

SESIÓN 6 La Genética y la evolución

OBJETIVO

Argumentar la genética y la evolución a partir de la identificación de los principios y conceptos de la teoría sintética.

INTRODUCCIÓN

En esta sesión trabajaremos en observar como se exponen las nuevas ideas sobre la teoría de la evolución y el origen de la vida con especial referencia a la genética evolutiva y sus consecuencias sobre la evolución de las especies. En la mayoría de los procesos evolutivos superiores seguramente se producen simultáneamente cambios genéticos por influencia del medio, por procesos aleatorios, procesos de prueba y error; algunos estarán ya verificados; existirá la diferenciación sexual y la selección natural y sexual estarán más o menos presentes.

MAPA CONCEPTUAL

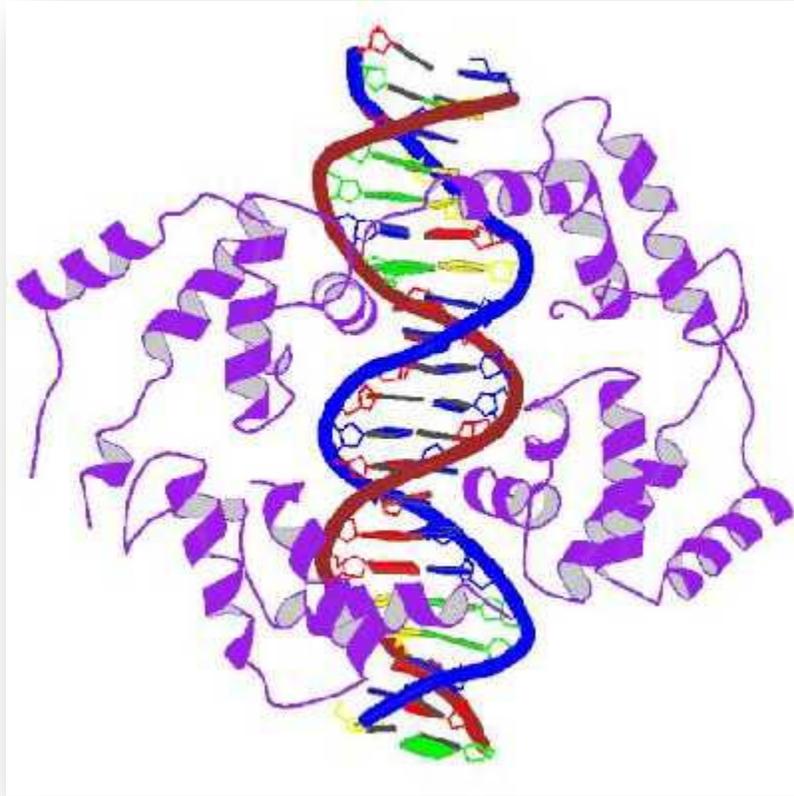


DESARROLLO

Este título IV de la *Teoría General de la Evolución Condicionada de la Vida* se ha dividido en cuatro puntos principales. En primer lugar esta breve descripción sobre genética y evolución; en segundo lugar, el relativo a los objetivos de la vida, que contiene la argumentación fundamental de carácter lógico de por qué y cómo se desarrolla la evolución de los seres vivos

existen mecanismos bioquímicos que dan lugar a procesos aleatorios en la naturaleza, para mí esto es lo relevante en *teoría de la evolución*, es decir, su funcionalidad y no el juego molecular en que consiste un mecanismo concreto, que sería más propio de un curso de química, de biología molecular o ingeniería genética. También se podría adoptar el criterio contrario, pero pienso que complicaría de forma innecesaria una materia ya de por sí compleja.

Proteína HNF1a y ADN



La virtud principal de esta aproximación a la *genética evolutiva* y a la *teoría de la evolución* es el permitir a cualquier persona, de cultura media, seguir la argumentación sin más problema que el derivado de los propios razonamientos. Éstos, a su vez, no son complicados en sí mismos, pero por la cantidad de precisiones y matices que es necesario introducir en los mismos, para delimitar los casos objeto de análisis, pueden llegar a ser extremadamente complejos. En estos casos, se recomienda una lectura lenta.

Ésta es la razón de huir de aspectos y términos muy técnicos de genética evolutiva, introducir numerosos ejemplos y, en lo posible, hacer referencia a conceptos y procesos ya conocidos.

