

Colección de Cuadernillos de actualización para pensar la Enseñanza Universitaria.

Año 4. N°2 . Abril de 2009

Re-conociendo los problemas educativos en la Universidad



*La Enseñanza de grado es un problema de todos
Voces que dialogan con la cultura de la educación en nuestras aulas*

Tan sencilla y resistida: La teoría de Evolución por Selección Natural

Dr. Jaime Polop

¿En qué consiste la teoría de Selección Natural que tantas controversias generó y por qué fue revolucionaria? ¿Qué contiene esta obra para hacer de su autor merecedor de tamaño reconocimiento? ¿Hay alguna prueba que nos permita ver la teoría realmente en acción? ¿Qué pasó con la teoría en otros espacios del conocimiento humano? ¿Dónde aprendemos sobre la teoría de la evolución?



Universidad Nacional de Río Cuarto - Sec. Académica - Área de Vinculación / 0358 - 4676311
Correo electrónico: vinculacion@rec.unrc.edu.ar

“No sólo se necesitan ojos para ver como funciona la naturaleza sino también un cerebro para entenderla”

Galileo

EDITORIAL

En esta oportunidad presentamos el segundo número del año 2009 de nuestra Colección, con el objetivo de continuar desafiándonos con el conocimiento, reflexiones y controversias que atañen a nuestro quehacer universitario como educadores y constructores de nuevas interpretaciones, enfoques y perspectivas.

Continuamos apostando a enriquecer nuestra cotidianeidad profesional y personal en función de revisar nuestros modos de *pensar el mundo*. En este sentido, el texto que se ofrece es una nueva invitación a problematizar ideas, su validación científica y cultural, así como la vigencia histórica de paradigmas revolucionarios para el pensamiento y la construcción de alternativas.

En el año del **150° aniversario de la Teoría de la Evolución**, el Dr. Jaime Polop con su texto nos invita a realizar un recorrido que *historiza* la construcción que hizo Charles Darwin de la trama argumental de la teoría, clarificando conceptos básicos para la comprensión de su obra, y analizando algunos núcleos dilemáticos que atravesaron y atraviesan, *aún hoy*, el status de la teoría.

Dado el impacto y la proyección que su explicación ha ofrecido a la humanidad y a distintos campos disciplinares, creemos relevante cuestionarnos respecto de algunas preguntas que atraviesan este texto:

¿Qué sabemos sobre la teoría de la Selección Natural? ¿por qué fue revolucionaria? ¿Por qué genera tantas controversias? ¿Qué evidencias científicas se han sumado en estos 150 años? ¿Cuáles son nuestros mitos y resistencias a aprender sobre la Teoría de la Evolución?

Esta reflexión pretende contribuir a revisar nuestro rol como formadores, repensar qué estamos enseñando, con qué enfoques y problemas enfrentamos a nuestros alumnos y qué pensamiento y valores ayudamos a aprender.

Tan sencilla y resistida: La teoría de la Evolución por Selección Natural

*Jaime Polop**

En el presente año se conmemora el 150 aniversario de la publicación de “El Origen de las Especies” (cuyo título completo es El origen de las especies mediante la selección natural o la conservación de las razas favorecidas en la lucha por la vida), junto con los 200 años del nacimiento de su autor Charles Darwin, y se celebra con diversas actividades alrededor del mundo.

- ¿Qué contiene esta obra para hacer de su autor merecedor de tamaño reconocimiento?

Desde que Darwin y Alfred Russel Wallace plantearon la teoría de Evolución por Selección Natural en una reunión de la Linnaean Society en 1858 y con la posterior publicación de El Origen de las Especies (1859), cambió para siempre la visión del mundo y del lugar del hombre en él para la comunidad científica. Además, de lo que podemos estar seguros es que las ciencias, la filosofía y la sociología no fueron iguales a partir de la incorporación de la teoría. En el ámbito de la Biología, a partir de la publicación de la teoría fue adquiriendo status de paradigma científico, y hoy ninguna de sus ramas prescinde del marco que le ofrece.

Podemos adelantar, sin embargo, que la figura de Darwin y su teoría son poco conocidos y valoradas fuera de aquellos ámbitos. Quienes habitualmente utilizan la teoría evolutiva y la de Selección Natural como base de sus investigaciones, a veces no advierten que ellas están muy lejos de ser entendidas y aprovechadas por la inmensa mayoría de las personas. Es muy común leer artículos periodísticos o ver documentales en la televisión en donde se expresan enunciados como “estos organismos adquirieron esa estructura para”, “la especie A es más evolucionada que la especie B”, “la lucha por la perpetuación de la especie” o que “el hombre procede del mono”, revelándonos cuán pobremente conocidas son realmente la evolución y sus teorías. Estos hechos deberían ser disparadores para prestar un especial interés a la promoción cultural de la teoría de la evolución por Selección Natural y a la enseñanza de la misma. Sin embargo, este es un caso más en el que es posible apreciar que la ciencia es pobremente entendida, y que ella, sin embargo, hace pocos esfuerzos para explicarse al público en general.

- ¿En qué consiste la teoría de Selección Natural que tantas controversias generó y por qué fue revolucionaria?

Para tener una cabal dimensión de la teoría y de la acción que produjo debemos intentar contextualizar aunque sea brevemente su nacimiento. Tengamos en cuenta que a lo largo de la historia las respuestas que fue obteniendo el hombre sobre sí mismo y lo que le rodea han estado contextualizadas en el marco de las corrientes intelectuales de sus épocas, de la cultura, de los paradigmas. Al decir de Gould (1994) “la naturaleza ayudó, pero las revoluciones intelectuales necesitan bases ideológicas”.

Desde el siglo IV d.C. y hasta muy entrado el siglo XIX las explicaciones sobre el mundo natural debían estar en concordancia o deducirse de los textos bíblicos, actuando la Escolástica como telón de fondo filosófico. La Escolástica contaba con un cuerpo de dogmas y definiciones que ponían un marco y un molde a la especulación filosófica. En ella el método es la discusión de proposiciones metafísicas, teológicas, lógicas, etc. Apoyándose en la autoridad de los grandes filósofos de la antigüedad y en la Biblia, utilizaba razonamientos meramente dialécticos desprovistos de toda evidencia y apelando permanentemente a criterios de autoridad. En este contexto la guía de una mano Divina que organiza todo no estimulaba que el hombre pensase o razonase más allá de lo cotidiano.

