

## ¿EVOLUCIÓN?



Juan Perucho González, Origen y Evolución del hombre

## LA EVOLUCIÓN

En la actualidad con respecto a la evolución de la vida parece claro que la teoría imperante es la derivada de “El origen de las especies”, de Charles Darwin. La evolución de las especies a partir de la actuación de una selección de caracteres aleatorios, mediada por la “selección natural”, que a lo largo del tiempo generan una variabilidad que genera distintas especies.

Así es como ha surgido nuestra idea de la actuación de la naturaleza y de la evolución actual dando como resultado EL DARWINISMO. Se puede considerar esta teoría como el fruto de un momento y lugar determinados, lo cuál es algo relativamente normal y frecuente (uno es uno y su circunstancia), no obstante el problema del Darwinismo ha sido lo adecuado a su tiempo y sociedad. Si esta idea hubiera surgido en otro lugar de modelo de pensamiento distinto no habría sido tomada en consideración. En un mundo de competición como es el nuestro (el mundo occidental) a todos nos parece lógico que todos los seres vivos se rijan por este mismo método.

La evolución es uno de los problemas más complicados de visualizar y entender a los cuales se puede enfrentar el ser humano, debe de ser un tema complicado y de necesitar de multitud de ideas basadas en muchas pruebas, y ni aún así daremos con la verdad absoluta. No obstante parece que en nuestro tiempo hemos dado con la “respuesta”, en esta respuesta el propio Darwin admite de dónde surge su teoría (en un estudio sobre la sociología) y resulta que esa respuesta no sólo es definitiva y lo explica todo, sino que además es absurdamente sencilla y curiosamente parecía justificar nuestros comportamientos y modo de ver el mundo. Precisamente es una teoría que ha calado rápido y profundo debido a lo fácil y lógico que nos parece desde nuestro punto de vista antropocéntrico.

En biología a poco que se lea y experimente se observa que las respuestas no suelen ser sencillas y directas, tanto los resultados pueden ser malinterpretados, como ser falsos ó no entender lo que estamos observando, ¿cómo puede ser que un tipo por dedicar la vida a observar una serie de animales (domésticos parece ser) y leer las ideas de Malthus sobre la sobrepoblación descubra “LA” teoría que explica TODO aquello que podemos ver, que arroja las más complicadas estructuras, y crea unas relaciones tan complicadas entre la materia como es la VIDA? ¿Es tan “simple” su funcionamiento como lo queremos ver?

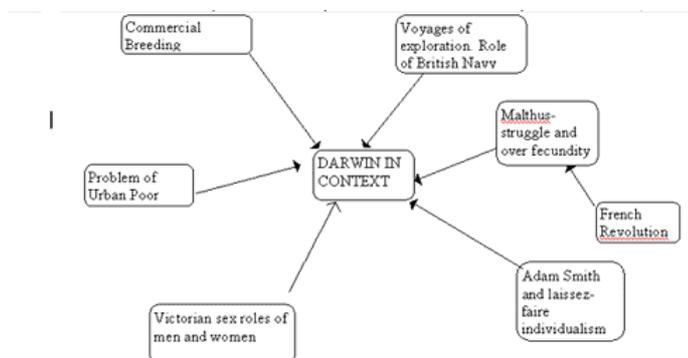
No obstante la biología “evoluciona” ignorando tales bases de su ciencia, de hecho los progresos en biología no se detienen a considerar las repercusiones de esta base errónea ó no. La actual división y especialización de la biología hace que temas sobre la evolución solo interesen realmente a unos pocos especialistas, y que las controversias sobre el Darwinismo se conviertan en algo “curioso” más no importante o fundamental, esperemos que no llegue el momento en el que la utilización de una teoría errónea en nuestros planteamientos no nos acabe de descubrir nuestro error “a las bravas” y así poco a poco y “con el tiempo” la transición, o confirmación nos permita esquivar esa crisis científica.

## EL CÓMO Y EL POR QUÉ

En nuestro tiempo sobrevive el **cómo** de la teoría, el **por qué** es algo que se ha tenido que olvidar poco a poco de la teoría de Darwin por chocar con la ética de nuestra sociedad actual.

Darwin consideraba el por qué de la evolución como algo simple: la supervivencia del más apto tanto en la naturaleza como en el ser humano, y por último la llegada del último escalafón de la naturaleza, como el más adaptado de todos los animales: el hombre (más concretamente el hombre blanco). Darwin encontraba razonable su visión

del mundo natural en un mundo en el que la predominancia del hombre blanco era tomada como lo lógico, así como la distinción como diferentes especies e inferiores a los negros, mulatos...etc. En estos días la superioridad de una población humana frente a otra por derecho parece una idea desterrada, no obstante en su momento no era así y se consideraba de una lógica aplastante. Podemos pensar que esta visión del mundo que hoy entendemos como distorsionada también podrá haberse plagiado en las ideas referentes al mundo natural. ¿Por qué eso aceptamos que fue fruto de la ideología del momento y no nos planteamos si la teoría en sí también lo es?. Nos hemos acostumbrado a pensar que la selección natural “elige” a aquellos mejor adaptados y elimina a los teóricos débiles, pero en la naturaleza no sobreviven los fuertes y mueren los débiles, la supervivencia no es una cuestión de mejores adaptaciones frente a los demás, sino de puro azar. La mayor parte de las extinciones de especies y grupos animales son debidas a catástrofes masivas de tipo ambiental, en estos cataclismos y cambios bruscos no hay “selección” de caracteres sino supervivencia de algunos. Los supervivientes no son seleccionados, simplemente sobreviven. Esto no quiere decir que no haya evolución, de hecho son los periodos de estrés y presión ambiental lo que parece condicionar los cambios en todos los sistemas estables, pero estos periodos de estrés afectan a todos por igual, y no parece probable que sea la competencia entre ellos lo que condicione la evolución, sino su supervivencia o no.



## ¿EVOLUCIONA LA BIOLOGÍA?

Una idea y explicación tan sencilla es difícil que haya podido pasar como una explicación real de la evolución, pero nosotros mismos nos hemos autogestionado hasta convencernos de que es así, pero el que nos enseñemos y nos lo repitamos entre nosotros no lo hace una idea menos difícil, ni más acertada, ni varía su origen. La evolución de las especies: “Sobrevive el más apto, mueren los débiles”, y que el egoísmo y competición es lo que mueve y varía a todos los seres vivos.