Quizás el principal inconveniente de esta exposición sea que, al incluir ideas con un cierto contenido intuitivo, los razonamientos lógicos no pueden ser perfectos por la propia definición de la intuición.

En consecuencia, no se debe de buscar la comprensión absoluta de las explicaciones presentadas; en su lugar, se debe intentar comprender los razonamientos que nos permiten aportar nuevas propuestas, pensando que algunas de ellas quizás no sean correctas, pero que podrían estar muy cerca o en la línea de las propuestas correctas.

Evolución del hombre

Dejando a un lado posiciones netamente filosóficas, **el objetivo último de la Vida** no se conoce; sin embargo sí podemos analizar algunos de los objetivos instrumentales que la lógica nos indica que existen o deben existir con carácter general.

Por otro lado, la **teoría de la evolución del hombre** en particular nos ayuda a una mejor comprensión general de la evolución de la vida.

Sin intentar ser exhaustivo ni abarcar todas las implicaciones de cada uno de los objetivos siguientes, voy a comentar los que entiendo más relevantes y básicos por estar presentes no solo en la *evolución del hombre* sino en todos los sistemas de impulso vital y realizar las consideraciones que, por un lado, más apoyan o ayudan a explicar la *Teoría General de la Evolución Condicionada de la Vida* en su conjunto y, por otro, las que ponen de manifiesto contradicciones o limitaciones de otras teorías de la evolución.

Conviene adelantar que existe una gran interrelación conceptual tanto entre los objetivos comentados como entre los argumentos y ejemplos utilizados; pero que,

no obstante, se ha considerado conveniente la presentación separada de los siguientes objetivos para facilitar su exposición y comprensión.

Garantía y seguridad en la evolución de los seres vivos

En la *evolución biológica del hombre* y, seguramente, en todo tipo de vida y de sistemas de impulso vital nos encontraremos el concepto clásico de la supremacía de la especie o del sistema sobre el individuo o elemento individual. En otras palabras, la continuidad de la especie prevalece sobre la del individuo. Este condicionamiento vital, justificado por la necesidad de garantizar y perpetuar la especie, explica el comportamiento extraño de muchos seres vivos que pueden llegar incluso a suicidarse para servir de alimento de las crías en sus momentos iniciales.

En genética, la seguridad total de la viabilidad de las modificaciones incorporadas al genoma no siempre es necesaria. Algunas veces será suficiente con un elevado grado de confianza; sin embargo, si la variación genética afecta a una de las funciones complejas y vitales del nuevo ser, sería interesante poder conseguir la seguridad absoluta.

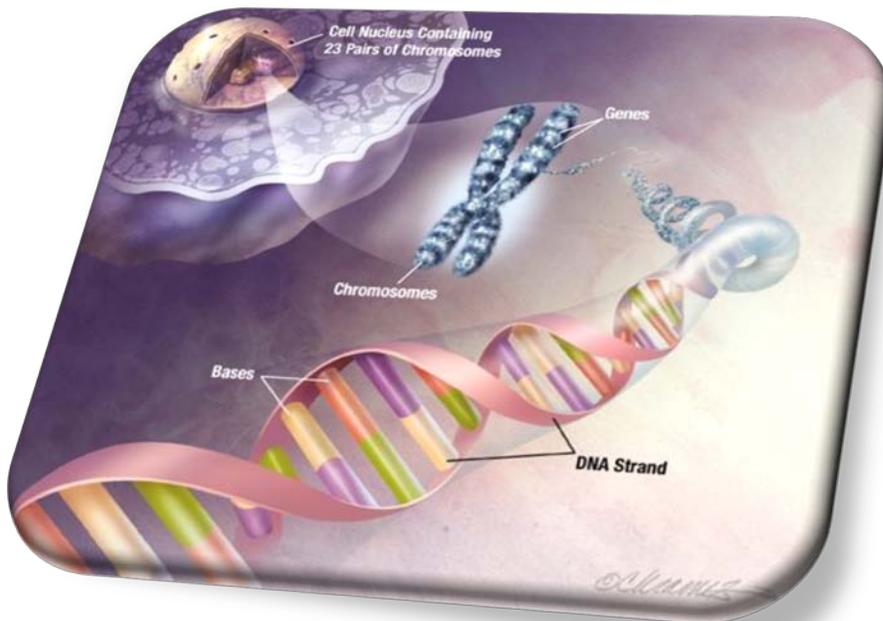
Una solución sería simular el funcionamiento del sistema bajo los nuevos parámetros y relaciones antes de incorporarlos a la información genética a transmitir; evitando de esta forma que cualquier variación circunstancial pueda provocar un error.