¿Qué se sostenía sobre la diversidad de la vida y sobre el ajuste que tienen los organismos a los ambientes que habitan, que parecen modelados a ellos? En los ambientes intelectuales se sostenía, casi como único discurso, que cada especie animal ocupaba un lugar único en la creación divina, que Dios había realizado según su perfecto designio. Las semejanzas y las diferencias observadas en los seres vivos habían sido perfectamente calculadas desde su creación, y cada grupo surgió como un producto de un acto de creación divina y eran inmutables en el tiempo (Fijismo), justificándose la adaptación de los organismos a sus ambientes como expresión de sabiduría del Creador para dar a cada cual lo suyo. Además, Él había decidido colocarlas en sus localidades particulares. Bajo esta concepción la naturaleza no presentaba continuidad, cada uno de sus componentes no tenía pasado ni futuro, eran una aventura individual, un evento único, por lo tanto no podía pensarse en procesos históricos. La Tierra no tenía para los fijistas un pasado distinto del actual, y la historia geológica no existía todavía.

Hacia el siglo XVIII un vasto movimiento subterráneo de raíces laicas recorre Francia y toma cuerpo en la Enciclopedia, obra que aspira a recopilar todo el saber positivo de su tiempo. La nueva filosofía cambia la postura del hombre, le hizo menos crédulo y más exigente, y se atrevió a hacer esfuerzos para conocer por la observación directa, por la experimentación y por el perfeccionamiento de los métodos. Si la Biblia era literalmente cierta, la tierra podría llegar a tener 6.000 años. Sin embargo, los primeros geólogos sospecharon que la tierra era mucho más antigua. Nicolaus Steno en el s XVIII elabora los principios de superposición de las capas de la corteza terrestre, disponiéndose así de un método de datación relativa para los estratos y los fósiles que estos contienen. Se introduce así el eje temporal en el análisis de los sistemas biológicos, afianzándose la idea de que las faunas que poblaron una región en el pasado han podido ser muy diferentes a las actuales. Esto fue imponiendo poco a poco la idea de que seres distintos a los actuales vivieron en tiempos pasados durante períodos de inmensa duración. De este modo el interés de los naturalistas se vio atraído por la historia de un pasado del que los antiguos no sospecharon su existencia. En ese contexto, sin duda que el salto significativo en la comprensión de la complejidad y la diversidad biológica sería la incorporación de la idea de cambio. Aceptar que los organismos habían cambiado en el tiempo significaba que la vida tenía una historia y que los organismos podían ser lo que son como consecuencia de esa historia. La teoría no fue totalmente original en lo conceptual. Como toda teoría estuvo precedida de una lenta labor de gestación, representada por esfuerzos dispersos. Hacia el siglo XVIII hombres como Bufón y Lamarck entre otros, consideran que los organismos cambiaban entre generaciones y que la diversidad biológica existente pudo haberse producido por variación paulatina de ciertos tipos en otros. De allí, el otro paso era inventar una teoría para explicar por qué y cómo las especies cambian. Presumir que

los organismos cambiaban no inquietaba mucho, pero intentar explicar el cambio constituía un enorme golpe de audacia por el motivo que este tema estaba bajo el tratamiento religioso, casi como ningún otro. Era casi un desafío a las ideas tradicionales de la iglesia. A pesar de estos límites su aceptación fue favorecida por movimientos intelectuales y sociales de la época en que fue concebida y presentada.

El positivismo se iba abriendo camino como una cuña en la conciencia general. La libre competencia, tanto en el mundo material como en el espiritual, y el no meterse con la libertad individual, comienzan a ser consigna de la época, así como la creencia optimista en el progreso como una ley que gobierna la naturaleza y la vida humana. Además, la física, la astronomía y la química obtuvieron hallazgos que se hicieron sentir claramente debido a sus aplicaciones en la vida diaria de la humanidad. Un lento y penoso desarrollo tecnológico, comercial y filosófico fue socavando la imagen de un mundo sin cambios y sacudieron los duros dogmas religiosos. Estas nuevas concepciones filosóficas y la necesidad de la humanidad a que ellas la condujeran a tiempos nuevos y más felices, generaron sin duda un suelo favorable para cultivar una teoría de la evolución.

- ¿Cuáles fueron las observaciones de Darwin que pusieron en duda su creencia en el fijismo orgánico y le indujeron a pensar en la evolución como hipótesis posible?

En su viaje alrededor del mundo en la fragata HMS Beagle, Darwin recogió una incontable cantidad de información que terminó de analizar después que retornó a Inglaterra y discutió con otros naturalistas. Mientras el Beagle estuvo en servicio sobre las costas de Argentina Darwin capturó varias especies que fueron nuevas para él. Algunas fueron muy curiosas como los armadillos. En esa misma zona descubrió grandes animales fósiles cubiertos con caparazones que le daban un gran parecido con esos armadillos. Esto le impresionó mucho, planteándose el por qué de la existencia de dos muy extraños animales de la misma clase, no registrados en ningún otro lugar del globo, uno viviente y el otro extinto. ¿Por qué Dios se habría molestado en crear dos tipos de armadillos tan diferentes en distintos tiempos y en un mismo lugar geográfico? Escribió en su libro de viajes: “Esta maravillosa relación en el mismo continente, entre los muertos y los vivos, arrojaría más luz en la apariencia de los seres orgánicos de nuestra tierra, y su desaparición de ella, que cualquier otra clase de hechos”, “... es evidente que hechos como estos, al igual que muchos otros, podían explicarse bajo el supuesto que las especies se modificaban gradualmente; el tema me obsesionó”. ¿Podría asumirse que las formas extintas evolucionaron en las vivientes?

