras de la Argentina en donde realizó numerosas observaciones sobre geología y la diversidad de la flora y la fauna, las que más tarde fueron el fundamento de la teoría de la evolución. En su recorrido disecó insectos, plantas y fósiles; coleccionó huesos y plumas; tomó notas; observó sus nidos, hábitat, forma de alimentación de aves, etc.

En Argentina encontró un fósil de un armadillo gigante, ya extinto, el cual fue una importante prueba para sus hipótesis.

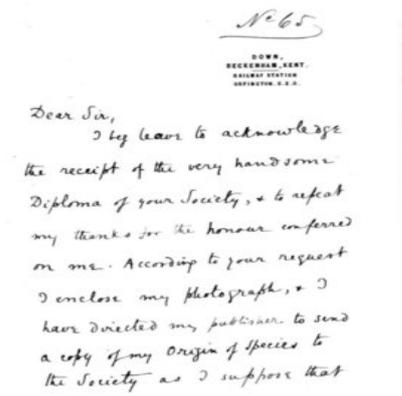
Ya de regreso en su país natal, publicó su obra *Diario del viaje del Beagle* y poco a poco se convirtió en una celebridad científica pasando a formar parte de la élite intelectual británica de la época. En 1838, fue nombrado secretario honorario de la *Geological Society*<sup>4</sup>.



En 1859, publicó su obra cumbre *El Origen de las Especies*, que se agotó el primer día en que salió a la venta. Sus libros posteriores incluyen *La variación de los animales y las plantas bajo condiciones de domesticación* (1868), *El origen del hombre* (1871), y *La expresión de las emociones en los animales y en el hombre* (1872).

Ejemplar de la Primera Edición

En 1878 fue incorporado como miembro de la Academia Nacional de Ciencias Argentina (ANC) con sede en la ciudad de Córdoba.



this is the best of my works,  
I have the honour to remain,  
Dear Sir,  
Yours faithfully  
Charles Darwin  
Mar 18.  
1879  
To the President  
Dr H. Weyenburgh

Carta enviada por Darwin a la ANC <sup>5</sup>

<sup>3</sup> Oficial de la Marina Británica.  
<sup>4</sup> Sociedad Geológica de Londres  
<sup>5</sup> Disponible en [http://acad.uncor.edu/imagenes/darwin/carta\\_darwin/view](http://acad.uncor.edu/imagenes/darwin/carta_darwin/view)

Murió el 19 de abril de 1883, a los 73 años en Down House<sup>6</sup>, Kent –su casa natal en Inglaterra-, tras un ataque al corazón. Fue despedido con un funeral de Estado y como homenaje a su trayectoria está enterrado en la abadía de Westminster, junto a científicos reconocidos como Isaac Newton<sup>7</sup>, John Herschel<sup>8</sup> y Michael Faraday. Sus aportes tuvieron una enorme repercusión en los distintos ámbitos de la ciencia y la cultura, y siguen siendo aún de interés para biólogos, historiadores, sociólogos, antropólogos, filósofos, educadores y políticos, así como para todos aquéllos que intenten comprender o promover un debate sobre su sentido en la cultura contemporánea.

### Algunas curiosidades

Charles Darwin fue el quinto de seis hermanos, quienes lo cuidaron a causa de la muerte de su madre. Su padre, por quien sentía gran admiración, afecto y respeto, fue un famoso médico rural, miembro de la Sociedad Real de Londres.

Su abuelo Erasmus fue botánico, poeta y también médico e influyó directamente en sus intereses.

Desde muy pequeño se dedicó a coleccionar rocas, insectos, conchas, monedas, huevos y hojas, entre otros elementos, y le gustaba leer libros sobre la naturaleza. Le interesaban especialmente los escarabajos y los pájaros.

A los nueve años fue enviado como interno a un colegio en el cual desarrolló sus primeros aprendizajes, aunque de pequeño no le entusiasmaba mucho el estudio.

Junto a su hermano mayor tenían un laboratorio de química en el jardín de su casa. Como le gustaba mucho hacer experimentos sus amigos lo llamaban “Gas”.

En su paso por la universidad leyó un libro de Alexander von Humboldt, un reconocido naturalista alemán que exploró el Amazonas. Este texto estimuló mucho sus ansias de viajar.



Emma Wedgwood

Su padre se opuso en un principio a su proyecto de travesía en el Beagle.

Era un fanático del Backgammon y un exquisito degustador de la comida.

A los 29 años, se casó con su prima Emma con quien tuvo 10 hijos, dos de los cuales murieron en la infancia. Ella era muy católica y trataba de satisfacerlo en sus gustos por la comida y para ello recopilaba recetas. Tres de sus hijos siguieron el camino de las ciencias: Francis, el más chico, fue botánico; George se dedicó a la Aeronomía y Horace fue ingeniero. Todos ellos, por sus trayectorias, fueron miembros de la *Royal Society*<sup>9</sup>. Su hijo Leonard, por otra parte, fue maestro del estadístico y biólogo evolucionista Ronald Fisher<sup>10</sup>

<sup>6</sup> Down House fue la casa de Charles Darwin y su familia. Se localiza en Downen, municipio situado en el distrito londinense de Bromley. Actualmente, es un museo.

<sup>7</sup> Físico, filósofo, inventor, alquimista y matemático inglés.

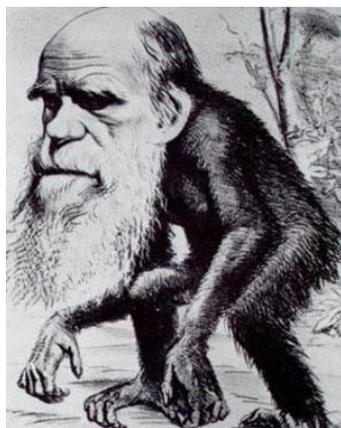
<sup>8</sup> Matemático y astrónomo inglés, hijo del astrónomo William Herschel.

<sup>9</sup> *Sociedad Real para el Avance de la Ciencia Natural*: la más antigua sociedad científica del Reino Unido y una de las más antiguas de Europa

<sup>10</sup> (1890-1962) científico, matemático, estadístico, biólogo evolutivo y genetista inglés.

Para estudiar las adaptaciones evolutivas y la variedad de formas se centró en el trabajo con orquídeas posiblemente porque esa flor era utilizada por los creacionistas como ejemplo de belleza de la mano de Dios.