Partiendo de que el egoísmo es una idea HUMANA no aplicable a ninguna teoría, la naturaleza nos obliga a esforzarnos todos los días en repetirnos la teoría ya que el mundo que danza ante nosotros nos sorprende siempre por su complejidad, y nos demuestra que no sabemos casi nada (y a veces cada vez menos) sobre lo que nos rodea y moldea.

La aleatoriedad, el azar, el tiempo evolutivo, la selección natural, la mutación como motor evolutivo..., escuchamos respuestas muy simples a procesos que engloban toda la vida y su camino recorrido con términos como “a lo largo del tiempo surgirá...”, “al azar se seleccionan...”, pero no obstante es curioso como al mirar la genética, el registro fósil, las diferentes morfologías de los organismos, la propia organización del mundo natural parecen demostrar que es infinitamente más complicada que una selección de respuestas al azar. No parece que tengamos una idea concreta y segura de cómo se produce la vida, como se abre camino y se adapta a todos los ambientes y de donde viene toda esa diversidad. El gradualismo que parece imperar en estos días puede aportar pruebas respecto a la aparición de las razas, pero no parece lógico creer que todos los diferentes “bauplan” que nos encontramos hayan surgido de esta manera, y que todas las grandes especiaciones del mundo natural hayan surgido por cambios graduales.

Los especialistas de la biología suelen escribir hallazgos y teorías muy distintas de la idea de cómo se da el proceso evolutivo. En el ámbito de la genética y considerando los últimos trabajos sobre los trasposones y la regulación génica parece difícil seguir creyendo que las mutaciones son al azar, y también su selección. Los organismos tenemos una batería impresionante de sistemas de detección de mutaciones y reparación del DNA, y el azar parece que cada vez tiene menos cabida en este mundo de control absoluto de regulación y compensación génica. En biología del desarrollo parece difícil pensar que las variaciones en la vida adulta de un individuo van a no solo permitir la viabilidad del embrión, ¡sino quizá a mejorarlo!, dentro de su mundo de perfección y finura, no cabe en muchos (creo) la idea de especiación por azar en la vida adulta.

Muchos cambios gradualmente producirían la aparición de una nueva especie totalmente distinta, eso si “a la larga” y como suma de muchas mutaciones (las cuales ninguna ha de ser negativa y ni mucho menos letal, ni afectar a la reproducción del individuo (¡con quien o qué!) y además ha de ser seleccionada positivamente por la “selección natural”). Se podría considerar que el gradualismo nació muerto desde las lagunas presentes en el trabajo de Darwin. Darwin mismo manifestó sus dudas respecto de su teoría por los poco alentadores resultados que recibía del registro fósil. El mismo no entendía la ausencia de los intermedios y la gran dificultad encontrada para hallarlos. Estas dudas siguen sin ser explicadas aún hoy, no parece existir en el libro de la vida que es el registro fósil signo alguno de gradualismo. El Darwinismo fue una teoría fruto de una situación y ideología determinadas, no por ello hay que lapidarla sin piedad, pero lo que no debemos hacer es encumbrarla y considerarla como la teoría final. Nunca una idea ha calado tan hondo en el mundo de la ciencia con tan poco demostrado que no sean especulaciones sobre el campo teórico y “eureka” anunciados cuando algo sí concordaba con nuestro modelo.

Posiblemente no sea justo el eliminar del todo las teorías de variación gradual en determinadas situaciones (como la segregación mendeliana), pero sin duda que parece una explicación insuficiente para explicar los resultados de la evolución, ni inferir en su funcionamiento. Y la competición entre especies y dentro de la misma existe en cierta medida, pero es un error considerarla como la herramienta final de la evolución. También un aspecto atrayente según mi opinión de esta teoría es la idea de la aleatoriedad, es decir de la falta de dirección en la evolución, este es un concepto

interesante y atrayente en la sociedad actual, no obstante ha de ser revisado ya que aunque no nos movamos en un sentido concreto, aunque no se acepte o observe la evolución dirigida lo que no es lógico es que esta sea al azar completo.

Los biólogos nos hemos vueltos una ciencia “religiosa” en lo que a Darwin se refiere, ya que no entendemos muy bien lo que vemos, pero no obstante lo variamos y forzamos para que se parezca en definitiva a lo que “debemos” ver.

## LA “SELECCIÓN NATURAL”

Este término ha sido uno de los que más ha sido encumbrado, ha trascendido ya como un término científico, se ha convertido en algo real y casi “probado” a fuerza de su repetición y grave es también es que como “evolución” ha quedado ligado a la teoría de Darwin. No obstante la selección natural solo es un término humano, la naturaleza NO SELECCIONA A LOS MÁS APTOS, no realiza una criba continua de los organismo y salva a aquellos que mejor se defiendan en su mundo natural, NO EXISTE este hecho, es un artefacto humano. La “selección positiva” (que viene a significar que un rasgo ó comportamiento es seleccionado por su mejoría para el individuo) no tiene que ver con el hecho de la evolución de las especies, no por lo menos una relación tan directa como entendemos nosotros. El mismo rasgo que puede ser seleccionado por la naturaleza por ser “positivo” podría ser en otra situación seleccionado “negativamente” y producir la muerte de ese individuo que aparentaba ser “sobreadaptado” en una determinada situación, el control sobre la especiación debe de ser más fino que esta selección.

Esto no quiere decir que en la naturaleza no sobrevivan unos y mueran otros pero esto justifica la existencia de una “selección” como nos gusta considerarla a nosotros, la supervivencia de unas especies y la desaparición de otras ha de ser tomada como un hecho probado y natural, no existe un “perfeccionamiento” por parte de la naturaleza para dejar morir a unos y vivir a otros.

La complicación de los problemas evolutivos a los que ha tenido que enfrentares la teoría ha producido la aparición de distintos tipos de selección además de la positiva. Se da el caso que alguno de ellos parece opuesto a la teoría de gradualismo en la que se basa, el principio de SELECCIÓN PURIFICADORA. Este principio se basa en la “purificación”, la eliminación de todos aquellos rasgos o elementos que no sólo no sean “ventajosos” ,sino también en el caso de las estructuras, de los que son neutros ya que en principio todas aquellas estructuras que “no aportan” son un gasto energético y son por tanto eliminadas. Pero la idea de esta selección choca radicalmente con la idea del gradualismo, entendido como el cambio gradual y lento, necesariamente tenemos que ver como una estructura la cuál su FINAL tiene una función muy clara y positiva (un ala por ejemplo) ha de pasar por una serie de estadios intermedios en los que no solo no puede llegar a cumplir su función sino que esta estructura deja de ser positiva, para convertirse en un “estorbo”, ¿de que sirve medio ala si esta no da la capacidad de levantar el vuelo, o de hacerlo con garantías?.