Darwin visitó algunas localidades sobre la costa este de Sudamérica desde Brasil al sur de Argentina. Notó que algunas de las especies que encontró en una localidad podían estar presentes en otros lugares a pesar de que los individuos en las varias localidades podían no ser exactamente iguales. Así, lo que pareció ser la misma especie se trataba de poblaciones locales que variaron con la localidad. Individuos de poblaciones cercanas a otras pueden diferir casi imperceptiblemente, mientras poblaciones más distantes podrían ser casi tan diferentes como dos especies. ¿Las poblaciones locales podrían responder de alguna manera a condiciones locales y diferenciarse en poblaciones distintas?

Otra observación similar fue realizada en las islas Galápagos, un grupo de islas volcánicas de la costa de Ecuador. Darwin se enteró que cada isla tenía su propia variedad de tortugas gigantes. Los famosos pinzones de Galápagos representaban una situación similar.

Estas aves variaban de isla en isla; cada una tenía su propia especie. Observó que sus picos tenían distintas formas en cada isla: algunos eran anchos otros alargados, y otros pequeños y cortos, en evidente relación a las diferentes clases de alimento que ellos consumían. ¿Por qué Dios había creado distintos tipos de tortugas, pinzones o iguanas en pequeñas islas más o menos idénticas? Escribió también: “Viendo esta gradación y diversidad de estructura en un grupo pequeño e íntimamente relacionado de pájaros, uno puede muy bien imaginar que de un pequeño número original de pájaros en este archipiélago, una especie se ha reproducido y modificado para fines diversos”.

Algo que también puede haber influido en Darwin es la lectura de un tomo del libro de Charles Lyell denominado “Principios de Geología” (1830), que llevaba en su viaje. Allí se sostenía, contrariamente a lo que pensaban la mayoría de los investigadores de su época, que la antigüedad de la tierra podía remontarse a varios millones de años y que la corteza terrestre había sufrido cambios lentos pero inexorables que determinaron la actual fisonomía planetaria. Así, las características geológicas del planeta son el producto de una lenta y continua evolución.

¡Surge la Teoría!

Como dijimos, ya mucho antes de Darwin se sospechaba en la descendencia con modificaciones, o se intuía que las especies evolucionaron unas de otras. Sin embargo, algo muy distinto era intentar inferir la historia evolutiva e intentar saber cómo y por qué se han producido (elucidar sus mecanismos). Darwin una vez que se convenció del cambio en los organismos sintió la necesidad de explicarlo. Ello lo llevó a lo más controversial: inventar la teoría. El cuaderno de notas revela cómo Darwin se atormentó con muchas ideas. Su teoría tendría que explicar no solamente por qué los organismos cambian, sino también porqué ellos están bien diseñados para la vida.

Uno podría preguntarse de dónde obtuvo Darwin la inspiración para desarrollar su versión del mecanismo de selección natural. De la lectura de la obra de Thomas Malthus (economista) (Un ensayo sobre Poblaciones, 1798) captó la noción de que las poblaciones incontroladas crecen geométricamente, mientras que los alimentos lo hacen aritméticamente. Malthus sugirió que la miseria y la pobreza en los años de la Revolución Industrial se debían a la relación entre la tasa de crecimiento humano y la tasa de incremento del alimento suministrado. Para Malthus necesariamente deben existir leyes en la naturaleza que restrinjan a ellas dentro de los números y las áreas prescriptas, salvo la raza humana, que por algún esfuerzo de la razón escapa de esta. Esta falta de alimento para todos generaría una lucha por la existencia que seleccionará a los más aptos. Hubo otro economista que también influyó en la teoría darwiniana, él fue Adam Smith. En el sistema del *laissez-faire* de Smith (La riqueza de las naciones, 1776), para llegar a una economía ordenada no se debe legislar desde arriba con leyes explícitas. Se debe dejar que los individuos luchen con libertad por su provecho personal. En esta pugna los ineficientes son eliminados y los mejores se contrarrestan unos a otros hasta constituir un equilibrio que redunde en beneficio de todos. Estas fueron dos ideas centrales en la teoría de Selección Natural de Darwin, ofreciendo una alternativa puramente natural y materialista al argumento de la Creación. La evolución era una vieja idea; la selección natural fue una nueva idea.

Veamos ahora los hechos que Darwin tuvo en cuenta y su razonamiento que sirvieron de base para generar la teoría.

Darwin reconocía que todos los organismos deben reproducirse para formar una nueva generación, que los descendientes deben tender a parecerse a sus padres y que ellos exhiben variabilidad (esta es la piedra angular de la evolución, sin ello no podría darse la evolución ni la selección natural). En una población animal ningún individuo es igual a otro, entre ellos pueden encontrarse pequeñas variaciones. Podemos pensar que en la reproducción el proceso de copia no es perfecto y que algunos de esos errores de copia generan diferencias en la capacidad de supervivencia de la descendencia. Si bien las poblaciones se nos presentan como aparentemente homogéneas en su apariencia, el observador avezado o bien quienes no lo sean al agudizar su poder de observación, comenzarán a hacer resaltar las diferencias entre los individuos. Darwin estaba seguro de las diferencias individuales pero desconocía cómo se generaban y cómo se heredaban. La genética suministró la gran pieza final del rompecabezas hacia principios del siglo XX.

Otros hechos que Darwin reconocía eran que los recursos resultaban limitantes, es decir que no hay recursos para todos los individuos que nacen y que las poblaciones naturales tienden a incrementar su número a un ritmo geométrico. Tomemos un ejemplo. El bacalao hembra del Atlántico Norte pone 85.000.000 de huevos de una vez. Imaginemos que todos esos huevos sean fecundados y que todos lleguen al estado adulto (¿en cuánto tiempo piensa usted que tendríamos más volumen de bacalao que agua en el océano?). Sin embargo, en condiciones reales, año a año el número de individuos en la población permanece aproximadamente constante, por lo tanto se puede concluir que los organismos producen más descendientes que los que sobreviven, y que el ambiente elimina los individuos “sobrantes”. Esto significaba que por lo tanto debe existir una lucha por la supervivencia (otra conclusión). Esta lucha por la existencia tiene lugar dentro de un conjunto de relaciones ecológicas particulares o circunstanciales que comprenden al ambiente en el que se encuentra la población. ¿En esta lucha todos los organismos de la población tienen la misma probabilidad de sobrevivir y reproducirse? No, en la lucha triunfa el que es portador de la o las características más favorables en el medio donde vive. El ambiente actúa así como una fuerza selectiva, eligiendo aquellas variantes mejor adaptadas. Es decir que sobreviven más los individuos que están más adaptados a las circunstancias ambientales particulares. Hay mortalidad no aleatoria – o diferencial – con respecto a los caracteres (esto es, ocurre selección natural). El impacto del ambiente sobre las características hereditarias es la selección natural, que conduce “modelando” a la población descendiente hasta llevarla a una relación adaptativa más eficiente con su medio.