Después de exponer sus ideas aparecieron en distintas publicaciones caricaturas de su persona con cuerpo de simio.



Revista *Hornet*



Revista "La petite lune"

Muchas de sus anotaciones e investigaciones se complementaron con dibujos elaborados por su amigo John Gould ya que él tenía muy poca habilidad al respecto. Se supone que sabía español aunque no hay pruebas de ello.

Durante su estadía en la Argentina y Chile sufrió varios episodios de fiebre muy alta y malestar general. En sus apuntes registró que fue picado varias veces por vinchucas y mosquitos. Como su muerte tiene semejanzas con la padecida por una persona infectada por el Mal de Chagas - Mazza se infiere que puede haber padecido esa enfermedad. Este episodio fue mostrado en la película *Casa de Fuego*<sup>11</sup>.

En su paso por la Patagonia, se entrevistó con el General Juan Manuel de Rosas<sup>12</sup> a orillas del río Colorado y entre sus escritos se encuentran numerosas ideas sobre la vida de sociedad de la época y un severo cuestionamiento de la Campaña al Desierto.

El Capitán Fitz Roy, como una forma de conmemorar el cumpleaños número 25 de Darwin, durante el viaje nombró a la montaña que posee el pico más alto de Tierra del Fuego con su apellido.

A su muerte, Domingo Faustino Sarmiento, en 1881, le dedicó como homenaje una conferencia<sup>13</sup> que expuso en el Teatro Nacional.

Si bien Charles Darwin frecuentemente evitaba hablar sobre los aspectos teológicos y sociológicos de su trabajo, éstos lo llevaron a muchos conflictos religiosos especialmente con la Iglesia Católica. El primer Papa que planteó la posibilidad de que la idea de la evolución no fuese incompatible con la fe fue Pío XII. Juan Pablo II<sup>14</sup>, el 24 de octubre de 1996, reconoció públicamente que el evolucionismo "es ya

<sup>11</sup> Película "Casa de Fuego" Dirección: Juan Bautista Stagnaro.

<sup>12</sup> Encuentro Con el General Rosas. Disponible en <http://www.scribd.com/doc/2952017/Charles-Darwin-Encuentro-con-el-General-Rosas>.

<sup>13</sup> Sarmiento, D.F. Conferencia sobre Darwin. Disponible en <http://www.biblioteca.org.ar/libros/656570.pdf>

<sup>14</sup> Mensaje del Santo Padre Juan Pablo II a los miembros de la Academia Pontificia de Ciencias. Disponible en [http://www.vatican.va/holy\\_father/john\\_paul\\_ii/messages/pont\\_messages/1996/documents/hf\\_jp-ii\\_mes\\_19961022\\_evolutione\\_sp.html](http://www.vatican.va/holy_father/john_paul_ii/messages/pont_messages/1996/documents/hf_jp-ii_mes_19961022_evolutione_sp.html)

más que una sola hipótesis”. A partir del Concilio Vaticano II (1962-1965)<sup>15</sup> la doctrina cristiana propuso un acercamiento reflexivo, sugiriendo una revisión crítica de todos los argumentos existentes sobre la teoría del evolucionismo.

Muchos de los datos que se tienen de su vida han sido recuperados de una autobiografía que escribió para sus hijos y que fue publicada como homenaje póstumo.

### Sus ideas

Las ideas sobre la evolución de los seres vivos que Charles Darwin desarrolló en su obra *El origen de las especies* han influido de manera significativa en la forma de ver el mundo. El término *evolución* se ha extendido hacia diferentes campos del conocimiento, tan dispares como la psicología, la educación, la sociología, etc.

Dada la complejidad de los modelos y teorías que se fueron sucediendo en la época, sus abordajes no son sencillos. Sin embargo, es importante conocerlos y discutirlos ya que permiten comprender el significado de las actuales ideas evolutivas.

### La comprensión de la importancia de la obra de Darwin requiere conocer algo más que su teoría

Los filósofos de la naturaleza pretendieron entender los sucesos que ocurrían en su entorno sin tener que recurrir a los mitos tradicionales y así comenzaron a preguntarse acerca de la materia y de los cambios en la naturaleza.

Esta idea de cambio se fue perdiendo paulatinamente y siglos más tarde, la concepción fijista (las formas vivas permanecen inmutables en el tiempo) se hizo dominante, de tal manera que este pensamiento naturalista perduró por más de mil años. La filosofía de Platón (427 - 347 aC) basaba sus fundamentos en una “forma ideal” que existe, perfecta e inmutable, en algún lugar más allá de la Tierra. Con este punto de vista, cada objeto - tuviera vida o no- era un simple reflejo temporal de la forma ideal. Este concepto influyó enormemente en el pensamiento original cristiano. Aristóteles (384 - 322 aC), alumno de Platón, fue uno de los naturalistas que desarrolló el primer intento por clasificar las “cosas vivas”, como él las llamaba. La idea de Aristóteles era que había una organización jerárquica para todo lo existente, que podía ser ordenado en un esquema al que llamó *Scala Naturae* (Escala de la Naturaleza). Sus nociones, aún más que las de Platón, se incorporaron al pensamiento cristiano. La *Scala Naturae* fue considerada como permanente y nunca cambiante; de ahí el *fijismo creacionista* que sostiene que las formas vivas, una vez creadas, no cambian con el tiempo, sino que permanecen tal cual se las ha creado. Por varios siglos, esta idea prevaleció y es en el siglo XVII, por los avances significativos en la tecnología<sup>16</sup> y el surgimiento de la ciencia moderna, cuando se constituyen las bases para que en el siglo XVIII naciera una nueva Biología.

En el siglo XVIII, para poder justificar la gran diversidad de seres vivos - sean extintos o no- y a la vez para preservar el creacionismo, el paleontólogo francés George Cuvier<sup>17</sup> propuso la teoría del *catastrofismo*, al plantear la hipótesis de que una gran cantidad de catástrofes (como el Diluvio Universal) produjeron las capas rocosas y destruyeron muchos organismos, fosilizando sus restos en el proceso, mientras otros continuaban vivos tal cual habían sido creados.