Creo que la formación científica debe de formar incrédulos, las teorías han de ser demostradas, sujetas a crítica, y razonadas. Una vez una teoría cumple estos tres requisitos puede ser tomada a consideración, es decir razonar si se aproxima a la realidad o no. La realidad sobre todo en biología tiende a sorprendernos y superar la

teoría, siempre la realidad supera nuestras expectativas, y cuanto más grande es nuestra teoría y abarca más complejidad mayor es nuestro error al teorizarlo, y creo a mi parecer que no hay nada más grande y complicado que intentar comprender la evolución de la vida, y en definitiva de donde venimos, cómo y a dónde podríamos ir.

## ¿EVOLUCIÓN O EVOLUCIONES?

### “DE LA SUPERVIVENCIA AL ORIGEN”

Para situar la cuestión, podemos partir de la aproximación que hace un teórico como Soren Lovtrup acerca de 4 “teorías” que forman el núcleo de la teoría evolutiva (Lovtrup: *Darwinism: Refutation of a Myth*. Croon Helm, N.Y. 1987):

- La teoría sobre la *realidad* de la evolución. Es decir, la evolución es un fenómeno **real**. Para esta teoría existe un consenso absoluto al menos en el campo científico (excluyendo fundamentalismos).
- La teoría sobre la **historia** de la evolución. Es decir, el conjunto de inferencias e hipótesis acerca del parentesco entre los seres vivos.
- La teoría sobre el **mecanismo** de la evolución. Aquí existe mucho menos consenso, y de hecho es mucho lo que ignoramos al respecto. Lovtrup separa aquí dos teorías:
  - 1) La teoría sobre el **origen** de la novedad. ¿Cómo surgen las novedades a lo largo de los linajes?
  - 2) La teoría sobre la **supervivencia** de la novedad. El individuo o los grupos de individuos que exhiben esta novedad deben sobrevivir, reproducirse y transmitirla a las generaciones siguientes.

Charles Darwin y Alfred Russell Wallace coincidieron en proponer un mecanismo evolutivo que hacía énfasis en la *supervivencia* de la novedad, pero no trataba su *origen*. La constatación de que la mayor parte de la prole no llegaba a la edad adulta, junto con la idea de la “supervivencia del más apto” llevaron a la propuesta de que, en la “lucha por la vida”, se seleccionarían las variedades más ventajosas, lo que implicaría un cambio morfológico a lo largo de las generaciones. Por supuesto, no existían muchas ideas acerca del origen de las variedades más “ventajosas”, sobre todo teniendo en cuenta que no se conocían los trabajos de Mendel en esa época.

A pesar de ello, las ideas “**seleccionistas**” originaron un primer contacto entre evolución y desarrollo embrionario. Ernst Haeckel se propuso la gran síntesis de todas las disciplinas biológicas utilizando la teoría evolutiva. Por ello Haeckel fundó una nueva disciplina, la **Ecología**. Según Haeckel, la selección de una variante morfológica la incorporaba al proceso de desarrollo del animal. Sus descendientes incorporarían nuevas variantes y así, a lo largo del tiempo, se iría creando una sucesión de formas que serían recapituladas en el desarrollo embrionario. Haeckel calificó esta idea de “**Ley Biogenética Fundamental**” y la enunció con su conocida frase: “La ontogenia recapitula la filogenia”. Esta ley explicaba algunos misterios de la vida, como el enorme parecido de los embriones entre sí, así como el porque de el desarrollo de desarrollos branquiales en casi todos los embriones.

En 1900 se produjo un acontecimiento que cambió el rumbo, no sólo de la teoría evolutiva, sino el de toda la Biología del siglo XX. Se redescubrieron las leyes de Mendel y, con ellas, la existencia de factores precisos que determinaban la herencia de los caracteres, factores que años después se denominaron “genes”. Este descubrimiento produjo una pregunta inmediata: ¿Cuál era la naturaleza físico-química y la localización de dichos factores? Responder a esta pregunta llevó medio siglo, hasta el artículo de Watson y Crick sobre la doble hélice. Y si hay factores que determinan la herencia de los caracteres, los cambios en dichos factores originarán cambios heredables en los caracteres, es decir, **evolución**. Así fue cómo, mucho antes de que se conociera la naturaleza de los genes, De Vries formuló la “**teoría de la mutación**” en 1903.

Así de una teoría que trataba únicamente con la supervivencia de la novedad se saltó a una teoría que trataba sólo con el **origen**.

En los años 30 se produjo la síntesis entre seleccionismo darwiniano y mutacionismo genético, dando lugar al PARADIGMA NEODARWINISTA en el que se ha movido la teoría evolutiva durante estos tiempos. Una de las consecuencias de todo esto fue el descrédito en el que cayó la Ley Biogenética y el “divorcio” final entre evolución y desarrollo embrionario. Ni los biólogos evolutivos precisaban del desarrollo, ni los embriólogos se sentían interesados por la evolución o por los genes.

## EVOLUCIÓN Y DESARROLLO

A lo largo del siglo XX los estudios e investigaciones de **Evolución** y **Desarrollo**, se han realizado por separado, y con enfrentamientos en las hipótesis y teorías que pretendían explicarlos, e incluso en la interpretación de unos mismos datos y observaciones. La Biología Evolutiva centró su atención en la genética de poblaciones, y la Biología del desarrollo lo hizo en el análisis comparado de la Morfología y de la Embriología. Con la aparición de la Biología Molecular, se llevó a ambas disciplinas a un punto en común: el genoma de cada especie y la dinámica de la expresión de la información genética.

A partir de ese momento las explicaciones de el complejo proceso de la **evolución** se han empezado a apoyar en diferencias en la organización y estructuras diferenciales de los diferentes genomas, mientras que el ámbito del **desarrollo**, la aparición de un individuo adulto a partir de un embrión, se ha convertido en la biología molecular de la expresión y regulación diferencial de los genes en el tiempo y espacio.