Para ilustrar con un ejemplo presentaremos una breve historia sobre una población de caracoles. Como toda población de organismos los caracoles hacen copias de sí mismos, es decir que tienen descendencia que se parecen a sus progenitores. Esos descendientes difieren ligeramente de sus progenitores porque el proceso de copia no es perfecto. Además, en determinados casos algunas de las pequeñas diferencias entre los descendientes influyen en el tiempo de sobrevida y en la probabilidad de tener descendencia propia. En nuestro ejemplo, los caracoles vivían sobre rocas en un área de costa marina. En ese ambiente (como en cualquier otro) existirían otros organismos con los cuales competirían por alimento y refugio, otros de los cuales se alimentarían y otros a los que servirían de alimento. En el ambiente, por supuesto, también existirían condiciones físicas determinadas por variables atmosféricas por ejemplo como la temperatura, la humedad, altitud, etc. Estas características del ambiente (biológicas y físicas) constituyen las fuerzas de la naturaleza que interactúan con nuestros caracoles.

Los caracoles de nuestro ejemplo estarían siendo predados por un tipo particular de aves llamados “caracoleros”. En su gran mayoría, los caracoles al desplazarse habitualmente entre las rocas lograban mimetizarse muy bien por el color de su concha calcárea. De esta manera a las aves les costaba mucho distinguirlas, siendo predados en una proporción baja y constante. Los caracoles que más frecuentemente eran consumidos eran aquellos que tenían alguna característica en la concha que los contrastaban con el roquedal y les permitía la fácil individualización por las aves. Así, vemos que entre la cantidad de variantes individuales generadas por distintos colores en nuestra población podríamos encontrar variedad de respuestas funcionales a la sobrevivencia y a la reproducción. ¿Si algunos de los caracteres variantes les permiten a los individuos que los poseen tener mayor probabilidad de sobrevivir y dejar descendencia, sería razonable suponer que en el curso del tiempo los individuos de este tipo sean más dentro de la población? Con el tiempo las rocas fueron paulatinamente siendo colonizadas y tapizadas por un tipo de alga que al secarse la tornaba de color oscuro. En este nuevo escenario las aves empezaron a identificar fácilmente a los caracoles al hacer evidente el color que antes los mimetizaba con las rocas. Ello generó una disminución progresiva de la población de caracoles, y en la medida en que nacían nuevos caracoles claros eran devorados por las aves. La mayor parte de la descendencia poseía la coloración y tonalidad de los progenitores, por lo tanto no sobrevivían por mucho tiempo y no llegaban a reproducirse. Sin embargo, algunos de los descendientes que antes no lograban mimetizar tanto en el anterior ambiente por ser más oscuros y eran así fuertemente predados, en el sustrato de rocas con algas secas (entorno oscuro) se camuflaban mejor que los demás y hacían dificultosa su identificación por las aves. Estos descendientes sobreviven ahora más que los de color claro y llegan a reproducirse mejor. De esta forma, su número se fue incrementando respecto al resto de la población. Con el paso del tiempo y las generaciones y la actividad de las “fuerzas selectoras”, la mayoría de los caracoles representados en la población fueron oscuros. La población había evolucionado por selección natural.

Como los cambios ambientales, en términos físicos y biológicos, a través del tiempo son una constante en la naturaleza, alguna de las diferentes variantes de la población se torna más favorecida en términos de reproducción y sobrevivencia frente al nuevo estado del ambiente, que las formas que prevalecieron en el pasado. Es decir, que alguna de las variantes podría estar mejor “adaptada” al nuevo ambiente que las que lo estaban en el ambiente en el estado anterior; las variantes mejor adaptadas incrementarán en su frecuencia relativa.

Veamos una alternativa diferente. Podría suceder que sin cambio dramático en el ambiente algunos organismos nazcan con una mutación en uno de los rasgos que mejore su reproducción y sobrevivencia respecto a su estado anterior y respecto al resto de los organismos de la población. Los individuos con la mutación favorable, a través de las generaciones, aumentarán en número, habiéndose, de esta manera, producido un cambio evolutivo en la población.

Para Darwin, por los procesos mencionados, las características favorables se van acumulando y, con el tiempo, surgen grandes diferencias entre el grupo original y los individuos con esas mutaciones. La continuación de estos procesos por cientos, miles o millones de años podrían dar como resultado la formación de una nueva especie.

Como vemos la teoría de Selección Natural posee un núcleo duro que resulta de sorprendente sencillez. En resumen, en la naturaleza las poblaciones tienden a crecer

geométricamente, mientras que los recursos lo hacen aritméticamente. Los organismos de una población son diferentes entre ellos, poseen variaciones en los rasgos, y de esta manera, en la competencia, aquellos organismos que posean rasgos que permiten sobrevivir o reproducirse mejor reemplazarán a aquellos menos capaces, que se reproducen o sobreviven en menor grado. Así, a través de las generaciones los organismos con el rasgo que fue seleccionado favorablemente se encontrarán en mayor frecuencia que los restantes. Este es el mecanismo básico de evolución por selección natural.

- ¡No entiendo bien lo de las adaptaciones!

