

EXPLICACIONES SOBRE EL ORIGEN DE LA BIODIVERSIDAD

Si observamos un baldío vamos a encontrar distintas especies de gramíneas y otras plantas, y se nos hace difícil enumerar las distintas especies de insectos y, si profundizamos aún más las bacterias y microorganismos que existen en el suelo, los parásitos que pueden tener las plantas, etc.

¿Podrían decir cuántos insectos hay?

¿Recordemos cuando finalizaba el verano la invasión de mosquitos? ¿Eran todos iguales esos mosquitos?

Si se fumigaba, ¿morían todos o había variedades resistentes a los que el insecticida no les hacía nada?

¿De dónde proviene toda esa diversidad de especies? ¿Por qué existe variedad dentro de cada especie?

¿Las especies cambian a través del tiempo?

¿Cómo se explica la adaptación?

¿Cómo se explica la existencia de variedades resistentes como en el caso de los mosquitos o los piojos?

LOS MECANISMOS EVOLUTIVOS

La moderna teoría de la evolución surgió en las décadas del 30 y 40 del siglo XX, como síntesis de los conocimientos genéticos y del concepto darwiniano de selección natural. Esta teoría de la evolución ha ido invadiendo progresivamente todas las disciplinas biológicas y ha contribuido a su desarrollo y enriquecimiento. La teoría de evolución es en realidad la teoría biológica de más amplio alcance.

EN BIOLOGÍA NADA TIENE SENTIDO SI NO SE LO INTERPRETA A LA LUZ DE LA EVOLUCIÓN

Simultáneamente, la moderna teoría de la evolución se ha visto ampliada gracias a la contribución de otras disciplinas biológicas como la zoología, botánica, antropología y paleontología: fisiología, microbiología y bioquímica: biología de las poblaciones experimental y matemática: ecología y sistemática: genética y biología del desarrollo. El moderno paradigma de la evolución se denomina a menudo teoría sintética precisamente porque integra las contribuciones de tantos campos de conocimiento científico.

El concepto de evolución, actualmente básico para las ciencias biológicas, ha suministrado respuestas nuevas y en cierta forma revolucionarias a preguntas que el hombre se había estado haciendo durante siglos. Entre dichas preguntas, las dos más importantes son: ¿Por que estoy aquí, cual es el fin de la existencia humana? Y ¿Cual es

la naturaleza del mundo vivo que nos rodea? La evolución nos dice que existimos por una serie de acontecimientos y procesos que han dado lugar a los millones de organismos que nos rodean. Los procesos mas importantes son: 1) Las interacciones entre los distintos organismos y su ambiente que difieren enormemente tanto histórica como geográficamente: 2) La continuidad de la herencia y de la tradición cultural, y 3) La alteración esporádica de dichas regularidades por cuestiones de azar. Ahora se están comenzando a percibir los efectos de esa revolución en la forma de pensar. Si el hombre ha alcanzado su estado actual como resultado de procesos naturales y no como una consecuencia de una fuerza sobrenatural, puede aprender a controlar dichos procesos.