Las relaciones entre desarrollo embrionario y evolución se han considerado en la relación lineal de Haeckel: “la ontogenia recapitula la filogenia”, es decir se consideraba que cada embrión recapitulaba los estados anteriores de su desarrollo y se consideraba esto prueba de las variaciones por acumulación de mutaciones o cambios hacia una mayor complejidad, no obstante en la actualidad se empieza a ver la realidad de otra manera distinta:

*“los caracteres menos generales se desarrollan a partir de los más generales hasta los más especializados; cada embrión de una forma animal no pasa por los estados de otros animales sino que se aparta cada vez más y así cada embrión de un animal “superior” nunca es comparable al adulto de un animal “inferior” sino que*

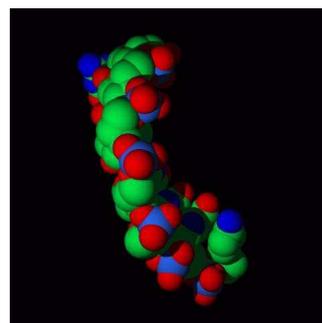
*sólo se parece al embrión de ese*” (Natalia Lopez Moratalla, Evolución y Evolucionismo).

Este hecho no confirma la recapitulación ni una huella de la evolución esto podría pues indicar que existen rasgos generales entre embriones. A pesar de las diferencias en el aspecto final de los animales éstos podrían usar genes muy parecidos para la fabricación de partes del cuerpo a lo largo de su desarrollo. Esto se considera un encuentro entre ambas disciplinas, lo que se ha llamado “Evo-Devo” (“Evolutionary developmental biology”) la cuál intenta explicar la evolución y diversidad morfológicas de los seres vivos como consecuencia de cambios en los programas de desarrollo embrionario. Es decir, **el programa evolutivo es el proceso de cambio y evolución de los programas de desarrollo del organismo.**

Esto explicaría como en los últimos tiempos de análisis genómico que los genes que controlan la forma de un organismo, están muy conservados en los diferentes “filums” animales, y estos genes reguladores ejercen funciones muy parecidas también en la mosca, el ratón o en nosotros mismos. Así el estudio de los genes del desarrollo, de su expresión y la función reguladora de las proteínas, se ha convertido en un conocimiento clave para entender la Evolución.

## EPIGENÉTICA, NO GENÉTICA

Parece que Evolución y Desarrollo tienen por tanto una estrecha relación donde el medio regula la información genética inicial, actuando no sólo sobre lo que llamamos la información genética sino **epigenética** (Investigación y ciencia abril 2004, “El nacimiento de la epigenética”, W. Wayt Gibbs), es decir la información genética y su regulación. **Ni todo está prefijado en los genes, ni sólo el cambio del medio es el motor de la evolución.**



Hasta ahora el DNA se veía como la única fuente de información genética. Pero comienza a verse, en el interior de los cromosomas otra capa de información que parece mucho más maleable que los propios genes. Así no solo entrarían en liza la influencia ambiental y los genes con sus respuestas al mismo sino otra capa más de información y transmisión que hasta hace muy poco se desconocía.

*“La vida de cada individuo, como la vida de las especies, es un proceso emergente y regulado en el que la información originaria se amplifica en el tiempo evolutivo y en el tiempo de desarrollo, por la interacción genes-medio”.* (Natalia Lopez Moratalla, Evolución y evolucionismo)

Es decir que debemos de considerar en sentido amplio esta concepción del “medio”, considerando por ello que tanto el interior celular, las relaciones de las proteínas con los genes, las estructuras de las histonas... todo ello interacciona con la información genética aumentando considerablemente las posibilidades de respuesta de nuestro acervo genético. Algo de lo que a veces nos olvidamos es que nuestro genoma es “finito”, es decir no tenemos capacidad de recrear todo tipo de estructuras. Nuestro genoma es común a toda nuestra especie y tiene unas capacidades de respuesta definidas a las presiones del ambiente, de esta manera nos permite ADAPTARNOS pero no

EVOLUCIONAR hasta algo tan distinto como puede ser a la larga otras especies. De esta forma de nosotros solo podrían surgir como “evolución” (más bien adaptación ó variación) gradual pequeños cambios, los cuales no nos llevarán en ningún caso a la aparición de distintas especies, sino a **distinciones dentro de la misma**.

## TEORÍAS LAMARCKIANAS

Las teorías Lamarckianas suponen una relación entre el carácter que aparece y el ambiente que lo produce, de esta manera el medio acaba modelando al individuo. Esta teoría se puede quizá resumir en la idea de que “función crea al órgano”. Para Lamarck esas modificaciones adquiridas se convertían en heredables.

Posteriormente, zoólogos y paleontólogos han definido un “**neolamarckismo**” (Landman O. E. Pero ¿existe la herencia lamarkiana?. *Investigación y Ciencia*, julio, 1993, pag. 95) un compuesto relacionado con alguna función biológica podría actuar específicamente sobre la región del DNA implicado en dicha función, de modo similar a como su producto génico hace posible los fenómenos de inducción, promoción de transcripción, represión, etc., que se dan a lo largo de la vida de un individuo. Otro dato curioso es que esta idea de que el ambiente es tan determinante en el desarrollo de un u otro órgano suena mucho a la idea de cómo se explica en ocasiones el neodarwinismo.

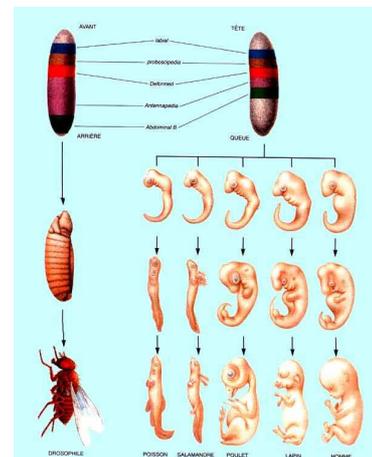
Por el momento no hay datos que apoyen una relación de este tipo como mecanismo evolutivo generalizado. Lo que sí parece posible es que determinados entornos aumenten la tasa de mutación y con ello se considera que abren posibilidades a la selección.

## EL NEODARWINISMO

Para las teorías “seleccionistas” *no existe* ningún tipo de relación; el azar daría lugar a modificaciones que después se difundirían o rechazarían según supongan una ventaja o un inconveniente respecto al medio. Así, todos los individuos tienden a adquirir un genotipo: **el más apto para las condiciones del entorno**.