Veamos una definición. Se refiere a características estructurales, funcionales y comportamentales que permiten a los organismos sobrevivir y reproducirse exitosamente en su ambiente natural. Veamos un par de ejemplos tomado de Futuyma (1998) para su mejor comprensión. Las adaptaciones están por lo general caracterizadas por dos conspicuos rasgos. Primero, la mayoría de ellas son complejas, involucrando procesos bioquímicos, control por hormonas o sistemas nerviosos o determinados desarrollos morfogénéticos. Segundo, todos los rasgos tienen la apariencia de un diseño; ellos están contruidos de modo tal que parecen cumplir alguna función en los organismos que las poseen, tal como defensa, dispersión, que parece promover la reproducción o la sobrevivencia. Esta complejidad y la evidente función de las adaptaciones de los organismos generan resistencia a concebirlas como un producto de la actuación al azar de las fuerzas físicas y biológicas. Tomemos un par de ejemplos. Las orquídeas han evolucionado en flores extraordinariamente modificadas. En la mayoría de las especies uno de los tres pétalos, llamado el labelum, está fuertemente modificado en una amplia variedad de formas. El órgano sexual posee también profundas modificaciones de la estructura que son las bases para una asombrosa variedad de mecanismos de polinización. Extraordinario, pero sin embargo simple, es el fenómeno de “pseudocopulación”. Muchas orquídeas atraen insectos machos de ciertas especies, no por ofrecerle alimento en forma de néctar o polen, sino por una modificación del labelum mostrando al menos vagamente un insecto hembra, junto con un perfume que mimetiza la feromona sexual atractiva de la hembra. Cuando el insecto se “aparea” con las flores, un polinium (masas agregadas de polen) se sujeta a él por un disco pegajoso. El polinium es sujetado precisamente sobre aquella parte del cuerpo del insecto que contactará el estigma de la próxima flor visitada, donde la masa entera de polen será depositada y así la flor será fecundada.

Otro ejemplo. La mayoría de los vertebrados terrestres tienen muchos de los huesos del cráneo rígidamente sujetos uno con otros, mientras que las serpientes tienen un cráneo cinético que es una maravilla de ingeniería. La mayoría de las serpientes pueden ingerir presas mucho más grandes que sus cabezas, y sin el beneficio de las manos pueden manipular sus presas con sorprendente versatilidad. Ellas ejecutan esto atrayendo sus presas dentro de su esófago con recurvados dientes montados sobre un número de huesos libres móviles que actúan como palanca y punto de apoyo, movidos por complejos músculos.

Obviamente, es poco probable que diseños complejos como el cráneo de una serpiente o la flor de algunas orquídeas surgieran por casualidad en un solo paso. Una adaptación simple como podría ser el cambio de color de la concha del caracol, en el ejemplo anterior, sí podría producirse por casualidad en un solo paso. Un diseño complejo como

el del cráneo de la serpiente y la orquídea surgiría en una serie de múltiples pequeños pasos. Cada uno de esos pasos es un acontecimiento casual en sí mismo, garantizando la selección natural la conservación de cada paso de modo que las modificaciones se vayan acumulando.

Veamos. De acuerdo a Darwin y a las teorías evolucionistas contemporáneas, los rasgos físicos y comportamentales tienen la apariencia de diseño porque entre las muchas variaciones en las especies ancestrales se van fijando aquellas que les dieron mayor sobrevivencia y reproducción bajo las circunstancias ecológicas particulares. De esta manera, en cada paso de tamiz de la selección natural las poblaciones van añadiendo pequeños cambios, siendo cada vez más ajustadas al ambiente, produciéndose un “modelado” de los organismos por el ambiente a través de las generaciones. Este proceso esculpe gradualmente la vida en formas cada vez más especializadas. Podemos decir que las complejas estructuras de los organismos han sido efectivamente “diseñadas”, pero por un proceso completamente no inteligente.

Con el conocimiento actual, si aceptamos que los rasgos y variaciones están codificados por información en el ADN (Acido Desoxiribonucleico), por analogía es posible asumir que este ADN ha sido formado por un proceso histórico de selección natural, significando que esta información ha sobrevivido y se ha multiplicado a una mayor cantidad de secuencias de ADN que contiene tal información. Hoy no sólo podemos comparar los fenotipos de los organismos sino también las secuencias de sus ADN para deducir la historia filogenético (historia de las relaciones de parentesco).

- ¿Perdón, ... podemos dudar? Hasta ahora hay un buen argumento teórico a favor de la Selección Natural (está bueno el ejemplo de los caracoles), pero, ¿hay alguna prueba concreta a su favor o algo que nos permita ver la teoría realmente en acción?

A fin de responder a lo planteado es importante que distingamos entre el hecho de la evolución y la teoría de la evolución. Los hechos son cosas que suceden y de los cuales obtenemos los datos con los que los describimos, mientras que las teorías son estructuras de ideas que explican e interpretan los hechos (por qué y cómo suceden). Para poder empezar a acordar o a disentir en el caso de la evolución debemos partir de una base mínima. En nuestro caso partiremos de la definición del término “evolución”. La definición más simple es: cambios en los caracteres de los organismos a través de generaciones. Si se asume el sentido fáctico del término, vemos que hay evidencias directas abundantes tanto en el campo como en el laboratorio. Hay experimentos acerca del cambio, por ejemplo en las moscas del vinagre sometidas a selección artificial en laboratorio, los cambios producidos por cría selectiva en el ganado y en plantas de cultivo modificadas hacia formas que no existían antes de la intervención del hombre. Consideremos también las famosas poblaciones de polillas británicas en las que pasaron de predominar las formas oscuras cuando el hollín industrial oscureció los árboles sobre los que descansan (¡que pareció al ejemplo de los caracoles!), las poblaciones de insectos o las bacterias que hoy son resistentes a pesticidas y antibióticos respectivamente. Esto significa que los cambios ocurridos en las características de los organismos son concretos, es posible datarlos y son verificables. Por lo tanto la evolución como hecho es innegable. Sin embargo se puede argumentar que los “grandes cambios evolutivos” (cambios graduales de una especie a otra) requieren demasiado tiempo, por la escala de la historia, lo cual no permite verifi-

carse por observación directa. Por principio no podemos observar procesos que operaron en el pasado, pero podemos “inferirlos” a partir de lo mencionado anteriormente y de los resultados que nos rodean: organismos vivos y fósiles, y no por ello son menos seguros. Desarrollaremos esto con la explicación de las particularidades de las teorías.