Sin embargo, el método de simulación tiene una limitación, en funciones muy complejas no es posible simular todas las posibilidades, dado que éstas pueden ser casi infinitas. Es preciso disponer de otros métodos que nos permitan garantizar al máximo la viabilidad del nuevo ser; después de todo el trabajo acumulado que significa la existencia de un ser vivo avanzado, toda garantía parece pequeña. Un ejemplo elemental sería el de la evolución biológica del hombre. Aquí es donde aparece una de las novedades fundamentales de la *Teoría*

General de la Evolución Condicionada de la Vida, porque introduce una de las funciones de la diferenciación sexual en la reproducción, dándole una razón de peso a su propia existencia, la función de garantía o seguridad.

En la evolución biológica del hombre y cualquier ser vivo con diferenciación sexual, el hecho de tener dos fuentes de información genética a la hora de desarrollar el ser vivo nos plantea en el apartado "*mejora de la eficacia*" el problema de cómo decidir que fuente utilizar en cada caso.

Evolución del hombre



La necesidad de garantía nos ofrece una explicación coherente. La viabilidad del nuevo ser con modificaciones genéticas se puede conseguir si se dispone de una copia de seguridad del genoma que se pueda utilizar en caso de fallo de las nuevas modificaciones.

Por lo tanto una de las funciones principales de la *diferenciación sexual* podría ser el hecho de que uno de los sexos aporte una copia intacta de su paquete genético. No deja de ser curioso el hecho de que en muchas especies, los óvulos femeninos

se formen completa y definitivamente en los momentos relativamente iniciales del desarrollo de los individuos mientras que en el sexo masculino no ocurre lo mismo.

De nuevo, el caso más conocido por todos nosotros, el de la evolución del hombre, es un ejemplo claro de lo anterior.

En procesos similares e incluso mucho más simples que la *evolución del hombre*, como puede ser el desarrollo de un programa complicado de ordenador, siempre se dispone de copias de seguridad por si los cambios introducidos no llegan a conseguir el resultado esperado. La diferenciación sexual en el caso de la evolución del hombre podría ser algo equivalente a los programas de ordenador que incorporan trabajo de muchos programadores y necesitan reglas de desarrollo y compatibilidad.

Es posible que exista la copia de seguridad íntegra o casi íntegra del genoma aludida en el párrafo anterior, pero no es estrictamente necesario para nuestros planteamientos; en principio nada impide que cuando se realice una modificación al código genético se pueda incorporar manteniendo, al mismo tiempo, el código anterior. Pero en funciones altamente interdependientes probablemente no se disponga de tanta flexibilidad en el desarrollo del nuevo ser vivo.

Sin duda, el avance científico de la biología y de la genética tendrá la última palabra respecto a las funciones de garantía y seguridad en la evolución del hombre y de los seres vivos complejos; aunque, como siempre seguramente existirán los dos métodos comentados y algunos más, teniendo en cuenta la enorme casuística presente en la naturaleza.

LA ESPECIACIÓN

La especiación o lo que es lo mismo, la formación de nuevas especies, se puede

considerar como el proceso evolutivo por el que algunas poblaciones de una especie se diferencian estableciendo barreras de flujo genético consecuencia del desarrollo de mecanismos de aislamiento reproductivo (imposibilidad de dar descendencia fértil).

Para entender que es la especiación, hay que definir primero “especie”. Aunque el concepto de especie es básico dentro de la biología, no hay todavía un claro consenso para su definición. La definición más generalizada es que las especies son poblaciones naturales, que comparten una serie de rasgos distintivos, que son capaces de reproducirse entre si de forma efectiva o potencial, y que evolucionan de forma separada.



El proceso de la especiación es de suma importancia para explicar la diversidad de especies actual. Se pueden distinguir tres tipos básicos de especiación: la especiación alopátrica, la parapátrica y la simpátrica.