Darwin aportó dos ideas esenciales: la *variación* y la *selección*. La selección, en determinados experimentos y situaciones, se puede considerar que “opera” en la naturaleza, como han demostrado multitud de observaciones y experimentos específicos, pero si que hay que considerar que la selección NO puede explicar todas las variables estructurales ni mucho menos su origen y aparición de todas ellas por medio de algo tan simple como la “selección diferencial”. Una vez que se acepta que la selección se produce en determinados momentos, deben existir otros principios de evolución que actúen por encima de este, o como mucho se valgan de él. El Darwinismo ha adolecido de problemas muy graves desde su misma concepción a pesar de las posteriores revisiones de la teoría, como son el Neodarwinismo y la Teoría sintética de la evolución.

El **neodarwinismo se limita** a constatar que las variaciones de los seres se producen en su estado



germinal cuando el verdadero problema es cuándo y porqué se producen las variaciones en la información genética y sus condiciones asociadas para conseguir su desarrollo efectivo, incluso después de varias generaciones.

La actual biología molecular está descubriendo la forma en que la naturaleza lleva a cabo la verificación genética y otros controles mediante el estudio del DNA. En la actualidad estamos viendo la aparición de multitud de artículos sobre la regulación de la expresión génica por medio de el RNA, las proteínas histónicas, etc.

El neodarwinismo sigue siendo la doctrina imperante a pesar de que se considere pasado de moda, ahora se acepta directamente que Darwin tenía razón aunque el razonamiento sea el del neodarwinismo propiamente dicho.

## LA TEORÍA SINTÉTICA

Es ciertamente difícil distinguir entre la corriente del Neodarwinismo y la Teoría Sintética, ésta es una continuación de la anterior, al igual que la anterior era una continuación de la Teoría de Darwin. Con el avance de la ciencia y la aparición de nuevos datos que ponen a prueba las teorías anteriores, **se hace necesario cambiar para mantenerse**, cuando por definición una teoría no debe de adaptarse y variarse para que pueda seguir siendo creíble, sino “tirarse abajo” y crear otra nueva y distinta que responda a los datos. La teoría sintética se puede considerar como la ínesis o unión de las teorías evolutivas y la genética molecular del momento.

Ambas teorías (neodarwinismo y teoría sintética) asumen la aleatoriedad de las modificaciones en la información genética; el mecanismo sigue siendo, pues, la selección natural, si bien, se ha ampliado su esfera de aplicación a la micro-evolución.

Lo curioso es que hoy en día es de sobra conocido que las modificaciones se producen con mucha mayor frecuencia en unas partes que en otras, y no por razones de índole químico sino lógico o de estructura funcional del genoma. A pesar de ello, la doctrina científica imperante no acepta la posibilidad de que las mutaciones no sean aleatorias.

## LA LÓGICA DEL GENOMA

Por una parte muchos científicos se han visto obligados a admitir que se dan unas tendencias, una cierta programación en este proceso. Y desde la Biología Molecular surge la idea de que el genoma tiene su propia lógica e impone así unos cauces a los cambios heredables, contribuyendo a la evolución y dándole una dirección.

**La estructura y funcionamiento del genoma daría una orientación hacia la complejidad, y las especiaciones, mientras que es la fuerza de la “selección natural” la que aportaría la tendencia a la especialización, hacia la adaptación.**

- La **selección natural** pierde la posición privilegiada, como fuerza única o motor, de protagonismo que le diera el darwinismo.
- También el **azar** ha perdido el puesto de la Evolución, que le atribuyera el darwinismo: no es difícil pensar que los procesos de modificación génica, que originan un pequeño cambio, se produzcan por casualidad pero no lo es tanto

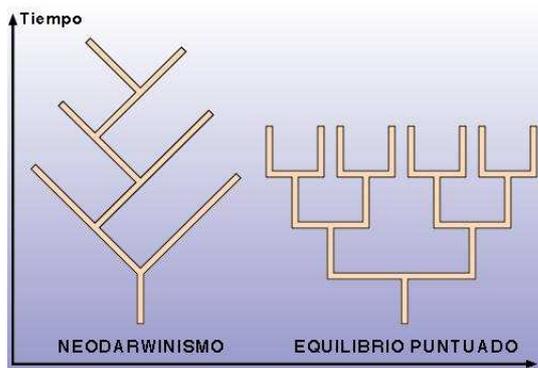
explicar que los cambios coordinados, que se requieren para originar una estructura compleja, se produzcan "porque sí", sobre todo si se han producido varias veces en el curso del proceso evolutivo.

- La Evolución no tiene sólo un modo de **actuar gradualista**, de acumulación de pequeños cambios que se reflejan en el fenotipo, sino también a saltos.

La primera vez que se propuso de manera seria una teoría que abarcaba la idea de una evolución drástica fue probablemente "La teoría del equilibrio puntuado", de Gould y Eldredge

## TEORÍA DEL EQUILIBRIO PUNTUADO

La Paleontología ha lanzado, de este modo en los últimos años, un último nuevo desafío al neodarwinismo como único modelo evolutivo manteniendo que la evolución no actúa de forma gradual, sino de manera irregular y a saltos. Una teoría que surgió para dar una alternativa al Darwinismo imperante, para ser una opción no "la" opción.



Para los defensores de la teoría del equilibrio puntuado estos cambios son totalmente al azar y se imponen en un corto plazo de tiempo. Este modelo surgió de la teoría del equilibrio puntuado, propuesta por los paleontólogos Niles Eldredge y Stephen Jay Gould, plantea que los cambios morfológicos en individuos de un mismo linaje -la anagénesis- y la división de una especie en dos -cladogénesis- están relacionadas causalmente. Así, se ha dado, en un tiempo breve, una aceleración del cambio morfológico en unos pocos individuos que divergen de la especie original para formar otra nueva, inicio de una gran rama del árbol evolutivo, o macroevolución; después de este cambio genético brusco pueden darse otros mucho más lentos, acumulativos y posiblemente seleccionados en relación con el entorno.