<sup>15</sup> Carta Enciclica *Humani Generis* Pío XII Disponible en [http://www.vatican.va/holy\\_father/pius\\_xii/encyclicals/documents/hf\\_p-xii\\_enc\\_12081950\\_humani-generis\\_sp.html](http://www.vatican.va/holy_father/pius_xii/encyclicals/documents/hf_p-xii_enc_12081950_humani-generis_sp.html)

<sup>16</sup> Especialmente la invención del microscopio.

<sup>17</sup> (1769 - 1832)

Por otra parte, los geólogos James Hutton<sup>18</sup> y Charles Lyell<sup>19</sup>, consideraban al viento, al agua, a los terremotos y al vulcanismo como causantes de los cambios en las capas de la Tierra. Llegan a la conclusión de que no se necesitaban catástrofes para explicar los hallazgos de la Geología. Esta idea llamada uniformismo, proponía que los procesos para producir capas de roca de miles de metros de espesor eran muy lentos y por lo tanto la Tierra necesariamente debía ser muy antigua, de varios miles de millones de años. De esta manera, Hutton y Lyell ofrecieron la explicación de tiempo para la evolución, aunque todavía no había un mecanismo convincente para la misma.

Uno de los primeros biólogos en proponer un mecanismo para la evolución fue el francés Jean Baptiste Lamarck<sup>20</sup>, quien hacia el año 1800 presentó la hipótesis de que los organismos evolucionaban mediante caracteres adquiridos: los seres vivos pueden modificar su cuerpo por medio del uso o del desuso de sus partes y estas modificaciones pueden ser heredadas por la descendencia. Su teoría no fue aceptada por sus contemporáneos. Recién en el siglo XX se comenzaron a incorporar estas ideas sobre la herencia en la Biología.

Aunque la teoría de Lamarck había quedado relegada, algunos biólogos trataban de explicar mejor las diferencias y similitudes entre las formas fósiles y las actuales, proponiendo que éstas debían haber evolucionado a partir de las preexistentes.

En 1858, Charles Darwin y Alfred Russell Wallace<sup>21</sup>, en forma independiente, aportaron evidencias convincentes de la evolución por selección natural. Ambos buscaron un mecanismo que pudiera conducir el cambio durante muchas generaciones y ocasionara el origen de nuevas especies.

Parte de la respuesta les llegó de una fuente inesperada: los escritos de un economista y clérigo inglés, Thomas Malthus<sup>22</sup>. En su libro titulado *“Ensayos sobre los principios de la población”*, escribió: *“Se puede dictar con seguridad, por lo tanto, que la población humana, sin control, se duplica cada 25 años, o se incrementa con una tasa geométrica”*<sup>23</sup>. Con la lectura de este libro, Darwin comprendió que un principio similar era aplicable a las poblaciones de otros seres vivos. Darwin llamó al mecanismo “selección natural”. Sin embargo, demoró más de 20 años en dar a conocer su teoría. Fue gracias al aliento de sus amigos y colegas que comenzó a escribir un libro acerca de sus ideas.

En 1858, cuando recibió una carta de un joven naturalista Alfred Russell Wallace pidiéndole opinión acerca de su teoría, se sorprendió con las coincidencias. Cuando los trabajos de ambos fueron presentados ante la Sociedad Linneana de Londres en 1858, no produjeron ningún impacto inmediato. Finalmente, en 1859 Darwin publicó su libro *“El origen de las especies”*, el cual se agotó el primer día de su aparición.

Es importante comprender que durante el siglo XVIII no era fácil postular una teoría como la propuesta por Darwin, y menos para un católico, ya que implicaba no sólo desafiar las ideas reinantes en la comunidad científica, sino también poner en duda lo que la teología cristiana sostenía férreamente.

Se debe considerar que las conclusiones científicas y las creencias religiosas no están en contradicción, sino que van por diferentes caminos, ya que conciernen a diferentes tipos de problemas.

<sup>18</sup> (1726 - 1797)

<sup>19</sup> (1797 - 1875)

<sup>20</sup> (1744 - 1829)

<sup>21</sup> (1823 - 1913)

<sup>22</sup> (1766- 1834)

<sup>23</sup> Darwin, Malthus y predicción de catástrofes. Disponible en

[http://oliba.uoc.edu/adn/index.php?option=com\\_content&view=article&id=111&Itemid=127&lang=es](http://oliba.uoc.edu/adn/index.php?option=com_content&view=article&id=111&Itemid=127&lang=es)

La teoría de la evolución por “selección natural” se basa en observaciones y conclusiones que se resumen a continuación:

- **Observación 1:** Las poblaciones naturales de todos los organismos tienen el potencial de aumentar rápidamente pues las especies tienen gran potencial de fecundidad.
  - **Observación 2:** Los tamaños de la mayor parte de las poblaciones naturales tienden a conservar sus proporciones y permanecen relativamente constantes en el tiempo.
  - **Observación 3:** Los recursos disponibles para mantener a las poblaciones naturales permanecen relativamente constantes en el tiempo.
  - **Observación 4:** No todos los individuos de una misma especie son iguales. La variabilidad es universal. Entre las especies pueden encontrarse pequeñas variaciones que serán transmitidas hereditariamente a sus descendientes.
- ✓ *Conclusión 1:* Por lo tanto, existe competencia para la supervivencia y la reproducción.
- ✓ *Conclusión 2:* Los organismos que tienen mejores características más aptas para la supervivencia serán los que dejarán mayor descendencia y sus crías probablemente las heredarán. Esta es la evolución por selección natural.
- ✓ *Conclusión 3:* El proceso de selección natural, si transcurre en un lapso prolongado en el tiempo y se cumple con suficiente rigor, produce cambios que serán visibles en una población y llevará a la aparición de una nueva especie.

En esa época aún no se habían descubierto los principios de la genética, por lo tanto, los conocimientos existentes limitaban la explicación que se podía proponer al funcionamiento de lo heredable, lo que fue resuelto en el siglo XX con los aportes de Gregor Mendel. Por otra parte, recién hacia 1920, se comenzó a desarrollar la genética de las poblaciones.

En 1937, con la teoría de la evolución basada en la selección natural, con las contribuciones de la genética y de la paleontología se formula una explicación más amplia, que se conoce con el nombre de Teoría sintética de la evolución o Neodarwinismo. Según esta teoría los fenómenos evolutivos se explican básicamente por medio de las mutaciones (las variaciones accidentales de que hablaba Darwin) sumadas a la acción de la selección natural.