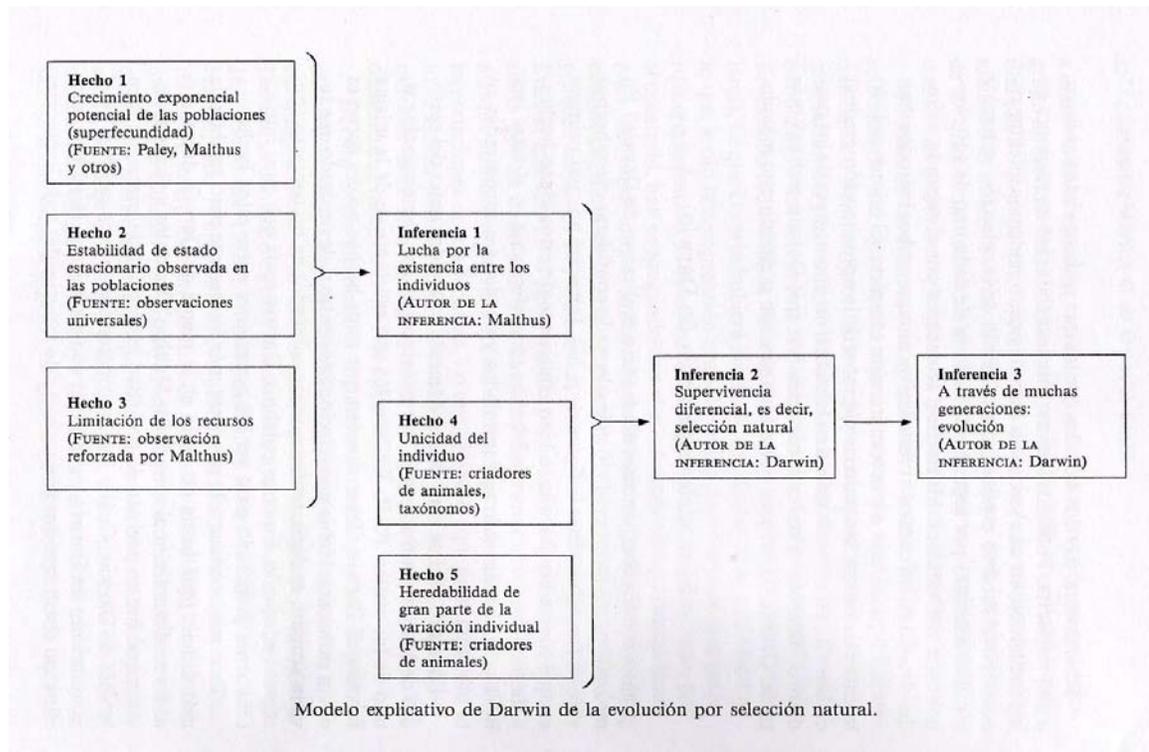
- **DARWIN Y SU TEORÍA**

La primera edición de *The Origin of Species* se vendió enteramente el día de su publicación, el 24 de noviembre de 1859. Desde su primera aparición se ha estado imprimiendo constantemente y se ha traducido a unos treinta idiomas. El origen de las especies fue un libro importante en la época de Darwin y lo sigue siendo en nuestros días, pues la teoría de la evolución es la piedra angular de la biología moderna, y el libro de Darwin constituye el cimiento de dicha teoría. No obstante, Darwin no fue la primera persona en proponer que las especies de plantas y animales pueden cambiar con el tiempo. De hecho, el propio Darwin señaló no menos de veinte predecesores que habían escrito sobre aspectos de la evolución. Y, sin embargo, la moderna teoría evolutiva procede de Darwin. ¿Por que? Pueden darse dos razones principales.

En primer lugar, Darwin seleccionó pacientemente y de forma sistemática todos los tipos de pruebas que tenían relación con su tema. Cuando era joven había pasado cinco fructíferos años como naturalista a bordo del Beagle (1831-1836). Durante este largo viaje alrededor del mundo Darwin se transformó en un excelente naturalista, observando, recolectando y pensando constantemente sobre los muchos fenómenos geológicos y biológicos con los que se encontraba. Ya en 1837 empezó a dudar de que las especies fueran permanentes e inmutables, y aunque desde 1837 a 1859 estuvo atareado con muchas actividades científicas, esta cuestión del origen de las especies se le planteaba con frecuencia. Durante estos años leyó ampliamente, pensó profundamente y experimentó cuidadosamente. Como resultado, El origen de las especies es una obra de extensión y profundidad notables.

En segundo lugar, Darwin pudo proporcionar un mecanismo plausible para explicar de qué modo pueden llegar a cambiar las especies: la selección natural. Darwin se topó por primera vez con la idea de la selección natural en 1838, después de leer *An Essay on the Principle of Population*, de Thomas Malthus, un clérigo y economista político de principios del siglo XIX. Malthus se ocupaba sobre todo de las poblaciones humanas, pero señalaba que es un principio general de la naturaleza el que los seres vivos producen más descendientes de los que normalmente puede esperarse que sobrevivan hasta la madurez reproductora. Y, además, resulta que incluso el descubrimiento del principio de la selección natural no fue únicamente suyo, pues el naturalista Alfred Russel Wallace (1823-1913) lo descubrió de manera independiente en 1858, antes de que Darwin publicara los resultados de sus pacientes indagaciones. Wallace no conocía personalmente a Darwin, pero sabía de su reputación de naturalista experto con opiniones un tanto heterodoxas, y habían mantenido correspondencia, en términos generales, sobre la cuestión de si las especies eran permanentes. Envío a Darwin su corto ensayo, titulado *On the Tendency of Varieties to Depart Indefinitely from the*

Original Type (Sobre la tendencia de las variedades a apartarse indefinidamente del tipo original), en el que se explicaban los principios de la selección natural, sin tener la menor idea de que Darwin ya había descubierto la selección natural ni del grado en que su ensayo adquiriría prioridad sobre lo que constituía la obra de toda la vida de Darwin.



¿QUÉ DICE LA TEORÍA DE DARWIN?

Se basa en tres observaciones y dos conclusiones deducidas de esas observaciones. 1. Si no existieran presiones ambientales todas las especies tenderían a multiplicarse geoméricamente por progresión; o sea que una población que duplica su número en el primer año tiene un potencial de reproducción suficiente para cuadruplicar su número en el segundo año, y así sucesivamente. 2. Pero bajo condiciones naturales, aunque se dan frecuentemente fluctuaciones, el volumen de una población permanece constante durante largos períodos de tiempo.

Primera conclusión: 1. No todas las gametas llegan a ser cigotas. No todas las cigotas llegan a ser adultos. No todos los adultos llegan a reproducirse; por lo tanto debe haber una "lucha por la existencia". 2. Los organismos producen entre sí mayor descendencia que la que concebiblemente puede sobrevivir. 3. Las modificaciones dentro de los miembros de una misma especie son muy frecuentes, o sea que, se observa gran variación individual

Segunda conclusión: En la lucha por la existencia, entonces, los individuos que muestran modificaciones favorables gozarían de la ventaja competitiva sobre los demás y se adaptarían mejor al ambiente. Sobrevivirán en un número proporcionalmente mayor y producirán descendientes en número proporcionalmente mayor. Las modificaciones favorables se acumularán en la población por selección natural. Darwin identifica al ambiente como la causa principal que ejerce presión selectiva; gradualmente el

ambiente iría eliminando a los individuos con modificaciones desfavorables pero iría preservando a los que tuvieran modificaciones favorables. Así pues, Darwin no fue el primero en proponer una teoría de la evolución, pero su tratado fue el primero que se puede considerar maduro y persuasivo.

Responder:

¿Cómo organizó Darwin su teoría?

¿Pueden identificar las hipótesis principales?

¿En que supuestos se basó?

¿Qué evidencias aportó?

¿Por qué decimos que utiliza la frase SELECCIÓN NATURAL como una analogía?

¿Qué es una analogía? ¿Con qué compara Darwin?

Y la supervivencia del más apto lo utiliza como una metáfora ¿De que otra manera se podría explicar esa frase? ¿Por qué es una metáfora?