La Genética y la Biología molecular han aportado las bases genéticas de estos cambios no graduales acumulativos en el tiempo. De una parte pueden deberse a fuertes **reordenaciones cromosómicas** que cambian el plan corporal o a **cambios** en sí mismo pequeños pero en los **genes** que controlan los patrones **de desarrollo**. El conocimiento actual de los mecanismos del desarrollo permite afirmar que algunas alteraciones de este proceso tienen repercusiones evolutivas que permiten explicar las discontinuidades en las cadenas evolutivas sin tener que acudir a "eslabones perdidos". Garstrand formuló la relación existente entre ontogénesis y filogénesis afirmando que *"la ontogénesis no recapitula la filogénesis (como había afirmado Henckel en 1859) sino que la crea"*.

La idea de que las especiaciones deben de haberse producido de manera brusca persiste en la actualidad, y lo más importante los datos parecen indicar que así fueron. Es probable que exista el gradualismo en la naturaleza pero dentro de lo que llamamos "adaptación" al medio, es decir otorgando una cierta variabilidad "intra-especie" pero no "inter-especie".

## EL FULGURACIONISMO Ó EPIGÉNESIS

Pero parece que ninguna de estas disciplinas ha conseguido explicar la aparición de nuevas estructuras. Una de las posturas existentes frente a esta aparición de las nuevas estructuras es el **reduccionismo**.

El reduccionismo consistiría en mantener que lo nuevo no es más que las condiciones iniciales de las que surge. Al mantener esto, el reduccionismo se convierte fácilmente en su postura antitética -el preformacionismo- para la que propiamente no hay nada nuevo, porque todo estaba ya antes preformado.

Existe otra teoría, la llamada “**fulguracionismo**” o **epigénesis** la cual postula que cuando un sistema se aleja del equilibrio como consecuencia de su funcionamiento interno y su relación con el medio se ordena como una estructura nueva. Se entiende como el proceso de desarrollo de un individuo, a través del cual su estructura se diferencia y hace más compleja; el caso paradigmático es el del crecimiento, en el que a partir de un cigoto se desarrolla una compleja estructura celular y orgánica. Por extensión, en teoría de sistemas se incluyen los mecanismos que permiten a un determinado individuo modificar ciertos aspectos de su estructura interna o externa como resultado de la interacción con su entorno inmediato.

La epigénesis representaría por tanto el proceso de “**sintonización**” final mediante el cual cada individuo se adapta de forma eficiente a su entorno a partir de las capacidades contenidas en su código genético. Los ejemplos más evidentes de sistemas con capacidad de aprendizaje los constituyen el sistema nervioso central o el sistema inmunitario. En el caso del sistema nervioso central esta capacidad de aprendizaje se hace más patente debido al enorme número de conexiones sinápticas presentes en un cerebro en desarrollo.

Las leyes de la Termodinámica de los procesos irreversibles muestran que *azar* y *determinación* son dos parámetros que cooperan en los procesos de cambio temporal. Esa tendencia podría tener un significado: demostrar que la realidad viva es capaz de ser principio de **estabilidad**, y al mismo tiempo de ser principio de una **dinámica** que le conduce a su pleno desarrollo a lo largo de la vida y, en determinadas ocasiones, le conduce a experimentar una transformación y dar paso a nuevas formas de vida.

El “dinamismo” del desarrollo y de la evolución trata por tanto de la mera expresión de lo que ya estaba en su interior. Se trata de algo distinto; de la **interacción de unas estructuras con otras** surgen unidades nuevas y más complejas, con propiedades distintas a las de sus componentes, tanto en el desarrollo de cada uno, como en la evolución de las especies.

## EVOLUCIÓN BIOLÓGICA, UNA NUEVA VISIÓN

La evolución biológica, entendida en este caso como la aparición de organismos cada vez más complejos y especializados partiendo de otros más simples y menos especializados, supone un cambio en el genoma que da lugar en primer lugar a transformaciones **heredables** de los individuos de las diversas especies.

Las diferencias existentes entre especies distintas deben estar determinadas por la **diversidad** del mensaje genético de cada uno de los distintos genomas. La diversidad del mismo se encontraría no solo codificada por la diferente secuencia contenida, número y tipo de genes, sino también en la **organización génica** que permite una **expresión diferencial** durante su desarrollo aún entre especies similares y con una cantidad de información muy parecida.

Esta evolución biológica ha de conducir inexorablemente a la creación de nuevas especies a partir de otras, es decir estas teorías deben de explicar un proceso como es de la especiación.

## LA ESPECIACIÓN

En la actualidad y considerando el paradigma imperante del Darwinismo podemos encontrar que la especiación puede tener lugar de dos formas distintas:

- 1) Especiación **alopátrida o geográfica** que es la que se produce cuando las poblaciones quedan aisladas físicamente debido a barreras geográficas (ríos, montañas, etc.) que interrumpen el flujo genético entre ellas. Las poblaciones aisladas irán divergiendo genéticamente por efecto de la aparición de nuevos genes mutantes y reorganizaciones cromosómicas, los cambios en frecuencias alélicas debidos a la selección natural y la deriva genética y, con el paso del tiempo llegarán a producir razas distintas que se convertirán en especies distintas.
- 2) Otro modelo de especiación alternativo es el de **especiación simpátrida** que consiste en que distintas poblaciones de una misma especie, que ocupan un mismo territorio, se diversifican debido a la aparición de mecanismos de aislamiento que cumplen la misma función que las barreras geográficas. Estos mecanismos son:
  - a) **Aislamiento ecológico:** Cuando distintas poblaciones se adaptan a vivir en distintos hábitats, caracterizados por diferencias de iluminación, temperatura, humedad relativa y otras variantes ecológicas, dentro un mismo ecosistema.
  - b) **Aislamiento etológico:** Cuando se crean o modifican señales de atracción, apaciguamiento, cortejo sexual, etc. que provocan atracción, huida o ataque.
  - c) **Aislamiento sexual:** Cuando se producen variantes en los órganos reproductores o en la morfología de los gametos que dificultan o impiden la cópula.
  - d) **Aislamiento genético:** Habitualmente derivado de la aparición de cambios cromosómicos que producen esterilidad o falta de viabilidad de los híbridos.
- 3) Una situación intermedia entre la especiación alopátrida y la simpátrida es la llamada **especiación parapátrica** que ocurre cuando dos o más poblaciones divergen en territorios adyacentes.