Aún en la actualidad existen discusiones y controversias sobre los mecanismos y procesos de la evolución, por lo que se trata de un tema en constante construcción. Los evolucionistas sostienen que la evolución no es un fenómeno del pasado, sino que continúa actualmente. Es posible observarla con mayor facilidad en organismos con un ciclo de vida corto como insectos y bacterias, pero ocurre constantemente en todas las especies del planeta. Éstas siguen evolucionando según un ritmo lento, gradual y acorde a las condiciones del medio actual, entre las cuales el ser humano es el factor más determinante por las modificaciones que produce.

## EVIDENCIAS DE LA EVOLUCIÓN

A 150 años de la publicación de *El origen de las especies* y a 200 años del nacimiento de su autor, Charles R. Darwin, el desarrollo de la ciencia ha aportado evidencias que apoyan la teoría evolutiva, aunque también subsisten una cantidad de discusiones, debates, experimentaciones, que intentan encontrar mejores explicaciones a los complejos mecanismos y procesos que ocurren. Entre ellos se pueden mencionar:

- desde la Paleontología, la interpretación del registro fósil;
- desde la Anatomía Comparada, el estudio de las relaciones anatómicas y fisiológicas de distintas especies (órganos homólogos, análogos, vestigiales);
- desde la Embriología, la comparación de embriones de distintas especies (ontogenia y filogenia);
- desde la Biogeografía, el estudio de la distribución de la flora y la fauna en nuestro planeta;
- desde la Biología Molecular, a partir de la cual se puede conocer con exactitud el grado de similitud entre secuencias de nucleótidos del ADN o de aminoácidos de las proteínas formadas a partir de un gen.

## VIAJE DE DARWIN POR ARGENTINA A BORDO DEL BEAGLE

En 1831, con sólo 22 años, Darwin se embarcó como naturalista en el H.M.S. Beagle al mando del Capitán Fitz Roy en un viaje de cinco años alrededor del mundo.

Como parte de este viaje, entre 1833 y 1835, visitó la Argentina. Su trabajo lo llevó a registrar las costumbres de los habitantes, las características de la flora y la fauna, los fósiles y los aspectos geológicos de nuestro territorio, datos que resultaron fundamentales para el desarrollo de su teoría sobre la evolución.

El objetivo oficial de la expedición del Beagle, era completar la cartografía de la actual Tierra del Fuego, denominada en aquella época "*Terra Incógnita*" pero, el propósito que tenía su capitán, Robert Fitz Roy, era llevar a ese lugar a tres nativos que habían sido tomados como rehenes y a un sacerdote misionero en un viaje anterior.

Una vez zarpado el buque, y tras cruzar el Océano Atlántico rumbo al continente americano, el Beagle ancló en Bahía, Brasil. En los meses durante los cuales permaneció en ese país, Darwin realizó varias expediciones a caballo recogiendo una gran cantidad de muestras de animales y vegetales y numerosos fósiles. El Beagle se dirigió luego al puerto de Montevideo y después a Buenos Aires. En ese entonces, en Buenos Aires se desarrollaba la lucha entre unitarios y federales durante el primer gobierno de Juan Manuel de Rosas, con quien -según cuenta Darwin en el libro *Viaje de un naturalista alrededor del mundo*- mantuvo una breve entrevista; de él recibe un salvoconducto que le fue útil en las postas en las que paró para cambiar de caballo, en su viaje hacia Bahía Blanca.

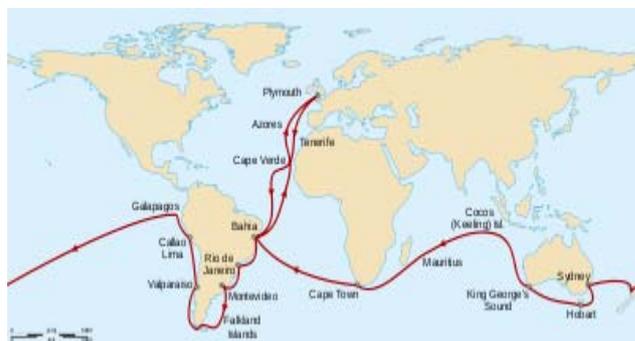
En su recorrido por los alrededores del Río de la Plata, Darwin conoció y describió por primera vez a animales sudamericanos como los ñandúes y los guanacos; hizo referencia a la extensa llanura, a la vegetación pobre y a sus adaptaciones, con la mención de las espinas. En camino hacia Bahía Blanca descubrió y describió numerosos fósiles así como vio a nativos cazar desde sus caballos con las

boleadoras. Se apasionó por los relatos de los pobladores locales sobre un mundo casi desconocido. Luego, regresó a Buenos Aires, a la que visita y recorre. Después, Darwin decidió viajar a Santa Fe. Durante ese viaje le llamó la atención la cantidad de cardos, vizcachas y búhos; conoció el Paraná, y cerca de sus costas encontró nuevamente algunos fósiles. En una recorrida hacia la Banda Oriental, describió a las “vacas ñatas” como una raza extraña y curiosa (actualmente, se conoce que estos animales no son una raza sino resultado de una mutación genética). Posteriormente, regresó a Buenos Aires.

En diciembre de 1833, volvió a embarcarse y se alejó por última vez de las costas del Río de la Plata rumbo al estrecho de Magallanes, iniciando su viaje a Tierra del Fuego en cumplimiento del propósito que tenía Fitz Roy. El Beagle visitó las Islas Malvinas donde Darwin halló conchas fósiles de diferentes eras geológicas y observó la división de los estratos a lo largo de la costa. En junio de 1834 se anunció la partida del Beagle rumbo al puerto de Valparaíso, en Chile.

A fines de marzo de 1835, Darwin hizo su última visita a la Argentina, pasa de Santiago de Chile a Mendoza cruzando la cordillera de los Andes. Sus estudios se centraron en la geología del lugar pero no dejó de hacer observaciones sobre la flora y la fauna de las regiones que recorrió.

Este viaje, como bien menciona Darwin en su *Autobiografía*, fue el acontecimiento más importante de su vida, y determinó toda su carrera. Y efectivamente es así ya que le dio lugar a la publicación del libro *Diario de descubrimientos de geología e historia natural de los diversos territorios visitados por el buque Beagle, 1832 - 1836* y posteriormente a sus obras más importantes: *El origen de las especies* y *El Origen del hombre*.