Para resolver estas cuestiones podés ver el anexo

¿Evolucionistas antes que Darwin?

Si, por supuesto: Lamarck, Geoffroy de Saint Hilaire, y hasta el abuelo de Darwin

"De lo mas simple a lo mas perfecto "... ¿me callo o me arriesgo a sufrir el ridículo?"

Mientras Cuvier sostenía su posición fijista, vivía en Francia un profesor que ni hizo mucho caso a las ridiculizaciones que Cuvier hacía a las posiciones evolucionistas: era Jean B. Lamarck (1744-1829), habiendo llegado a tener ciertas ideas sobre el origen de las especies, estaba dispuesto a sufrir ridículo u pobreza con tal de decir lo que sentía que era la verdad. Expresó sus primeras opiniones evolucionistas en obras que aparecieron a principios del siglo XIX, tales como. "La historia natural de los vegetales" (1803) y su famosa " Filosofía de la Zoología" (1809).

El mecanismo evolutivo que postulaba Lamarck es el de la necesidad o deseo interno de adaptación. El medio impone cambios en el comportamiento bajo la forma de nuevos hábitos y estos son el origen de todas las variaciones evolutivas. Estas variaciones se fijaban por herencia de esos caracteres adquiridos. Podemos sintetizar las opiniones de Lamarck en tres puntos:

1. El origen de un nuevo órgano o transformación esta motivado por una nueva necesidad, la cual provoca un " sentimiento o impulso interno" que induce a la

formación del órgano por la acumulación de “flujo nervioso” que es el mismo que conduce los impulsos en los nervios y permiten los movimientos y las acciones

2. El uso y desuso de las partes del organismo conducen a su mayor o menor desarrollo e incluso a su atrofia (desaparición).

3. Las modificaciones que se acumulan en un individuo a lo largo de su vida, se transmiten a su descendencia (herencia de los caracteres adquiridos)

Además de la refutación de la inmutabilidad de las especies, Lamarck señaló otra importante condición: que los cambios se producían a un ritmo lentísimo, ya que la naturaleza dispone de un "tiempo infinito" y que debido a ello son imperceptibles. Propuso una explicación a las especies fósiles extintas distinta al diluvio u otras catástrofes, que podían sobrevivir en otros lugares de la Tierra. Hay otros aspectos de sus teorías que fueron superados más adelante, como la perspectiva que considera los seres vivos ordenados en una escala de menor a mayor complejidad o "perfección", la idea de que los órganos cambian por uso o desuso y la de que las características adquiridas se transmiten a la descendencia. Sin embargo estos aspectos, que a veces son los más tratados en la enseñanza, no deben oscurecer su gran contribución al modelo evolucionista¹

La teoría evolucionista de Lamarck fue recibida con hostilidad por los círculos dirigentes de Francia y por la mayor parte de los naturalistas de su época. El contexto social aún no estaba preparado y Cuvier ejercía el poder político y se imponía sobre las ideas de los naturalistas.

Para desacreditarla se buscaron sus partes inconscientes como por ejemplo la de que bajo la influencia de ciertas necesidades surgían en el animal nuevos órganos o aumentaban el tamaño. Lamarck creía en la herencia de los caracteres adquiridos pero esto no constituía el centro de su teoría evolutiva. Su argumento principal era que la vida es generada continua y espontáneamente; que de una forma sencilla se aumenta en complejidad debido a la acción de una fuerza que constantemente complica la organización.

El prestigio de Cuvier era muy fuerte en los círculos científicos y esto freno el progreso de la idea evolucionista en la biología. Lamarck muere en 1829 y hasta esa fecha nadie había dado prueba, datos, experiencias contundentes que pudieran confirmar la teoría de la evolución de las especies y refutar totalmente las posiciones de Cuvier. Era necesario reunir, profundizar, extender y sintetizar más información.

El que va a realizar esa inmensa tarea será Charles Darwin que con su libro el Origen de la especies revolucionara toda la biología. No obstante, Darwin tuvo problemas, muchos de los cuales reconoció y comento en la primera edición del Origen de la especies. Después de 1859, sus críticos plantearon otros, y en las ediciones subsiguientes Darwin los fue considerando metódicamente.

¿Y después de Darwin qué?

En la época de Darwin había muchos obstáculos para que los hombres de ciencia renunciasen al dogma de la creación. No podían incorporar la idea de transformación. La teoría de la selección natural dio empuje a la búsqueda de pruebas nuevas como la edad de la Tierra y de los fósiles. Darwin recibió finalmente reconocimiento y honores por parte de los científicos de su época, como por ejemplo: -1864. Medalla Copley de la Royal Society -1860. Fue nombrado miembro de la Academia de Ciencias de Filadelfia.

¹ M.P. Gimenez Aleixandre.

El 16 de abril de 1882 muere Darwin, lo entierran junto a la tumba de Isaac Newton, en la Abadía de Westminster, en presencia de los representantes de las Sociedades Científicas. Solo en el siglo XX hemos podido apreciar todo lo que valía el genio de la tenacidad de Darwin, pues la genética moderna y muchas observaciones de campo e investigaciones de laboratorio nos han demostrado en verdadero potencial explicativo de las teorías de Darwin. Especialmente desde la década de 1920, con los escritos de genéticos de poblaciones tales como sir Ronald Fisher, J. B. S. Haldane y Sewall Wright, se ha hecho evidente que una síntesis de la labor de Darwin sobre la selección natural con la de G. Mendel sobre la genética producen un cuadro coherente e inteligible del camino evolutivo. A esto se le ha denominado la síntesis neodarwinista: darwinista porque acepta la selección natural, y neo- porque utiliza las teorías de la herencia.