- 4) También se han propuesto otros mecanismos de especiación, tales como la **especiación instantánea o cuántica** que corresponde al establecimiento brusco del aislamiento reproductivo. Este proceso puede ocurrir en diversas situaciones:
- a) Por efecto de la deriva genética y la consanguinidad.
  - b) Cuando una población sufre un cuello de botella que provoca una reducción drástica del tamaño poblacional.
  - c) Que un pequeño grupo de individuos emigre y forme una pequeña población aislada.
  - d) Si disminuye súbitamente el área de distribución de la población central se establecen de pequeños aislados poblacionales periféricos.
- 5) Por un **cambio** súbito **del número monoploide**. Estos procesos de especiación son exclusivos del reino vegetal y producen especiación instantánea. Sus tipos son:
- a) Especiación por **autoploidía**: En este proceso interviene una sola especie original que, debido a un error durante la meiosis no separa los cromosomas homólogos y produce una duplicación del número de cromosomas, de tal forma que el número monoploide de la especie pasa de ser **n** a ser **2n**; el número de cromosomas de la especie resultante de este tipo de procesos será un múltiplo par del número monoploide de la especie original (4n, 6n u 8n). Típicamente, los individuos de la especie resultante tienen gran tamaño.
  - b) Especiación por **aloploidía**: En este proceso intervienen dos o más especies próximas que cruzan para producir un híbrido, que en principio será estéril, que sufre un proceso de poliploidización al no separarse los cromosomas homólogos.
- 6) Por un **cambio** repentino **de la estructura de los cromosomas**. En este caso, lo que sucede es que los cromosomas experimentan cambios estructurales (inversiones, traslocaciones, etc.) que provocan la esterilidad de los híbridos. Los roedores y los drosophila han seguido este patrón de especiación, en muchos casos.

Parece que esta idea de un cambio radical en la estructura de los cromosomas es lo que más se está defendiendo últimamente, parece que las pruebas indican que estos cambios se producen, e incluso se está proponiendo este tipo de evolución dentro de los estudios de la evolución humana.

## EVOLUCIÓN HUMANA

La secuencia del genoma humano ha mostrado una zona de repeticiones de secuencias informativas en el cromosoma 22, cuyo análisis indica un alto grado de duplicaciones en la evolución de los primates en los últimos 35 millones de años y que permite variaciones de mensaje y **reestructuraciones cromosómicas** en la historia evolutiva que separa al hombre de los primates hominoideos. Datos recientes van dando a conocer la función concreta de los nuevos genes humanos y su relación con las funciones propiamente humanas.

Sintetizando los datos acerca del proceso biológico de “hominización” se puede afirmar que ha sido muy variado: reordenaciones cromosómicas, duplicaciones y recombinación horizontal de la información (y posiblemente pequeños cambios en genes que controlan la estructura corporal) han permitido la especiación de los humanos a lo largo de la evolución.

Para empezar a plantearnos el origen de nuestra especie habría que intentar dilucidar el método por el cuál nos separamos de nuestro último “pariente”, y este tras numerosos estudios tanto paleontológicos como genéticos se ha llegado la conclusión de que nuestra última separación fue del Chimpancé. Detallados estudios sobre esta separación de ambos linajes concluyen que tubo lugar entre 5 y 7 millones de años en el África Oriental. Ese es el fin de los datos, a partir de este punto poco sabemos sobre qué sucedió en ese momento clave, ni que procesos produjeron a partir de ese momento la aparición de dos “especies” distintas.

Hasta ahora la explicación de la especiación de los humanos habría sido una **especiación alopátrida**, aprovechando la geología, el valle del Rift, de el que suponemos fue nuestro origen, África (“**East side story**”). En dicha teoría se produciría una división de la especie antecesora por la imposición de una barrera física, la cuál produciría la distinción de dos territorios, uno hominoideo (oeste) y otro homínido (este). No obstante en marzo de 2002 se encontró en la región de Djurab un fósil *Sahelantropus tchadensis* calificado a todos los niveles como homínido. Y este sería ya el segundo homínido encontrado en el “territorio pánido”, ya que se encontró una mandíbula de 3 millones de años correspondiente a un homínido, *Australopithecus bahrelgagazali*, esta especie fue descubierta por Michel Brunet en 1993 en un antiguo cauce de Bhar El Ghazar en Chad.

Estos descubrimientos junto con la aparición de restos como los de Toumai (Investigación y ciencia, Marzo 2003, “El cráneo de Toumai”) están poniendo en duda la veracidad de dicha teoría. Las características físicas de Toumai han convencido a su descubridor Brunet de que se trata del homínido más antiguo conocido y no como sostienen otros investigadores el hominoideo más reciente.

Si finalmente este es el caso no se podrá mantener la subdivisión de las especies ancestrales de pánidos y homínidos por especiación alopátrida. La especiación no se podría haber producido por la aparición de una barrera geográfica, habría debido de intervenir otro tipo de barrera, una barrera que poco debía de tener que ver con la geografía: **una barrera genética**.

Este tipo de especiación sería considerada como “**simpátrida**”, en abril del 2003 Arcadi Navarro y Nick Barton (scientific American) desarrollaron un nuevo modelo de especiación simpátrida, una por **especiación cromosómica**.

## ESPECIACIÓN CROMOSÓMICA

Esta propuesta se basa en la aparición de una barrera de tipo genético que impedirá la reproducción entre individuos sin la necesidad de una barrera física, una **reorganización cromosómica**.

Dicha reorganización se produce cuando una parte de DNA, que puede ser de centenares de genes, cambia de orden y posición dentro del genoma. Pueden producirse inversiones cromosómicas, fusiones de cromosomas completos ó roturas de fragmentos que posteriormente se acoplan a otros distintos (traslocaciones).

Las reorganizaciones cromosómicas están surgiendo con fuerza estos últimos tiempos como posibles culpables de la especiación, se ha descubierto que en *Drosóphila* comparando distintos géneros se observa que hay una reorganización cada millón de años aproximadamente. Posteriormente en la comparación de los genomas completos de humano y ratón se han llegado a observar indicios de unas 400 reorganizaciones cromosómicas. Si consideramos una relativa “ciclicidad” en las reorganizaciones podemos observar que una reorganización cada 400000 años significarían una velocidad de cambio enorme considerando el tiempo evolutivo.