En la teoría de Selección Natural, ¿podemos estar seguros de la veracidad de los mecanismos y las vías que siguieron los organismos durante la filogenia (relaciones de parentesco entre organismos)?, ¿podemos demostrar fehacientemente en todos sus detalles lo que sucedió en el pasado sin haber estado presentes como para testimoniarlo o corroborarlo? En forma absoluta es imposible. Sólo podemos imaginar posibles explicaciones a través de los datos que nos hayan llegado a estos días. En las ciencias en las que participa el factor tiempo, debemos comenzar a recoger pruebas que hayan quedado plasmadas en el registro terrestre para empezar a construir, verificar o descartar algunos aspectos de esa explicación. Imaginemos algo más actual y pensemos en la escena de un terrible accidente del cual no hayan quedado testigos y del que queremos conocer lo sucedido (¿por qué y cómo sucedió). El accidente ya ocurrió por lo cual nunca podremos estar “absolutamente” seguros de cómo sucedió en sus mínimos detalles. Pero, no por eso no vamos a intentar reconstruir la ocurrencia del hecho (la verdad). ¿De qué nos valemos?. El registro de la mayor cantidad de detalles (huellas y señales) en forma de datos provenientes del hecho, del conocimiento derivado de otros hechos o situaciones similares, de la experiencia, y con la lógica en el razonamiento como herramienta intelectual. De esta manera intentaremos esa reconstrucción, así como una explicación de las posibles causas que lo originaron. Como vemos, en esa reconstrucción nos ajustamos a los datos y a la lógica. Esta es una de las formas que utilizamos los investigadores para llegar al conocimiento; una de las rutas de acceso a la verdad. Exigir pruebas absolutas para las explicaciones científicas es desconocer el carácter de la ciencia. Habría que explicar que las dudas, la falta de pruebas o certezas en ciencias no deben ser tomadas como debilidades, y por ello volcarse a la vereda opuesta. La ciencia ofrece y expone sus incertidumbres y propone un camino de verificación permanente de sus verdades parciales, tendiendo a autocorregirse en su camino hacia el conocimiento. No oculta sus dudas ni les ofrece el atajo del dogma, o la satisfacción con un prejuicio o una pseudoexplicación, les ofrece el trabajo de la búsqueda de la verdad a través de la investigación. Es un constante desafío de razonamiento y búsqueda de pruebas para llegar a la verdad. Un buen ejemplo y probablemente más conocido por la mayoría de las personas es la teoría de la gravedad. ¿Alguien ha visto alguna vez a la gravedad? ¿Cómo podemos entonces aceptar lo dicho sobre ella? Después de cientos de años de observaciones y experimentos, los hechos básicos de la gravedad son comprendidos. Los científicos usan la teoría para hacer predicciones sobre cómo funcionará la gravedad en diferentes circunstancias. Tales predicciones han sido verificadas en incontables experimentos, confirmando de esta manera la teoría. En definitiva, las construcciones teóricas realizadas por la ciencia son controladas rigurosamente, puesto que se especifican cuáles son las estipulaciones que se utilizan y se valoran sus resultados mediante criterios válidos para cualquier sujeto. Así se consiguen resultados objetivos.

- *¿Y el hoy de la teoría de Evolución por Selección Natural?*

Muchos suponen que desde que Darwin concibió la teoría nada ha sucedido que la modifique. Actualmente ningún biólogo pone en cuestión la importancia del meca-

nismo de selección natural. De lo que algunos dudan hoy es de su ubicuidad. Muchos evolucionistas argumentan que existen cantidades sustanciales de cambios genéticos que pueden no estar sometidos a la selección natural y que pueden extenderse al azar a través de las poblaciones, o hay quienes argumentan que la mayor parte de los sucesos evolutivos pueden ocurrir mucho más rápidamente de lo que suponía Darwin. También es posible asumir que faltan pruebas que corroboren algunos aspectos de la teoría, lo que no implica que existan pruebas que la refuten. Así, aunque la forma de entender como funciona en detalle la evolución puede variar entre disciplinas, todo queda dentro del debate científico y no se cuestionan las bases de la evolución. Estos debates en la teoría sobre el cómo ocurrió son un signo de salud intelectual.

La teoría de la evolución está apoyada por extensos descubrimientos científicos que van desde el registro fósil a las relaciones genético-moleculares entre las especies. Durante mucho tiempo se han recogido huesos antiguos en las rocas. Algunos se parecen a los que poseen los animales que nos rodean, pero otros proceden de animales que no tienen nada que ver con los existentes en la actualidad. Si bien esto no aporta una prueba en contra de la fijez de las especies, al comparar los distintos fósiles que se han encontrado surge como evidencia secuencias en una serie más o menos continua que vincula un fósil más antiguo con uno posterior. En ellas los fósiles de los extremos de la serie son muy distintos, sin embargo, entre los intermedios sólo se perciben leves diferencias. Ellos representarían sucesiones de formas de vida a través del tiempo y transiciones entre ellas.

Los embriólogos al comparar embriones de diferentes especies observan una gran semejanza en sus primeras fases de desarrollo, y a medida que estos avanzan al estado adulto se van haciendo cada vez más diferentes. Ello es como si hubiese un modelo común en las fases iniciales de los vertebrados que se va perdiendo a medida que avanzan en el desarrollo y se diferencian específicamente.

Desde la Anatomía Comparada se ha registrado que las especies con un ancestro común reciente son anatómicamente más semejantes entre sí que respecto de otras especies más alejadas filogenéticamente. Las estructuras en los vertebrados, por ejemplo, están todas construidas según el mismo modelo y poseen huesos similares en las mismas posiciones relativas. En 2004 fue hallado un fósil de 375 millones de años que llamaron Tiktaalik en el Ártico canadiense. Esta criatura encaja a la perfección en la brecha que hay entre los peces y los animales terrestres. Es un pez con escamas y aletas que posee una cabeza plana como la de los anfibios, con un cuello bien definido y huesos en el interior de las aletas que corresponde a los huesos superiores e inferiores del brazo y las muñecas de los animales terrestres.