DARWIN Y WALLACE

Wallace nació catorce años después que Darwin. Gran observador y muy inteligente, se hizo topógrafo profesional, encontró sus primeros fósiles y advirtió la importancia científica de la geología. Se entregó al coleccionismo, rasgo que compartiría con Darwin. Leyó a Lyell y el diario del Beagle. En 1849 zarpó para el Amazonas, y llegó a gozar de gran fama de coleccionista metuculoso y digno de confianza. Coleccionó hasta 125.000 especímenes

En estas condiciones, se preguntó las mismas cosas que Darwin, aunque parezca inverosímil: cómo y porqué cambian las especies y cómo se adaptan estas a sus medios. Fue una de las coincidencias más portentosas de la historia de la ciencia. Refiriéndose a Darwin, escribió una vez: *"Ni en sueños me hubiera acercado yo a la perfección de su libro. Confieso mi agradecimiento de que no me incumbiera presentar la teoría al mundo"*.

¿Cuáles eran las problemáticas que existían en la época de Darwin que lo llevaron a realizar su teoría?

¿Se pueden comparar esas problemáticas con las problemáticas de la biología actual?

LA BIOLOGÍA HOY

Hay puntos que parecen estar establecidos más allá de toda duda: el hecho de la evolución; el ADN como sustancia genética; el dogma central de la genética molecular. Naturalmente dentro de cada una de estas áreas del conocimiento todavía quedan preguntas por contestar, pero cada campo contiene un núcleo consolidado de hechos en los que podemos depositar nuestra confianza. Hoy en día se esta realizando investigación de importancia desde el punto de vista evolutivo en cada una de las distintas disciplinas que Darwin escudriño en busca de pruebas para su teoría. La anatomía, la embriología, la fisiología, la geología, la paleontología, la genética, la taxonomía y la ecología, todas tiene su contribución que hacer a la teoría evolutiva. Mientras tanto, una cosa es cierta: todos los aspectos de la moderna biología evolutiva pueden verse como parte de un programa de investigación inaugurado por EL ORIGEN DE LAS ESPECIES.

LOS AVATARES DE LA EVOLUCIÓN

Hasta llegar a una teoría de la evolución de las especies perfectamente sistematizada, como lo haría Charles Darwin, hubieron de superar ciertos problemas. A saber:

1. El primer problema consistió en la edad de la Tierra, La evolución necesita tiempo, y este era más bien escaso: menos de 6.000 años.
2. El segundo problema era la imposibilidad de cambio de las formas vivas debido a que Dios las había creado tal y como eran.
3. El tercer problema eran las discrepancias surgidas entre lo que la Biblia decía y las observaciones científicas. Quién discutiera la Biblia se hallaba expuesto a un grave riesgo social.
4. El cuarto problema se solventó fácilmente, ya que consistía en catalogar y clasificar las diferentes especies existentes.

Para ampliar:

Buscá en Wikipedia:

Buffon, Linneo, Lamarck, Cuvier, Geoffroy de Saint Hilaire, Owen, Lyell

Realiza una línea de tiempo colocando fecha nacimiento y muerte, principales obras y con otro color hitos históricos socioeconómicos, por ejemplo revolución francesa, imperio de Napoleón.

Reflexioná con tu grupo:

¿Creés que las ideas políticas y religiosas influyeron en estas personas a la hora de tomar partido por el fijismo o transformismo?

Realiza un cuadro comparativo entre las ideas de Buffón, Lamarck y Geoffroy de Saint Hilaire

Anexo

DARWIN Y LAS CINCO TEORÍAS DEL ORIGEN DE LAS ESPECIES

1º, La evolución propiamente dicha. 2º, La ascendencia común. 3º, El gradualismo. 4º, La multiplicación de las especies (origen de la biodiversidad). **5º, última teoría en ser formulada, la más elaborada e innovadora, la Selección Natural.**

“El concepto más novedoso e importante introducido por Darwin fue quizá el de la selección natural. La selección natural es un proceso a la vez tan simple y tan convincente que resulta casi enigmática la razón de que después de 1858 haya tardado casi ochenta años en ser universalmente adoptado por los evolucionistas. El proceso,

por cierto, se ha modificado por el transcurso del tiempo...la selección natural, tomada en sentido estricto, no es en absoluto un proceso de selección, sino más bien de eliminación y de reproducción diferencial”ⁱ

SELECCIÓN NATURAL

Darwin resume el argumento central de la teoría de la evolución por medio de la selección natural de la manera siguiente:

"Dado que se producen más individuos de los que pueden sobrevivir, tiene que haber en cada caso una lucha por la existencia, ya sea de un individuo con otro de su misma especie o con individuos de diferentes especies, ya sea con las condiciones físicas de la vida (...). Viendo que indudablemente se ha presentado variaciones útiles al hombre, ¿puede acaso dudarse de que de la misma manera aparezcan otras que sean útiles a los organismos vivos, en su grande y compleja batalla por la vida, en el transcurso de las generaciones? Si esto ocurre, ¿podemos dudar, recordando que nacen muchos más individuos de los que acaso pueden sobrevivir, que los individuos que tienen más ventaja, por ligera que sea, sobre otros tendrán más probabilidades de sobrevivir y reproducir su especie? Y al contrario, podemos estar seguros de que toda la variación perjudicial, por poco que lo sea, será rigurosamente eliminada. Esta conservación de las diferencias y variaciones favorables de los individuos y la destrucción de las que son perjudiciales es lo que yo he llamado selección natural."