Viaje del Beagle

### ACERCA DE LA INVESTIGACIÓN EN BIOLOGÍA EVOLUTIVA EN ARGENTINA

En Argentina, existe un grupo de investigación y docencia desde el año 1984 en la facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires donde desarrollan su trabajo además de docentes de esa universidad, investigadores del Conicet, becarios, seminaristas y tesisistas ([www.ege.fcen.uba.ar/gibe](http://www.ege.fcen.uba.ar/gibe)).

Este año se realizará la primera Reunión de Biología Evolutiva del Cono Sur con la cual se pretende promover la creación de una Sociedad Regional de Biología Evolutiva que vincule a colegas locales, del MERCOSUR y resto de América y que articule sus actividades con sociedades de larga tradición como la *Society for the Study of Evolution* (EEUU) y *European Society of Evolutionary Biology* ([www.conicet.gov.ar](http://www.conicet.gov.ar)).

## La perspectiva evolutiva en las clases de Ciencias Naturales, en particular en las de Biología

La evolución es un concepto que los biólogos utilizan para explicar los procesos que operan en el origen de la diversidad de la vida y de las características adaptativas. Enseñar las Ciencias de la Naturaleza desde una perspectiva evolutiva implica entender el origen de la diversidad de seres vivos que hay en la Tierra, su relación con el medio físico y con los otros organismos, y comprender que la evolución es un proceso de cambio lento y gradual que integra todos los fenómenos dinámicos del planeta. Se pretende que se interprete a los sistemas biológicos y su diversidad como producto de su historia evolutiva y a la adaptación como selección de variantes dentro de poblaciones variables, en interacción con un ambiente cambiante.

En los diseños curriculares jurisdiccionales, el enfoque evolutivo se encuentra desde el Nivel Inicial particularmente incluido en Ciencias Naturales y específicamente en Biología. Está contemplado en los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios en el eje *En relación a los seres vivos: diversidad, unidad, interrelaciones y cambio*. Además de constituir una perspectiva, engloba varios contenidos específicos, que son orientados por una teoría: *la Teoría de la Evolución*. Como toda teoría o modelo de la ciencia es provisoria y perfectible, por lo cual estudiarla sirve para que los estudiantes comprendan que los continuos avances científicos y los cambios en el contexto social han permitido enunciar nuevas hipótesis, ampliar teorías, admitir explicaciones alternativas, o bien aceptar la existencia de varios modelos que explican un mismo fenómeno.

El conocimiento de los procesos evolutivos ofrece la posibilidad de apropiarse de modelos explicativos para revisar, organizar y resignificar los conocimientos previos; incentiva la búsqueda de información bibliográfica y otorga la posibilidad de proponer preguntas o problemas que promuevan una búsqueda activa de explicaciones y argumentaciones

Cabe destacar que todo lo relacionado con la evolución despierta un interés particular en niños y jóvenes, sobre todo cuando se trabajan las evidencias de la evolución, tales como el registro fósil, las técnicas modernas de la biología molecular o la historia y el surgimiento de nuestra especie, entre otras.

Aún actualmente en muchas escuelas está ausente el abordaje de los cambios de los seres vivos desde un enfoque evolutivo; sin embargo, en virtud de los avances científicos y de las evidencias, es importante que se entienda que forma parte de la alfabetización científica que deben recibir los ciudadanos y que es parte del currículum que se debe ofrecer en las aulas.

La Biología Evolutiva brinda un marco de interpretación para cualquier tema relacionado con la biosfera para, desde ese contexto, dimensionar desde una nueva mirada el lugar del ser humano en la Tierra. Ofrece, por otra parte, aportes a otras ramas de la Biología y a diversas disciplinas y campos de conocimiento. La Biología Evolutiva permite unificar la comprensión del mundo vivo y posibilita la integración de la dinámica de los cambios ocurridos en la historia de la vida en la Tierra, mediante la identificación de causas, procesos y efectos.

## La Historia de las Ciencias en las clases de Ciencias Naturales

***“No hay alfabetización científico-técnica  
si no se conoce la historia de las ciencias y las tecnologías”  
G. Fourez***

Toda ciencia, y en particular la Biología, consiste en un cúmulo de pequeñas y grandes historias, elaboradas a lo largo del tiempo, las cuales deben ser parte de la enseñanza científica en las escuelas.

Contemplar el enfoque socio-histórico en el aula permite mostrar a los estudiantes una visión contextualizada de la ciencia al presentarla como una construcción humana que es parte de la cultura y de la alfabetización científica que debe estar al alcance de todos los ciudadanos.

La Historia de la Ciencia es un valioso recurso para la enseñanza ya que no sólo permite lograr la motivación de los estudiantes, sino que también facilita el aprendizaje de teorías, conceptos y formas de trabajo científico, con gran impacto en las concepciones que se poseen sobre la generación del conocimiento científico. En su abordaje es necesario poner énfasis en su carácter constructivo y destacar todos sus aspectos.

A través de episodios cuidadosamente elegidos, es posible contribuir a que se aprecie cómo es el pensamiento científico, la forma en que los investigadores elaboran sus ideas y las ponen a prueba, cómo se comunican, dudan, se persuaden mutuamente, luchan por comprender la realidad, qué concluyen y qué no.

Cabe destacar que puede abordarse en las aulas de diversas formas: como parte introductoria de cursos o unidades de aprendizaje, como criterio para organizar los temas de una unidad didáctica, como ilustración de un tema, como una temática o a modo de incentivo para el abordaje de un cierto tema, entre otras posibilidades.

También se puede utilizar para que los estudiantes realicen una investigación bibliográfica; para generar discusiones sobre la «verdad» científica, comprender la evolución de un concepto científico, analizar la forma de construcción de una ciencia y comprender su estado actual, reflexionar sobre relación de la ciencia con la política, la tecnología y proporcionar un contexto a los contenidos.

El uso de las biografías, como la de Darwin, en las que se contemplan aspectos que van más allá de sus aportes para las ciencias, permite erradicar imágenes erróneas y/o estereotipadas de los científicos. Estos relatos ayudan a reflexionar sobre la dimensión humana del trabajo científico, al mostrarlo como una actividad colaborativa influenciada por el contexto social, ético, político, económico de una sociedad en una época determinada.