La obtención de organismos fósiles y sus parientes actuales en el mismo lugar geográfico y en ningún otro lugar del planeta es otra prueba a considerar. La distribución actual de los organismos se comprende perfectamente si utilizamos como marco teórico la historia evolutiva de cada especie en relación al lugar y al tiempo geológico. Las especies que viven en ciertas islas están emparentadas con especies que viven en continentes próximos o en islas cercanas.

Todo lo anterior sólo aporta parte de las pruebas, el resto se encuentra en los genes. La universalidad del código genético y de los componentes moleculares en todos los seres vivos revela continuidad genética y la existencia de ancestros comunes. Hay una proporción de coincidencia del 98% entre los genes humanos y el chimpancé, pero también hay genes humanos en animales muy diferentes como los ratones. Ello parece indicar que los

seres humanos guardan mayor relación con el chimpancé que con esos otros animales, como si el ancestro común de los seres humanos y los chimpancés es más reciente que el ancestro común de los seres humanos y los ratones. En este sentido, la teoría de la evolución puede aportarle como evidencia verdadera los ejemplos actuales sobre mecanismos que actúan sobre los organismos, y que deberían ser utilizados para aplicar en el pasado haciendo un ejercicio de razonamiento.

- ¿Qué pasó con la teoría en otros espacios del conocimiento humano?

En algunos ámbitos, como el de las ciencias sociales, la “traducción” del darwinismo por algunos de sus seguidores a términos culturales terminó lamentablemente traicionando al original. Por ejemplo, en lo que se dio en llamar allí “darwinismo social”, originó una larga serie de hechos nefastos como la glorificación de la libre empresa, de la economía del laissez faire, y de la guerra, la justificación del uso de la fuerza ante los más débiles, la discriminación de minorías étnicas y culturales y doctrinas racistas. Estas connotaciones negativas no están presentes ni justificadas en la teoría evolutiva de Darwin, pero, como toda gran teoría, lógicamente no presenta un frente único, hecho que aprovechan algunos para asignarle consecuencias tendenciosas.

- Estimado lector, ¿recuerda haber aprendido la teoría de la evolución en la escuela?

Tal como lo expone Gould (1995), la teoría de evolución es una de las pocas “grandes ideas” desarrolladas por la ciencia, y que se refiere a profundas cuestiones que podrían fascinar a los jóvenes: ¿De dónde venimos? ¿Dónde surgió la vida? ¿Cómo se desarrolló? ¿De qué modo se hallan emparentados los organismos? Indudablemente son preguntas fascinantes que obligan a pensar y podrían ser objeto de interesantes debates.

Sin embargo, la evolución es a menudo vista como contenciosa y problemática. Una posible causa es que la biología evolutiva intersecta a menudo con valores religiosos y les plantea a muchas personas un desafío, que generan un dilema intelectual y espiritual. En este sentido, uno de los mayores desatinos es la asociación de la evolución con el ateísmo (Antolin y Herbers 2001), y los jóvenes sienten que ellos necesitan elegir entre convicciones religiosas y la creencia en la evolución (Sinclair y Pendarvis 1998). Es importante que las personas reconozcan que la ciencia y las creencias tienen dominios separados, y que hay muchos científicos que practican en forma activa alguna religión, y aceptan la teoría evolutiva como una explicación del mundo natural (Brickhouse et al. 2000, Antolin y Herbers 2001).

En EE.UU una encuesta (PollingReport.com/2007) arroja que para el 44% de los ciudadanos la Teoría de la evolución es falsa y que el 33% no sabe sobre ella. Sin embargo, la subevaluación o subconcepción de la evolución no está restringida al público en general. Curiosamente una gran proporción de graduados (Lord y Marino 1993; Alters y Nelson 2002), y aún más en docentes de escuelas en EE.UU no comprenden los conceptos que deberían enseñar (Rutledge y Warden 2000).

Si se pudiese evaluar lo que se conoce de la Teoría de Evolución darwiniana en la sociedad argentina a través de lo que conocen los alumnos recién ingresados a la universidad podríamos concluir que ello es poco y que traerían una versión deformada, tal como lo

que expresa la Dra. Vivian Scheinsohn (2001). Una encuesta realizada por profesores de la Escuela de capacitación docente del Ministerio de Educación del Gobierno de la ciudad de Buenos Aires entre 2004 y 2007 reveló que los docentes enfrentan dificultades en las aulas. Fue realizada por Alicia Massarini, Adriana Schneck y otros colaboradores a 111 profesores de biología y presentado en el congreso de la Asociación de Docentes de Biología (Clarín, 19.01.09). El 33% manifestó que los principales contenidos de la biología evolutiva estaban ausentes en los programas de su formación. El 77%, que no contaba con recursos apropiados para enseñarlos. El 78% no tuvo oportunidad de acceder a cursos de actualización sobre el tema. A la escasa formación, se suma que hay poco incentivo institucional. El 14% admitió que recibió recomendaciones o prohibiciones en contra de la enseñanza de la evolución. “Hay escuelas religiosas donde los directivos consideran que atenta contra el dogma de fe. Ocurre en escuelas católicas, pero también en escuelas judías ortodoxas”.

Lo real es que los temas de la biología evolutiva requieren una denodada lucha contra concepciones apriorísticas, y para su enseñanza exitosa es esencial entablar una activa lucha con los preconceitos o “ideas espontáneas” de los estudiantes (Alters y Nelson 2002). La principal característica de estas ideas es que se alejan de lo aceptado en la comunidad científica. Paradójicamente, como vemos, estas ideas pueden también generarse o ser reforzadas en el contexto escolar a consecuencia del propio proceso de enseñanza-aprendizaje. Las ideas espontáneas en la biología evolutiva se refieren sobre todo al uso de explicaciones con connotaciones finalistas e intencionales, las cuales se detectan a menudo porque sugieren que los estudiantes identifican propósitos con causas. Se podría decir que dan a entender que los cambios biológicos se producen para alcanzar un fin, un objetivo. Esta idea se muestra muy resistente a la instrucción (Bartov, 1978). Es importante entonces que los docentes realicen un esfuerzo que asegure una mejor comprensión de su parte de las teorías evolutivas, dedicándole mayor tiempo en las escuelas a estudiar una de las más importantes ideas científicas.