Darwin tomó prestado el término selección de los criadores de animales y de los cultivadores de plantas, pero pasó por alto que los criadores al igual que la naturaleza, utilizaban dos métodos muy diferentes para mejorar su ganado. De acuerdo con uno de estos métodos se seleccionaba como reproductores de la próxima generación, los individuos con aquellas características que presentaban el ideal al que los criadores apuntaban. Ellos dirían simplemente que escogían como reproductores “los mejores ejemplares” de su ganado. Fue éste el método que Darwin pensaba cuando empleaba la palabra seleccionar.

LA LUCHA POR LA EXISTENCIA

“De dos animales carnívoros, en tiempo de escasez y de hambre, puede decirse verdaderamente que luchan entre sí por conseguir alimento y vivir. Pero de una planta en el límite de un desierto se dice que lucha por la vida contra la sequedad, aunque fuera más propio decir que depende de la humedad. De una planta que produce anualmente un millar de semillas, de las que, por término medio, sólo una llega a la madurez, puede decirse con más exactitud que lucha con las plantas de la misma clase y de otras que ya cubren el suelo. El muérdago depende del manzano y de algunos otros árboles; mas, sólo en un sentido muy amplio puede decirse que lucha con estos árboles, pues si creciesen demasiados parásitos en el mismo árbol, éste se extenuaría y moriría ; pero de varias plantitas de muérdago que crecen muy juntas en la misma rama, puede decirse con más exactitud que luchan entre sí. Como el muérdago se disemina por los pájaros, su existencia depende de éstos, y puede decirse metafóricamente que lucha con otras plantas frutales, tentando a los pájaros a devorar

y así diseminar sus semillas. En estos diversos sentidos, que se relacionan entre sí, empleo por razón de conveniencia la expresión general de "lucha por la existencia."

DIFICULTADES EN LA COMPRESIÓN DE LA SELECCIÓN NATURAL

"Diversos autores han interpretado erróneamente o puesto dificultades al término selección natural. Algunos hasta han imaginado que la selección natural produce la variabilidad, aunque implica únicamente la conservación de las variaciones que surgen y son beneficiosas al ser en sus condiciones de vida. (...) Otros han puesto que el término selección implica selección consciente en los animales que se modifican y hasta se ha argüido que, como las plantas no tienen volición, la selección natural no es aplicable a ellas. En el sentido literal de la palabra, indudablemente, selección natural es una expresión falsa; pero ¿quién no pondrá nunca reparos a los químicos que hablan de las afinidades electivas de los diferentes elementos? Y, sin embargo de un ácido no puede decirse estrictamente que elige una base con la cual se combina preferentemente. Se ha dicho que yo hablo de la selección natural como de una potencia activa o divinidad; pero cómo, ¿quién hace caso a un autor que habla de la atracción de la gravedad como si regulase los movimientos de los planetas? Todos sabemos lo que significan e implican estas expresiones metafóricas,(...). De la misma manera, también es difícil personificar la palabra naturaleza;" 4.

EL BULLDOG DE DARWIN

De entre quienes le defendieron destaca Thomas H. Huxley . Se dice que cuando leyó el Origen se reprochaba a sí mismo su estupidez por no haber pensado él mismo en ello. Decidió que Darwin, jamás dispuesto a defenderse, necesitaba que le protegieran, sobre todo de Richard Owen, anatomista experto, el cual publicó ensayos largos críticos con el Origen.

Owen impartió un "cursillo" acelerado sobre el libro a un clérigo, el obispo de Oxford Samuel Wilberforce. El lugar donde se celebraría el primer gran debate sobre el tema era la reunión anual de la Asociación Británica para el Avance de la Ciencia, un sábado del mes de junio de 1860. Huxley, por su parte, no tenía intención de ir, ya que pensaba que un debate entre científico y público no aclararía nada. Pero cambió de opinión cuando le convenció John Henslow al decirle que Robert Chambers, autor de una obra creacionista, que Huxley conocía bien, iba a estar presente. Henslow, que no compartía las ideas de Darwin, pero gran amigo suyo, también reclutó a un yerno suyo y amigo de aquel, Joseph Hooker, para que defendiera la causa darwinista.

El debate se decantó a favor del darwinismo, cuando Huxley se percató de que Wilberforce no tenía ni idea de ciencia. Se cuenta el siguiente diálogo:
- *Por favor, profesor Huxley, contésteme: ¿desciende usted de mono por parte de abuela o de abuelo?*

El auditorio prorrumpió en aplausos, y se dice que Huxley murmuró: "El Señor lo ha puesto en mis manos". Luego contestó al obispo:

- *Aseguro que el hombre carece de motivos para avergonzarse de tener un simio entre sus antepasados. El único antepasado que me avergonzaría recordar sería más bien el hombre que, dotado de mucha habilidad y con una espléndida posición social, usase esos atributos para oscurecer la verdad.*

En opinión de Huxley la evolución bien podría proceder a saltos que ocurran de vez en cuando. Darwin sospechaba que Huxley malinterpretaba la teoría de la selección natural, creía que no tenía una *idea exacta de la selección natural*. Parte de la dificultad de los naturalistas en comprender y aceptar la selección natural, estaba dada en que no

había pruebas directas, no existían experiencias para comprobarla. Las evidencias eran indirectas, se basaban en la clara eficiencia de la selección artificial en los animales domésticos y los cultivos y en los argumentos de la lucha por la existencia apoyados en los datos históricos.

SELECCIÓN ARTIFICIAL

Seth, el ovejero, un caso de selección artificial.