Los análisis de casos históricos son potencialmente de enorme valor para dar significado a la actividad científica y pueden promover el deseo de saber, brindar conocimientos, ayudar a la memoria y a la imaginación, desarrollar razones que guíen la propia conducta.

### Sugerencias para trabajar en el aula

Durante este año 2009, se han organizado, en todo el mundo, una serie de actividades que pretenden servir de homenaje a Darwin y su obra, divulgar la teoría de la evolución de las especies por selección natural y resaltar la influencia de sus aportes a la ciencia actual. La intención es que esas actividades puedan ser motivadoras para que la temática se instale en las escuelas y se sostenga su abordaje en el tiempo.

Por tal motivo, es de interés que este documento resulte fructífero y valioso como aporte para fortalecer la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales y para un trabajo en los ciclos lectivos futuros. El mismo podrá ser utilizado de ahora en adelante.

Cabe destacar que de todas las teorías de la Biología, la de la Evolución ocupa un lugar muy especial, por ser el más amplio de todos los principios de aquélla y constituir una de las estructuras conceptuales mayores, íntimamente ligadas a los fundamentos de la Biología moderna.

El estudio de los mecanismos de la evolución permite a los estudiantes interpretar, desde la visión de las Ciencias Naturales, la unidad y diversidad de la vida sobre el planeta, su origen y los procesos de adaptación y de selección natural. Además, las ideas de “la Teoría de la Evolución” son propicias para relacionarlas con múltiples temáticas de diferentes áreas y asignaturas. Su valor histórico y filosófico la une muy especialmente a las Ciencias Sociales; También se vincula particularmente con la Literatura, ya que existen variados cuentos, relatos y narraciones acerca de ella.

A continuación, se sugieren algunas actividades para trabajar en la escuela, a partir de las cuales cada docente encontrará la estrategia adecuada para concretarlas en las aulas, de acuerdo a las características particulares de cada grupo de estudiantes y el contexto de su institución.

Las que siguen, se pueden adecuar a los niveles Primario y Secundario para lo cual se deberán hacer las adecuaciones necesarias.

- **Visita a museos:** como por ejemplo al museo de Ciencias Naturales o de Paleontología con el fin de observar y analizar fósiles. También se puede complementar con el estudio de la biodiversidad. Para ello, se deben establecer previamente cuáles serán los objetivos de la visita, entrevistar a personal científico y a los encargados del mantenimiento, conseguir algún folleto explicativo del museo, etc.
- **Trabajos sobre la organización jerárquica de los animales o de los vegetales (taxonomía):** por ejemplo a través de una pirámide, donde cada estrato de la misma pertenece a una categoría (dominio - reino – phylum - clase – orden – familia – género – especie). En este caso, pueden utilizarse dibujos, láminas, maquetas, etc.
- **Visitas al Jardín Botánico de la Municipalidad de Córdoba.** En el mismo se valoriza la flora autóctona local y cuenta con un itinerario de visitas guiadas. Este paseo puede tener como objetivo conocer las plantas y la importancia de su conservación, la manera que el jardín las desarrolla y mantiene la colección de vegetales, sus paseos, propuestas educativas, etc. Los estudiantes en su recorrido aprenderán a reconocer los principales grupos evolutivos que integran el reino vegetal. Con lupas y microscopios a su disposición podrán descubrir, por ejemplo, las características más relevantes y anotar sus observaciones en un cuaderno de campo.
- **Realización de paneles didácticos en la escuela,** para los cuales se podrá seleccionar una colección de plantas o animales y los estudiantes expresarán en ellos los avances evolutivos que se han ido dando en cada reino para llegar a las especies que pueblan nuestro planeta hoy.

- **Exposiciones de murales realizados con distintas técnicas**, sobre, por ejemplo, los aspectos más significativos en la vida de Darwin, la revolución social y científica que generó su teoría y su influencia en la ciencia actual. Tanto las expresiones artísticas –como construcciones culturales de la humanidad- como las ciencias, hacen visible la compleja diversidad que se encuentra tras la apariencia de cuanto nos rodea. Generalmente se las presenta como esferas inconexas: las ciencias asociadas con la racionalidad y el pensamiento lógico, el arte con la sensibilidad y el pensamiento emocional; sin embargo, al habilitar un punto de encuentro entre arte y ciencia en la escuela, se facilita el acceso al pensamiento abstracto y al despliegue de las potencialidades creativas de cada individuo. La ciencia puede ofrecer la motivación racional que nutre la intuición estética y artística; el arte, a su vez, puede ofrecer instrumentos intuitivos para apropiarse de los conceptos que la ciencia propone.
- **Encuentros con científicos o investigadores relacionados con las Ciencias Naturales**, para dialogar sobre el papel social de la ciencia y de quienes la realizan, el trabajo que desarrollan y su importancia para la sociedad.
- **Muestras fotográficas**; por ejemplo, de los lugares visitados por Darwin en su viaje por la Patagonia, de retratos de Darwin, etc.
- **Creación de un espacio -por ejemplo una biblioteca áulica-** en el que se puedan consultar libros de Darwin y obras sobre otros autores dedicados **a los estudios evolucionistas**. En el se puedan incluir además, diarios, revistas y documentales y el registro de páginas web que contengan información sobre selección natural, la vida de Darwin, su viaje a través del Beagle u otros temas que se relacionan con la evolución.
- **Lecturas sobre Darwin, la evolución de los seres vivos y las causas que la producen**. En este caso, se recomienda incluir artículos de diarios como los de *La Voz del Interior*, *Clarín*, *Página 12*, *La Nación*, de revistas como *Ñ* o de relatos como *Charles Darwin, el naturalista del Beagle* de Eduardo Wolovelsky, publicación del Plan de Lectura del Ministerio de Educación de la Nación, los cuales se pueden descargar de la web.

Algunas propuestas específicas para:

- ✓ Nivel Primario – Primer ciclo:
  - **Diseño de una sala con actividades** destinadas especialmente para estudiantes de nivel inicial y primario con experiencias sobre la naturaleza y las adaptaciones de los seres vivos a diferentes medios. El espacio debe despertar la curiosidad y el placer por observar, comparar, tocar, medir, etc.