Por tanto si consideramos las reorganizaciones como las culpables del cambio, de la aparición de nuevas especies entre los chimpancés y nosotros se han debido de producir también dichas reorganizaciones, no se puede hacer una aproximación exacta hasta tener el genoma completo del chimpancé y se pueda comparar. Pero por estudios citológicos sabemos que entre nuestros 22 autosomas y los de chimpancé se ha calculado que median al menos unas 10 grandes reestructuraciones. En los cromosomas humanos se presentan fragmentos de inversión en los cromosomas 1, 4, 5, 9, 12, 15, 16, 17 y 18 en comparación con los homólogos correspondientes a los chimpancés; también se puede observar como nuestro cromosoma 2 es fruto de una fusión de dos cromosomas los cuales son independientes en los grandes simios.

En los seres vivos de carácter diploide coexisten por tanto dos copias de cada uno de los cromosomas, uno procedente de la “madre” y otro procedente del “padre”, se ha descubierto que los individuos que no reciben estas dos copias homólogas con idéntica estructura son menos fértiles que los que si lo hacen . Este fenómeno se achaca a que si los cromosomas son homólogos (homocariotipos) la recombinación entre ellos se produce sin problemas, se mezclan antes de transmitirse ala siguiente generación. No obstante en los heterocariotipos este proceso podría no funcionar bien. Ante la recombinación de estos individuos se pueden llegar a perder fragmentos, duplicaciones etc debido a las diferentes estructuras presentes. Este tipo de problemas producirían por tanto una generación siguiente con una serie de problemas en la viabilidad, lo cual nos daría una diferencialidad en la fertilidad de los individuos “híbridos” y los homólogos. Los investigadores que defienden esta propuesta consideran esta diferencia como suficiente para que se produzca una especiación.

## EL PROBLEMA

Desde la aparición de la teoría de la especiación simpátrida esta ha lastrado con una incógnita muy importante que le ha hecho perder fuerza a lo largo de los años. Si consideramos que este tipo de procesos producen una bajada de la fertilidad de los individuos “híbridos” ¿como es posible que una reorganización cromosómica se establezca en un número suficiente de individuos?. Además esta reorganización aparecerá sólo en un individuo, pero si este tiene grandes problemas de fertilidad ¿como se puede establecer una especie entera a partir de este individuo?. Para que esta propuesta pueda considerarse ha de surgir una barrera genética lo suficientemente fuerte

para impedir el flujo genético, no vale por tanto una reorganización leve del genoma ya que esta posiblemente permitiría dicho flujo.

Frente a esta paradoja se presenta una resolución posible. Parece que incluso en los casos de heterocariotipos en los que se observa una reducción de la fertilidad mínima lo que si se da es una reducción clara de la recombinación. Un individuo homocigoto recombina todos los cromosomas maternos y paternos antes de pasarlo a sus descendientes. Pero parece ser que en los individuos heterocariotipos dicha recombinación se ve reducida en los cromosomas reestructurados, dejando la recombinación solo a aquellos que siguen siendo “colineales”, es decir que presentan la misma estructura.

Así si una reorganización no llega a generar problemas graves de fertilidad en el individuo, esta reorganización podrá aumentar su frecuencia hasta asentarse en un **grupo de individuos**. Y se supone que considerando la poca o nula recombinación que se producirá entre cromosomas con estructuras distinta, podría hablarse de la aparición de una **barrera genética** entre dos poblaciones, se interrumpiría el flujo genético.

Cada una de las estructuras cromosómicas alternativas podrían “coexistir” en la población, y a pesar de ello las estructuras variadas nunca se mezclarían, de esta manera se produciría la aparición de dos subespecies, cada una de las cuales tendría una historia evolutiva distinta producida por la acumulación de características diferenciales y así deteniéndose el flujo genético entre ellas.

Esta teoría de la especiación cromosómica en primates representa una teoría interesante, ya que no solo menciona la posibilidad de que una especiación sea producto de una **reordenación cromosómica** drástica sino que replantea y pone en entredicho la teoría de la evolución alopátrida humana. No obstante esta teoría considera la reordenación cromosómica como una mutación más, como la mutación inicial para empezar la especiación, se considera que posteriormente la evolución divergente y gradual por acumulación de mutaciones acabará con la distinción de dos especies y esto no es nuevo.

Pero sobre todo lo que hace es abrir posibilidades a una nueva visión de las especiaciones, cabe imaginar si el genoma parece una unidad tan altamente integrada, estas reorganizaciones cromosómicas, al cambiar la posición de distintos genes modifiquen no solo el mensaje sino las sutiles relaciones que mantienen entre ellos y las tasas de evolución de las diferentes proteínas podrían aumentar produciendo una adaptación de los genes a su nuevo entorno en el genoma. Y si con un mayor estudio del genoma consiguiéramos descubrir que organizaciones y reestructuraciones estuvieron implicadas en determinadas especiaciones podríamos quizá en un futuro relacionarlas con determinadas adaptaciones ó surgimientos de diferentes “bauplanes” a lo largo de la historia de la vida.

## CONSULTAS Y ENLACES:

- Ramón Muñoz-Chápuli, “Evo-Devo: Hacia un nuevo paradigma en Biología Evolutiva” (<http://www.encuentros.uma.es/encuentros100/evodevo.htm>)
- Máximo Sandín, “Lamarck y los mensajeros”.
- Máximo Sandín, Guillermo Agudelo Murguía, José Guillermo Alcalá Rivero, “Evolución: Un nuevo paradigma”.
- W. Wait Gibas, Investigación y ciencia (abril 2004) “El nacimiento de la epigenética”.
- Arcadi Navarro, Investigación y ciencia (agosto 2005), “Especiación cromosómica en primates”
- Brunei, Investigación y ciencia, (marzo 2003), “El cráneo de Toumai”.
- Norman Macbeth “Darwin retried” [http://www.sedin.org/propesp/X0045\\_1-.htm](http://www.sedin.org/propesp/X0045_1-.htm)
- “Concepto y definición de la especiación”  
<http://www.ucm.es/info/genetica/grupod/Genetica%20evolutiva/Especiacion/Especiacion.htm> <http://evolutionibus.eresmas.net/>
- Gert Korthof, “Darwinism: the refutation of a mith”,  
<http://home.wxs.nl/~gkorthof/kortho28.htm>
- Natalia Lopez Moralla, “Evolución y evolucionismo”  
<http://www.arvo.net/pdf/EVOLUCI%C3%93N%20Y%20EVOLUCIONISMO.htm>