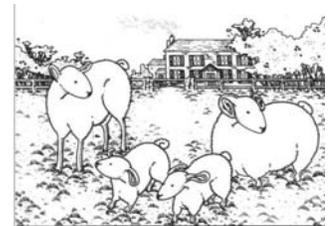
Para explicar cómo una variación que aparece al azar en un solo individuo de una población, vamos a ver el caso concreto de lo ocurrido con un pastor de ovejas, llamado Seth Wright.

En 1791, en la granja de este pastor, en Nueva Inglaterra, nació un carnero atípico: tenía las patas cortas y torcidas.

Esto hizo pensar a Seth. Lejos de parecer inútiles, si estas patas e podían heredar, él sería capaz de heredar un rebaño completo de ovejas con estas patas. De este modo, no sería necesario poner vallas tan altas alrededor de su granja y gastaría menos tiempo en el cuidado de las ovejas y menos dinero en materiales.



Seth utilizó el carnero para criar, y resultó que dos de las crías tenían patas cortas y torcidas.



Cruzando a estas dos ovejas, Seth obtuvo un rebaño entero de este tipo. A esta raza se la llama Ancon.



En términos de genética mendeliana, ¿cuál crees que puede ser la explicación de este caso concreto?

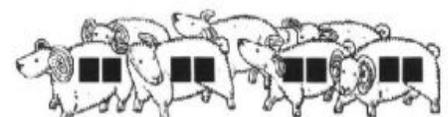
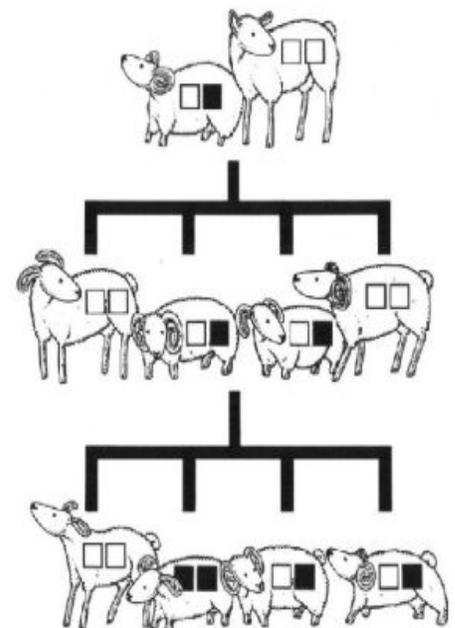
Si se piensa un poco, se pueden encontrar muchos casos como este de selección artificial.

¿Como lo hizo Seth?

Seth tuvo suerte. La causa de que el carnero tuviera patas cortas era un gen cambiado: una mutación.

El carnero transmitió la mutación a algunas crías y, por lo tanto, esta también aparecieron con patas cortas. Al cruzar este tipo de ovejas entre sí, Seth creó finalmente un rebaño completo: la raza Ancon.

Las mutaciones son provocadas por un cambio en la composición química de un gen o en la estructura de un cromosoma y se producen constantemente (de hecho, la



mayoría de ellas son silenciosas o neutras y muy pocas resultan perjudiciales o mortales). En este caso, la mutación provocó un cambio evidente.

LA BÚSQUEDA DE EXPLICACIONES ALTERNATIVAS

La explicación de Darwin de las adaptaciones basada en la selección natural, sólo era aceptada por los naturalistas de campo. Los genetistas buscaban nuevas alternativas a nivel de las variaciones. Surgieron así mutacionistas como De Vries o Bateson, y genetistas como Morgan que comenzó a considerar a la selección natural como una fuerza irrelevante y buscó la causa de evolución en la herencia misma.

LA HERENCIA MARAVILLOSA

El redescubrimiento en 1900 de las leyes de Mendel de la herencia, de las mutaciones y el descarte de la herencia de los caracteres adquiridos gracias a los experimentos de Weismann, son básicos para entender el desarrollo posterior de la teoría de la evolución.

El biólogo alemán Auguste Weismann (1834-1914) era un buen microscopista, pero hacia 1885 comenzó a perder la vista y se concentró en aspectos teóricos de la herencia. Era de los que ya se centraban por aquella época en la estructura interna y funcionamiento de las células.

Así, se convenció de que la base material de la herencia se hallaba en los cromosomas. Durante la fecundación, las instrucciones hereditarias de los progenitores se mezclan entre sí al unirse óvulo y espermatozoide. Weismann creía que esta combinación de instrucciones hereditarias determinaba la estructura del cuerpo.

También propuso una teoría nueva que postulaba la continuidad del "plasma germinal" (los gametos), que se desarrollaban y transmitían el código genético de una generación a otra con independencia de los cambios en el resto del cuerpo. Es decir, que los gametos son sólo un vehículo para la transmisión de la línea germinal.

Esta teoría fue, obviamente, un duro golpe para los seguidores de Lamarck y de Geoffroy de Saint Hilaire. Si había una barrera entre las células sexuales y el resto del cuerpo, era imposible que las características adquiridas durante la vida se incorporaran al código de la línea germinal.

Para demostrarlo, realizó un famoso experimento en el que cortó la cola a un grupo de ratones, y siguió su descendencia durante 22 generaciones sin encontrar ninguno que naciera sin ella. Ejemplos como estos sobran en la vida diaria, por ejemplo, la circuncisión o la descendencia de los mutilados.

De Vries propone una nueva teoría, conocida como mutacionismo o mendelismo, que elimina la selección natural como fuente de evolución. De acuerdo con él y con otros genéticos, como William Bateson, hay dos tipos de variaciones en los organismos: un tipo consiste en la variación ordinaria observada entre los individuos de una especie, que no tiene consecuencias en la evolución porque no puede llegar a traspasar los límites de la especie, incluso bajo condiciones de la más fuerte y continua selección; otro, tipo que consiste en las variaciones que surgen por mutación genética y que ocasionan grandes modificaciones de los organismos y que pueden dar lugar a diferentes especies: "Una nueva especie se origina de repente, es producida a partir de una especie preexistente sin ninguna preparación visible y sin transición".