Especiación alopátrica

También llamada especiación geográfica. Es el mecanismo de especiación que cuenta con un mayor número de ejemplos documentados. Consiste en la

separación geográfica de poblaciones que comparten un acervo genético común, de tal forma que se lleguen a producir dos o más poblaciones geográficas aisladas que, sometidas a las peculiares condiciones ambientales del sector geográfico ocupado, han evolucionado independientemente hasta generar nuevas especies.

La separación entre poblaciones puede ser debida a migración, a extinción de las poblaciones situadas en posiciones geográficas intermedias, o mediada por sucesos geológicos. La barrera puede ser geográfica o ecológica, como por ejemplo cumbres que separan valles en las cordilleras, continentes que se separan o zonas desérticas que separan zonas húmedas. Este tipo, muy adecuado para generar el aislamiento reproductivo de especies muy móviles, parece ser el mecanismo de especiación más extendido entre los vertebrados.

Especiación parapátrica

Seria similar a la especiación alopátrica. Sin embargo, la especiación se produce sin una separación geográfica completa de las poblaciones. De hecho la especie “hija” puede compartir parte del rango de distribución con la especie “madre” e hibridar en las zonas de contacto. Las poblaciones suelen divergir debido tanto a factores aleatorios como a la selección local. Este proceso suele darse en animales muy poco móviles (no migran u ocupan áreas muy reducidas) o que tienden a vivir en grupos cerrados, lo que provoca que las poblaciones de los extremos del rango de distribución de la especie apenas tengan flujo genético entre ellas.

Especiación simpátrica

Este tipo de especiación implica la divergencia de algunas poblaciones hasta conseguir independencia evolutiva dentro de un mismo espacio geográfico. Habitualmente conlleva que las nuevas poblaciones utilicen nichos ecológicos

diferentes, dentro del rango de distribución de la especie ancestral, por tanto, la divergencia en simpatría, suele estar impulsada por la especialización ecológica en algunas poblaciones. El aislamiento reproductor en este proceso puede surgir como consecuencia de la colonización y explotación de nuevos hábitat por individuos genéticamente diferenciados por mutaciones cromosómicas.

Como hemos visto todos los tipos de especiación tienen un requisito, que es el impedimento al flujo genético entre poblaciones. El aislamiento reproductivo puede estar producido por diversos tipos de barreras reproductivas que se pueden catalogar básicamente en prezigóticas y postzigóticas, dependiendo de en que momento actúen. Las barreras prezigóticas implican impedimentos para la formación de cigotos. Las barreras postzigóticas resultan de todas aquellas situaciones en las que los cigotos, si llegan a adultos, tienen anulada su eficacia biológica. Este es el caso de los híbridos entre especies, los cuales no suelen ser fértiles.

Dentro de las barreras prezigóticas tenemos todas aquellas situaciones que implican que dos especies no puedan aparearse, como pueden ser el aislamiento por diferenciación de hábitat o recursos y el aislamiento etológico.

Pero ¿qué causa la divergencia entre poblaciones y la aparición de nuevas especies? En principio la separación entre poblaciones debido a los mecanismos de aislamiento puede aparecer en cualquier situación poblacional. Como hemos visto, esta separación puede ser tanto geográfica, como etológica o ecológica. Tanto la deriva genética, como la selección natural o la mutación pueden causar esta divergencia.

La deriva genética suele darse en los eventos de colonización de nuevos hábitats, donde suelen estar implicados un número reducido de individuos, lo que supone una proporción muy pequeña de la diversidad genética de la especie original.

Como en estos individuos no están representados todos los alelos existentes en la población original, estas situaciones suelen conducir a una rápida diferenciación con respecto a la población original. A esto se le ha llamado “efecto fundador” y puede ser un factor importante en la especiación alopátrica.

La divergencia necesaria para producir independencia evolutiva también puede estar impulsada por la selección natural, la cual puede estar implicada en todos los tipos de especiación, con especial preponderancia en la especiación alopátrica y simpátrica. Cuando las poblaciones quedan separadas geográficamente se dan las condiciones para que la adaptación al ambiente pueda seguir un curso diferente en cada población, implicando así la modificación de distintos genes. Pero también la evitación de la competencia por un recurso, la explotación de nuevos recursos, el evitar parásitos o competidores interespecíficos, etc..., pueden ser el motor de la divergencia y posterior especiación, sin que para ello tenga que haber una separación geográfica clara; es suficiente con una separación ecológica.