Incorporar la posibilidad del cambio, y ver al cambio como promotor de una oportunidad más que como una amenaza, es el mensaje silencioso y el desafío que nos trae la evolución. Necesitamos que los ciudadanos puedan estar preparados para evaluar evidencias desapasionadamente. Los jóvenes provenientes del sistema educativo deberían tener la habilidad de apreciar los alcances, propósitos, significados y limitaciones de la ciencia. Como dice Mayer (1984) “necesitamos que los procesos de la ciencia impregnen nuestros libros y nuestras clases. Cuando se pueda ver la necesidad del conocimiento científico y tengan comprensión de las relaciones entre ciencia, sociedad y tecnología se podrá ampliar la visión y la tolerancia humana”.

Recordemos que hay una regla general muy simple a la que es conveniente recurrir cuando se dispone de más de una explicación para un hecho dado (en este caso para la diversidad y la adaptación), y debe decidirse cuál es la correcta, se la conoce como la “navaja de Ockham”. Ella nos sugiere optar por lo más sencillo, que nos explique y que sólo creamos en las cosas que ya conocemos.

Referencias bibliográficas

- Alters BJ y CE Nelson. 2002. Perspective: teaching evolution in higher education. *Evolution*, 56: 1891-1901.
- Antolín, MF y JM Herbers. 2001. Perspectiva: Evolution's struggle for existence in America's public schools. *Evolution*, 55: 2379-2388.
- Bartov H. 1978. Can students be taught to distinguish between teleological and causal explanations? *Journal of Research in Sciences Teaching*, 18: 79-86.
- Brickhouse NW, ZR Dagher, WJ Letts y H. Shipman. 2000. Diversity of students' views about evidence, theory, and the interface between science and religion in an Astronomy course. *Journal of Research in Sciences Teaching*, 37: 340-362.
- Darwin Ch 1983. *El Origen de las Especies*. Sarpe. 683 Pp.
- Futuyma D.J. 1998. *Evolutionary Biology*. Sinauer Associates. Massachusetts. Pp 763
- Gould, SJ. 1995. El principio del gran sello. Pp 354-364. En *Ocho cerditos*. Ed Crítica. Grijalbo Mondadori, Barcelona.
- Lord T y S Marino. 1993. How university students view the theory of evolution. *J.Coll.Sci. Teaching*, 22: 353-358.
- Mayer WV. 1984. The arrogance of ignorance. Ignoring the ubiquitous. 423-432. En *Science as way of knowing- Evolutionary Biology*. American Zoologist, 24 (2).
- Scheinsohn V. *La evolución y las ciencias*. Emecé Editores. 152 Pp.
- Sinclair A y MP Pendarvis. 1997. The relationship between college zoology students' beliefs about evolutionary theory and religion. *Journal of Research and Development in Education*, 30: 118-125.

Fuentes bibliográficas utilizadas y sugeridas como lectura adicional

- Agustí J. 1994. *La evolución y sus metáforas. Una perspectiva paleontológica*. Ed. Metatemas 33
- Barnett SA 1982. *Un siglo después de Darwin*. Alianza Editorial. Madrid.
- Crombie AC 1974. *Historia de la Ciencia: de San Agustín a Galileo. Siglos XIII a XVII*. Alianza Universidad.
- Dobzhansky T, Ayala FJ, Stebbins GL y JW Valentine 1977. *Evolution*. WH Freeman Co. San Francisco.
- Dylan E y S Howard. 2005. *Evolución para todos*. Paidós. Barcelona. España. Pp 176.

- Eldredge N y AJ Fouls 1972. Punctuated equilibria: An alternative to phyletic gradualism. Ed. Models in Paleobiology. Freeman & Cooper. San Francisco.
- Hempel C 1966. Filosofía de la Ciencia Natural. Alianza Universidad.
- Huxley J y HBD Kettlewell. 1984. Darwin. Ed. Salvat. Barcelona. España. Pp 203
- Mayr E 1968. Especies animales – evolución. Universidad de Chile. Ariel. Santiago.
- Moore JA. 1984. Science as a way of knowing Evolutionary Biology, 467-534. En Science as way of knowing- Evolutionary Biology. American Zoologist, 24 (2).
- Ruse M 1973. La filosofía de la biología. Alianza Universidad. Madrid.
- Ruse M 1973. La revolución darwinista. Alianza Editorial. Madrid.
- Simpson G. Tempo and mode in Evolution. Columbia University Press.

Internet como fuente

- www.darwin-online.org.uk
- www.darwinproject.ac.uk
- www.darwin200.org
- <http://memecio.blogspot.com/> El genio de Darwin.
- <http://www.youtube.com/watch?v=jn7zLGJE9EY>
- <http://www.educ.ar/educar/El%20viaje%20de%20Darwin.html?uri=urn:kbee:db049d30-623e-11dd-8768-00163e000038&page-uri=urn:kbee:ff9221c0-13a9-11dc-b8c4-0013d43e5fae>

() **Jaime Polop** es Doctor en Ciencias Biológicas. Se desempeña como docente e investigador del Dpto. de Ciencias Naturales, de la FCEFQyNat – UNRC. Sus áreas de trabajo son Teoría de la Evolución, Manejo de Poblaciones Animales y Metodología de la investigación para carreras de la Lic. en Ciencias Biológicas. TERA.*

Esta Colección de Cuadernillos de Actualización para pensar la Enseñaza
Universitaria se edita mensualmente con la colaboración, en producción, del Área de
Información Académica y, en diseño, del Área Gráfica de nuestra Universidad.

**Colección de Cuadernillos de actualización
para pensar la Enseñanza Universitaria.**



**Universidad Nacional de Río Cuarto
Secretaría Académica**