El mutacionismo fue rebatido por muchos naturalistas de la época y por los llamados biómetros, encabezados por el matemático Karl Pearson. Según ellos, la selección natural es la principal causa de la evolución, a través de los efectos acumulativos de variaciones pequeñas y continuas, tales como las que se observan entre individuos normales. Estas variaciones se denominan métricas o cuantitativas, para distinguirlas de las cualitativas, que son las que diferencian, por ejemplo, las diferentes razas de perros.

Thomas Hunt Morgan, a partir de 1910, que se había propuesto demostrar la "presunta falsedad" de las leyes de la herencia de Mendel, demostraron que existían mutaciones de todos los tamaños con *Drosophila melanogaster*, y que, efectivamente, son muy raras y generalmente letales. Además, casi todas son indetectables a simple vista y hay que recurrir a métodos más o menos sutiles, como el hecho de que algunas sean capaces de vivir en medio muy salinos. Por supuesto, que Morgan no demostró la falsedad de las leyes de Mendel, pero sí que descubrió el entrecruzamiento cromosómico, fenómenos que es otra fuente de variabilidad, abriendo el camino para que él mismo demostrase que los genes se sitúan en los cromosomas.

AL FINAL SE LLEGÓ A UNA SÍNTESIS

El término síntesis evolutiva designa un consenso erigido sobre dos conclusiones: *la evolución gradual de las especies se puede explicar mediante la aparición de pequeños cambios aleatorios (mutaciones) y su ulterior criba por la selección natural; además, todos los fenómenos evolutivos, incluidos la macroevolución y la especiación (proceso de aparición de nuevas especies) admiten una explicación a partir de estos mismos mecanismos genéticos.*

Hoy día no se habla de supervivencia de los individuos, sino de cambios en la frecuencia de los diversos genes de una población.

Y LAS PRUEBAS SOBRE SELECCIÓN NATURAL SE FUERON ACUMULANDO

La evolución en acción: la carbonaria.

La *Biston betularia*, o mariposa del abedul es un lepidóptero nocturno que durante el día descansa en las ramas o troncos de los árboles cubiertos de líquenes de color grisáceo. El color blanco sucio de las alas contribuye a que sean confundidas con la base sobre la que se posan.

A mediados del siglo XIX comenzaron a observarse cada vez más ejemplares de color oscuro (melánicas), que fueron denominados por los coleccionistas como "carbonarias". En 1848 se descubrió el primer ejemplar cerca de Manchester y en 1895 el 95% de todas las mariposas de abedul eran de la variedad carbonaria. Tres años más tarde, la proporción ya llegaba al 99%. A este proceso, no exclusivo de esta especie (afecta a unas 200), sino que aparece en muchas especies de lepidópteros de zonas urbanas (el fenómeno de la carbonaria también se ha observado en Westfalia y en las inmediaciones de Hamburgo), incluso antes de la revolución industrial, se la ha llamado melanismo industrial. (Información mucho más detallada e, increíblemente, en español, la tienes en la Sociedad Entomológica de Aragón).

Por aquella época se dio un curioso paralelismo: las mariposas melánicas aparecían sólo en las zonas donde se había asentado industria pesada. Actualmente, en el norte y suroeste de Inglaterra sigue dándose un 100% de variedades de color claro. ¿Cuál es la relación entre un suceso y otro?

El investigador inglés H. B. D. Kettlewell, que estudió el fenómeno (1955 y 1956), partió de la hipótesis de que ya antes del proceso de industrialización existían formas melánicas, como atestiguan antiguas colecciones de mariposas. ¿Por qué era precisamente en ese momento cuando comenzaban a predominar?



Los ejemplares de color negro que existían antes de la revolución industrial destacaban tanto sobre el fondo claro de los abedules, que rápidamente eran devorados por los pájaros. El gen mutado no podía imponerse.

El aumento de la contaminación en los centros industriales ingleses (estudios constatan que se depositaban ¡20 toneladas de hollín por kilómetro cuadrado!) provocó un cambio: el oscurecimiento de la corteza de los abedules: ahora eran las mariposas normales, las claras, las que destacaban sobre el fondo y eran devoradas. Si prescindimos del concepto de mutación, la interpretación de Darwin sería bastante parecida. Pero la cuestión es si esta interpretación es correcta, si hay alguna otra observación que permita corroborarla. Así, se recurrió a una serie de estudios sobre el tema.

- Se alimentó a orugas de mariposas claras con hojas contaminadas de hollín y otros residuos industriales. Las mariposas seguían siendo claras, de modo que no era la contaminación la que provocaba el cambio.
- En los experimentos realizados mediante cruzamientos, la herencia resultó seguir una lógica mendeliana (hoy sabemos que las formas típica y carbonaria son dos extremos con varias formas intermedias que reciben el nombre de "insularia", con una herencia que implica cinco alelos en un solo gen).

Se marcaron con pintura mariposas típicas y carbonarias en proporción 3:1, y se soltaron en un bosque contaminado de hollín. Al cabo de unos días, se obtuvo una mariposa clara y seis oscuras. Como experimento de control, en un bosque no contaminado, se soltaron ambos tipos de variedades marcadas en proporción 1:1; al recuperarlas, el resultado fue de una mariposa oscura por cada dos claras.