Por último, la aparición de mutaciones comunes a un grupo de individuos como las reordenaciones cromosómicas o los elementos genéticos egoístas, también pueden estar involucrados en el desarrollo de aislamiento reproductivo entre poblaciones.

Todavía hay grandes lagunas en el conocimiento de la especiación, como saber cuanta especiación es causada por deriva genética y mutación, y cuanta se debe a los procesos de adaptación al medio. Además, se conoce muy poco de la arquitectura genética que, por ejemplo, causa la inviabilidad de los híbridos. Aunque la imagen clásica de que las especies surgen como el subproducto de la evolución de poblaciones en alopatria sigue siendo dominante, otros tipos de especiación como la simpátrica, pueden llegar a adquirir más importancia según se analizan más datos que nos brinda la naturaleza.

RESUMEN

La *Teoría General de la Evolución Condicionada de la Vida* se ha dividido en cuatro puntos principales. En primer lugar esta breve descripción sobre genética y evolución; en segundo lugar, el relativo a los objetivos de la vida, que contiene la argumentación fundamental de carácter lógico de por qué y cómo se desarrolla la evolución de los seres vivos, existen mecanismos bioquímicos que dan lugar a procesos aleatorios en la naturaleza, para mí esto es lo relevante en *teoría de la evolución*, es decir, su funcionalidad y no el juego molecular en que consiste un mecanismo concreto, que sería más propio de un curso de química, de biología molecular o ingeniería genética. También se podría adoptar el criterio contrario, pero pienso que complicaría de forma innecesaria una materia ya de por sí compleja. La virtud principal de esta aproximación a la *genética evolutiva* y a la *teoría de la evolución* es el permitir a cualquier persona, de cultura media, seguir la argumentación sin más problema que el derivado de los propios razonamientos. La evolución del hombre en particular nos ayuda a una mejor comprensión general de la evolución de la vida.

Garantía y seguridad en la evolución de los seres vivos. En la *evolución biológica del hombre* y, seguramente, en todo tipo de vida y de sistemas de impulso vital nos encontraremos el concepto clásico de la supremacía de la especie o del sistema sobre el individuo o elemento individual. En otras palabras, la continuidad de la especie prevalece sobre la del individuo. Este condicionamiento vital, justificado por la necesidad de garantizar y perpetuar la especie, explica el comportamiento extraño de muchos seres vivos que pueden llegar incluso a suicidarse para servir de alimento de las crías en sus momentos iniciales. En genética, la seguridad total de la viabilidad de las modificaciones incorporadas al genoma no siempre es necesaria. Algunas veces será suficiente con un elevado grado de confianza; sin embargo, si la variación genética afecta a una de las funciones complejas y vitales del nuevo ser, sería interesante poder conseguir la seguridad absoluta.

En la evolución biológica del hombre y cualquier ser vivo con diferenciación sexual, el hecho de tener dos fuentes de información genética a la hora de desarrollar el ser vivo nos plantea en el apartado "*mejora de la eficacia*" el problema de cómo decidir que fuente utilizar en cada caso. La necesidad de garantía nos ofrece una explicación coherente. La viabilidad del nuevo ser con modificaciones genéticas se puede conseguir si se dispone de una copia de seguridad del genoma que se pueda utilizar en caso de fallo de las nuevas modificaciones. Por lo tanto una de las funciones principales de la *diferenciación sexual* podría ser el hecho de que uno de los sexos aporte una copia intacta de su paquete genético. No deja de ser curioso el hecho de que en muchas especies, los óvulos femeninos se formen completa y definitivamente en los momentos relativamente iniciales del desarrollo de los individuos mientras que en el sexo masculino no ocurre lo mismo.

Sin duda, el avance científico de la biología y de la genética tendrá la última palabra respecto a las funciones de garantía y seguridad en la evolución del hombre y de los seres vivos complejos; aunque, como siempre seguramente existirán los dos métodos comentados y algunos más, teniendo en cuenta la enorme casuística presente en la naturaleza.