- ✓ Nivel Primario – Segundo ciclo- y Nivel Secundario:
  - **Trabajo con fósiles.** Recrear o modelizar algunos de los procedimientos que emplean los paleontólogos para la extracción y preservación de fósiles. Algunas escuelas han recibido junto a los laboratorios cajas con fósiles que son de gran utilidad para este tipo de actividades.
  - **Producción de historias o relatos acerca de cómo creen se originó la vida.** Esta actividad, es una manera de que los estudiantes emitan hipótesis apoyándose en sus preconcepciones y en los conocimientos adquiridos anteriormente. Luego, podrán contrastarlas con lo que propone los postulados de la ciencia al respecto.
  - **Escritura de cartas;** este recurso sirve para revisar conceptos y desarrollar capacidades no sólo científicas, sino también cognitivo-lingüísticas. Se puede proponer que se dirijan al propio Darwin o a otras personas contando aportes, algo particular sobre la vida del científico, etc.
  - **Realización de juegos interactivos,** los cuales pueden descargarse gratuitamente de la web.  
<http://www.educ.ar/educar/El%20viaje%20de%20Darwin.html>  
[http://www.catedu.es/crear\\_wq/wq/home/3031/index.html](http://www.catedu.es/crear_wq/wq/home/3031/index.html)  
[http://psicomagia-manuela.blogspot.com/2006/11/webquest\\_08.html](http://psicomagia-manuela.blogspot.com/2006/11/webquest_08.html)  
<http://www.carisgamba.com/CTOLdarwin/caza%20del%20tesoro/>  
<http://www.elaleph.com/libro/El-origen-de-las-especies-de-Charles-Darwin/897718/>
  
- ✓ Nivel Secundario:
  - **Contacto con paleontólogos y su laboratorio de trabajo.** El contacto con especialistas y su posterior visita al aula o de los chicos a su ámbito de trabajo posibilita un acercamiento al mundo de los científicos. Esta actividad se puede acordar con el Ministerio de Ciencia y Tecnología de Córdoba.
  - **Recreación de un pequeño museo interactivo en el laboratorio u otro ámbito de la escuela,** por ejemplo, planificando qué tipo de exposición se desea realizar, qué criterios se van a utilizar, con qué materiales o colecciones se cuenta (se puede recurrir no sólo a materiales conservados, sino también a materiales vivos que se los puede colocar en acuarios, terrarios o bien a fotografías, réplicas, maquetas, etc.), qué tipo de láminas o material explicativo se puede diseñar, qué actividades pueden realizar quienes visitan el museo, etc.
  - **Realización de debates o juegos de roles sobre el origen de la vida** en los que cada grupo de estudiantes previamente investigue una postura y luego de confrontarla con sus ideas y conocimientos previos, la defienda frente a los otros grupos. En este tipo de actividades, el docente siempre tiene que oficiar de guía, explicar lo que corresponda, realizar preguntas pertinentes, acercarles material, etc.

- **Construcción de esquema** acerca de qué factores fueron indispensables en los procesos que llevaron a la formación de las primeras células. Para ello, por ejemplo, se pueden utilizar afiches, diario - mural, etc.
- **Realización de experiencias que permitan simular diferentes modalidades de la selección natural.** Por ejemplo: se parte de una población de 100 individuos, la cual es polimórfica para el color. Para representar la población, se pueden utilizar círculos de papel, bolitas, porotos teñidos o pintados, trocitos de cable o cualquier otro material. De los 100 individuos puede haber 50 verdes y 50 rojos. Se los distribuye al azar en un terreno uniforme (por ejemplo suelo con césped verde parejo) y se simula una predación (algunos estudiantes pueden ser los predadores) recogiendo los individuos durante un minuto. Luego, se puede repetir la experiencia pero eligiendo, para los individuos, dos colores capaces de mimetizarse en un terreno heterogéneo (por ejemplo suelo con césped y sin él). Los colores que se pueden elegir son verdes y marrones. Se simula nuevamente una predación. En ambas experiencias, se puede calcular cuántos individuos quedan en la población, comparar el sentido y la intensidad de la selección y se podrá proponer cuál es el destino probable del polimorfismo en cada caso.
- **Elaboración de modelos** para poner a prueba los efectos de la deriva génica<sup>24</sup>.
- **Reproducción de experimentos representativos** que expliquen o estén relacionados con conceptos evolutivos, los cuales se pueden trabajar por ejemplo en el laboratorio, en aula - taller o en los clubes de ciencia. Sería interesante realizar el experimento para comprobar que la generación de insectos sobre la carne en descomposición se produce a partir de huevos depositados por los adultos y relacionar el mismo con la teoría de la generación espontánea.
- **Ciclo de cine – debate científico para aproximarnos** con esta actividad a la idea de la selección natural como base de todo cambio evolutivo y también a lo que significó esta teoría para la sociedad. El debate entre evolucionistas y creacionistas, por ejemplo, que se plantea en películas como *Heredarás el viento* permite desarrollar en los estudiantes el juicio crítico, además de revisar saberes de las ciencias, como así también ver su carácter socio-histórico.
- **Organización o concurrencia a conferencias**, ya sea programadas por distintas instituciones en la provincia -por ejemplo las conferencias de la Academia Nacional de Ciencias, la UNC, el Ministerio de Ciencia y Tecnología de Córdoba, etc.- o por la escuela.

<sup>24</sup> Se entiende por *deriva génica* o *deriva genética*, a la variación o fluctuación producida sólo al azar en la estructura génica, a lo largo del tiempo, en el conjunto de una población. Esto es importante en poblaciones pequeñas porque las posibilidades de fluctuación en la frecuencia de los alelos de una generación a otra son grandes y puede producir grandes cambios debido a la desaparición de algunos alelos de esa población, mientras que en las poblaciones grandes, los cambios en la frecuencia de los alelos son generalmente muy pequeños.