- Observando la vida de ambos tipos de mariposas, se vio que los pájaros capturaban aquellas que más destacaban. La carbonaria sobrevivía un 17% menos cuando el entorno no estaba contaminada, mientras que tenía un 10% más

Fenotipos en orden decreciente de oscuridad



de posibilidades en las zonas industriales (hoy se asigna a la forma carbonaria una eficacia biológica 1'5 veces mayor, lo que explica su rápido auge inicial).

- Los experimentos realizados en toda Gran Bretaña demostraron que cuanto más extensa era el área industrial, mayor era la proporción de las formas melánicas.

A principios del siglo XX estos resultados se podrían haber explicado como ciertas mutaciones que surgen como respuesta de las mariposas, dando lugar a las formas carbonarias. Hoy sabemos que esta interpretación lamarckista no es correcta. Las formas melánicas también existen en zonas sin contaminación, de modo que el carácter aparece independientemente del medio. Es lo que se conoce con el nombre de mutación preadaptativa.

Biston betularia ha sido tremendamente importante en el desarrollo de la genética de poblaciones y de la evolución en general. Es uno de los mejores ejemplos de cambio por selección natural y, además, demuestra que esta puede llegar a ser muy poderosa y rápida.

PARA LA TEORÍA SINTÉTICA LA SELECCIÓN NATURAL ES EL MECANISMO EVOLUTIVO

A PARTIR DE ELLA SE EXPLICAN LAS ADAPTACIONES Y EL CAMBIO DE LAS ESPECIES A TRAVÉS DEL TIEMPO

Es posible que no haya otra teoría o concepto científico que esté tan sólidamente argumentado como lo está la evolución.

El Registro Molecular de la Evolución.

Con las modernas técnicas en biología molecular es posible estudiar la evolución en el nivel más íntimo en que se produce: el ADN.

El ADN contiene información sobre la historia evolutiva del organismo, debido a que los genes cambian por mutaciones. Dado que la evolución tiene lugar paso a paso, el número de sustituciones en el ADN refleja la duración del período evolutivo correspondiente.

Si comparamos dos organismos, como el hombre y el chimpancé, y observamos que el número de diferencias de su ADN es menor que el que hay entre cualquiera de ellos y el orangután, podemos concluir que la divergencia entre estas dos especies es más reciente que entre ellas y el orangután. Es decir, el número de diferencias en las cadenas de ADN o de proteínas es proporcional a la distancia evolutiva existente entre las especies correspondientes.

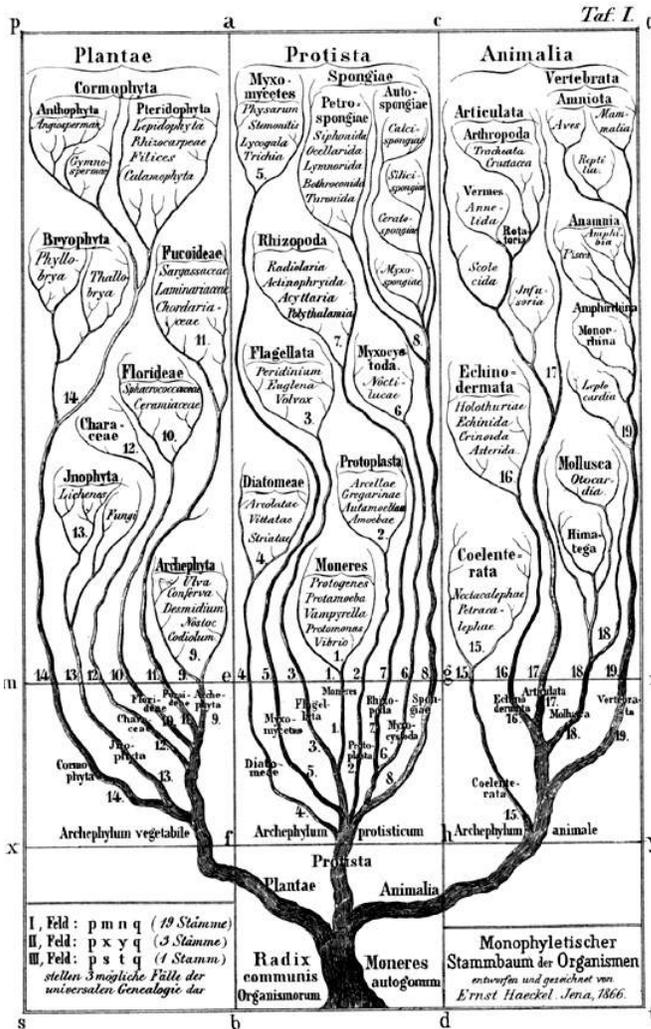
Los estudios moleculares tienen ventajas notables sobre la anatomía comparada y otras disciplinas clásicas:

1. La información es más fácil de cuantificar: el número de elementos diferentes puede ser exactamente determinado comparando las cadenas de ADN o de proteína entre dos especies.
2. Es posible hacer comparaciones entre individuos muy diversos. La anatomía comparada es totalmente inadecuada para determinar el grado de diferenciación

entre especies tan diferentes como una levadura, un madroño y una liebre, pero es perfectamente posible medir sus diferencias en una molécula determinada, como el citocromo c.

- El número de características que se puede comparar es casi ilimitado. Una persona tiene 3.000 millones de nucleótidos en el genoma, que pueden constituir entre 30.000 y 100.000 genes diferentes. Basta estudiar un número grande de genes para llegar a conclusiones más precisas.

REPRESENTACIÓN DE LA EVOLUCIÓN: ARBOLITOS DE TODAS CLASES



i Mayr. Por qué es única la Biología. 2004.