La especiación: lo que es lo mismo, la formación de nuevas especies, se puede considerar como el proceso evolutivo por el que algunas poblaciones de una especie se diferencian estableciendo barreras de flujo genético consecuencia del desarrollo de mecanismos de aislamiento reproductivo (imposibilidad de dar descendencia fértil). Para entender que es la especiación, hay que definir primero "especie". Aunque el concepto de especie es básico dentro de la biología, no hay todavía un claro consenso para su definición. La definición más generalizada es que las especies son poblaciones naturales, que comparten una serie de rasgos distintivos, que son capaces de reproducirse entre si de forma efectiva o potencial, y que evolucionan de forma separada. El proceso de la especiación es de suma importancia para explicar la diversidad de especies actual. Se pueden distinguir

tres tipos básicos de especiación: la especiación alopátrica, la parapátrica y la simpátrica.

Especiación alopátrica

También llamada especiación geográfica. Es el mecanismo de especiación que cuenta con un mayor número de ejemplos documentados. Consiste en la separación geográfica de poblaciones que comparten un acervo genético común, de tal forma que se lleguen a producir dos o más poblaciones geográficas aisladas que, sometidas a las peculiares condiciones ambientales del sector geográfico ocupado, han evolucionado independientemente hasta generar nuevas especies. La separación entre poblaciones puede ser debida a migración, a extinción de las poblaciones situadas en posiciones geográficas intermedias, o mediada por sucesos geológicos. Este tipo, muy adecuado para generar el aislamiento reproductivo de especies muy móviles, parece ser el mecanismo de especiación más extendido entre los vertebrados.

Especiación parapátrica. Sería similar a la especiación alopátrica. Sin embargo, la especiación se produce sin una separación geográfica completa de las poblaciones. De hecho la especie "hija" puede compartir parte del rango de distribución con la especie "madre" e hibridar en las zonas de contacto. Las poblaciones suelen divergir debido tanto a factores aleatorios como a la selección local. Este proceso suele darse en animales muy poco móviles (no migran u ocupan áreas muy reducidas) o que tienden a vivir en grupos cerrados, lo que provoca que las poblaciones de los extremos del rango de distribución de la especie apenas tengan flujo genético entre ellas.

Especiación simpátrica. Este tipo de especiación implica la divergencia de algunas poblaciones hasta conseguir independencia evolutiva dentro de un mismo espacio

geográfico. Habitualmente conlleva que las nuevas poblaciones utilicen nichos ecológicos diferentes, dentro del rango de distribución de la especie ancestral, por tanto, la divergencia en simpatria, suele estar impulsada por la especialización ecológica en algunas poblaciones. El aislamiento reproductor en este proceso puede surgir como consecuencia de la colonización y explotación de nuevos hábitat por individuos genéticamente diferenciados por mutaciones cromosómicas. Dentro de las barreras prezigóticas tenemos todas aquellas situaciones que implican que dos especies no puedan aparearse, como pueden ser el aislamiento por diferenciación de hábitat o recursos y el aislamiento etológico.

Todavía hay grandes lagunas en el conocimiento de la especiación, como saber cuanta especiación es causada por deriva genética y mutación, y cuanta se debe a los procesos de adaptación al medio. Además, se conoce muy poco de la arquitectura genética que, por ejemplo, causa la inviabilidad de los híbridos. Aunque la imagen clásica de que las especies surgen como el subproducto de la evolución de poblaciones en alopatria sigue siendo dominante, otros tipos de especiación como la simpátrica, pueden llegar a adquirir más importancia según se analizan más datos que nos brinda la naturaleza.

ACTIVIDADES

Visita: <http://www.teledocumentales.com/como-empez-la-vida/> , e identifica las diversas evidencias de evolución, y busca otro video que hable acerca de la evolución de la vida.

BIBLIOGRAFÍA

Lira, G. I; Ponce, S. M; y López, V, M. L. (2003). Biología II Diversidad, continuidad e interacción. Edit. Esfinge. México

<http://www.bioinformatica.uab.es/divulgacio/evol.html>

<http://www.molwick.com/es/evolucion/141-evolucionhombre.html#texto>

<http://www.nodo50.org/arevolucionaria/masarticulos/marzo2003/especiacion.htm>

<http://www.teledocumentales.com/como-empez-la-vida/>