- **Elaboración de una línea de tiempo** en la que se representen los principales acontecimientos relacionados con la historia del pensamiento sobre la evolución. En este caso, se puede incluir el empleo de las herramientas informáticas.
- Se puede proponer también la **elaboración de trabajos** originales sobre temas tales como:
  - Darwin: su vida, su obra, su labor científica
  - El origen de las especies
  - El viaje del Beagle
  - Las pruebas de la evolución
  - El legado intelectual de Darwin en las diversas áreas de la ciencia y la cultura
  - Las lecturas distorsionadas o equívocas del darwinismo: el darwinismo social
  - Completando las ideas de Charles Darwin
  - Evolucionistas de ayer y de hoy
  - La evolución humana
  - El origen de la variación

A continuación, se sugieren algunos sitios web para trabajar con los estudiantes o de consulta de materiales sobre la temática:

[http://es.wikipedia.org/wiki/Charles\\_Darwin](http://es.wikipedia.org/wiki/Charles_Darwin)  
<http://www.mapaeducativo.edu.ar/Atlas/El-viaje-de-Darwin-en-Argentina>  
<http://www.youtube.com/watch>  
<http://aportes.educ.ar/>  
<http://divulgacionveracruz.blogspot.com/2009/01/darwin-y-la-evolucion.html>  
<http://www.gulbenkian.pt/darwin/>  
<http://biologia.uab.es/divulgacio/genpob.html>  
<http://a-evolucao-de-darwin.weblog.com.pt/>  
<http://darwinbrasil.com.br>  
<http://www.darwin200.org/>  
<http://www.darwin2009.cam.ac.uk/>  
<http://www.guardian.co.uk/science/darwinbicentenary>  
<http://www.aboutdarwin.com/>  
<http://www.darwin.rcuk.ac.uk/>  
<http://www.darwin2009.csic.es/>  
[http://www.lavoz.com.ar/suplementos/cultura/09/02/12/nota.asp?nota\\_id=489164](http://www.lavoz.com.ar/suplementos/cultura/09/02/12/nota.asp?nota_id=489164)  
[http://www.lavoz.com.ar/nota.asp?nota\\_id=553184](http://www.lavoz.com.ar/nota.asp?nota_id=553184)  
<http://www.pagina12.com.ar/diario/contratapa/13-90949.html>  
<http://acad.uncor.edu/imagenes/darwin/>  
<http://www.ciencia-hoy.retina.ar>  
<http://www.unesco.org/courier>  
<http://www.ciencianet.com:>

**“No es el más fuerte de las especies el que sobrevive, tampoco es el más inteligente el que sobrevive. Es aquél que es más adaptable al cambio”**

Charles Darwin

## Bibliografía

- Aljanati, D. y otros (1996). *Los Caminos de la Evolución. Biología II. Libro del Profesor*. Buenos Aires: Colihue.
- Aljanati, D. (2005). *La vida y el Universo*. Buenos Aires: Colihue.
- Ayala, F. (1994). *La Teoría de la Evolución*. Madrid: Temas de Hoy
- Carrazoni, J. A. (1998). *Semblanzas y Curiosidades científicas argentinas. Charles Darwin y su paso por la Argentina*. Buenos Aires: Orientación Gráfica Editora
- Curtis, H. y Barnes, N. S. (2000). *Biología*. México: Interamericana.
- De Longui, A., Bernardello, G., Crocco, L. y Gallino, M. (2001). *Evolución. Curso de capacitación docente en Biología*. Buenos Aires: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación.
- Darwin, C. (1971). *El Origen de las especies*. Madrid: Espasa Calpe.
- Darwin, C. (2006). *Autobiografía*. Buenos Aires: Grupo Editorial Norma.
- Erickson, J. (1992). *La vida en la Tierra, origen y evolución*. Madrid: McGraw Hill.
- Fourez, G. (1997). *Alfabetización Científica y Tecnológica*. Buenos Aires: Colihue
- Gellon, G. Historia de la Ciencia: un recurso para enseñar. En *Revista el Monitor*, 16. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación. Disponible en: <http://www.me.gov.ar/monitor/nro16/index.htm>
- Jahn, I., Lothar, R., y Senglaub, K., (1989). *Historia de la Biología. Teorías, métodos, instituciones y biografías breves*. Barcelona: Labor
- Maason, S. F. (1985). *Historia de las Ciencias* (cinco volúmenes). Madrid: Alianza
- Massarini, A. y Schnek, A. (1998). *Historia de la vida en la Tierra*. Programa de perfeccionamiento docente. PROCENCIA. Buenos Aires: Conicet. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación
- Ministerio de Educación y Cultura de España en coproducción con los Ministerios de Educación de Argentina, Cuba y Venezuela. (1996). *Forciencias: Curso de Formación para Profesores de Ciencias. Seres Vivos*. Capítulo III. España: Televisión Educativa Iberoamericana.
- Papp, D. y Estrella, J. (1996). *Breve Historia de las Ciencias*. Buenos Aires: Claridad
- Puves, W., Orians, G., Heller, H. y Sadaba, D. (2002). *Vida: la ciencia de la Biología*. Buenos Aires: Panamericana
- Sagan, C. (1980). *Cosmos*. Barcelona, España: Planeta
- Westergaard, G. (comp.) (2007). *Taller de actualización en Biología Molecular y Celular para profesores de Nivel Medio*. 4º Encuentro de Escuela Itinerante. Huerta Grande, Córdoba, Argentina.
- Witkoswski, N. (2007). *Una historia sentimental de las ciencias*. Buenos Aires: Siglo XXI Editores

### Autores

Barcelona, Maria Cecilia  
 Bono, Laura Cecilia  
 Paolantonio, Santiago.

### Diseño de tapa y documento

Marcia López

### Corrección de estilo

Silvia Vidales



## AUTORIDADES

Gobernador de la Provincia de Córdoba  
**Cr. Juan Schiaretti**

Vicegobernador de la Provincia de Córdoba  
**Sr. Héctor Oscar Campana**

Ministro de Educación de la Provincia de Córdoba  
**Prof. Walter Mario Grahovac**

Secretaria de Educación  
**Prof. Delia María Provinciali**

Subsecretario de Promoción de Igualdad y Calidad Educativa  
**Dr. Horacio Ademar Ferreyra**

Director de Planeamiento e Información Educativa  
**Prof. Enzo Regali**

Directora General de Educación Inicial y Primaria  
**Lic. María del Carmen González**

Director General de Educación Media  
**Prof. Juan José Giménez**

Director General de Educación Técnica y Formación Profesional  
**Ing. Domingo Aringoli**

Directora General de Educación Superior  
**Lic. Leticia Piotti**

Dirección General de Regímenes Especiales

Director General de Institutos Privados de Enseñanza  
**Prof. Hugo Zanet**

Director de Educación de Jóvenes y Adultos  
**Prof. Carlos Brene**