
SOBRE UNA NUEVA PROPUESTA DEL PROCESO EVOLUTIVO

On a New Proposal of the Evolutionary Process

LUIS ALVARO CADENA MONROY¹, Ph. D., Ciencias.

²Docente investigador, Departamento de Bioética,

Universidad El Bosque. Bogotá D.C., Colombia. Miembro
del Grupo de Investigación: "Bioética, ciencias de la vida".

l_a_cadena_m@yahoo.es

Presentado 5 de octubre de 2009, aceptado 10 noviembre de 2009, correcciones 25 de mayo de 2010.

RESUMEN

Se mencionan algunas debilidades de tres propuestas alrededor del proceso de evolución de los organismos: gradualismo, neutralismo y equilibrio puntuado. Aunque dos de ellas hacen referencia a tasas de cambio, y la otra (neutralismo) se refiere a la ausencia de la selección a nivel microscópico, se toman estas tres propuestas debido a la relevancia que tienen en el contexto de la bibliografía sobre la evolución. Se hace una propuesta en la que se busca integrar estos puntos de vista, resolviendo las debilidades de cada propuesta. Para ello, se sugiere que el proceso evolutivo fundamentalmente tiene dos etapas: en la primera etapa, los organismos crean sus nichos ecológicos. En este período, la iniciativa selectiva es de los organismos ("selección invertida"). Posteriormente, el proceso puede invertirse, y será el nuevo nicho el que seleccione las variantes de los organismos que se le adaptan ("selección normal"). Este último proceso será posible, solamente si la "selección invertida" puede inscribirse en una tendencia de cambio evolutivo más general. Se discuten dos ejemplos en que se aplica la noción de "selección invertida": el origen de los cordados y la evolución hacia el *Homo sapiens*.

Palabras clave: selección, dirección selectiva, desarrollo jerárquico, creación del nicho.

ABSTRACT

Some pitfalls of three currently accepted evolutionary approaches are discussed: gradualism, neutralism and punctuated equilibrium. Though two of them refer to change rates, and the other one (neutralism) refers to the absence of selection at the microscopic level, these three proposals are considered due to the relevancy that they have in the context of the bibliography on evolution. An approach is sketched that integrates them and solves the weaknesses of each one. I suggest that the evolutionary process has two fundamental phases. In the first one, organisms create their ecological niche. This is a period of "reverse selection"; in which organism have the initiative. Later, a second phase of "normal selection" is set up, and it is the newly created niche that selects among variant organisms (normal selection). This latter process is possible, only if the period of "reversed selection" can be framed into a more general trend of evolutionary change. I discuss two proposals in which the notion of "reverse selection" is applied: the evolutionary origin of chordata and the evolution towards *Homo sapiens*.

Key words: selection, selective direction, hierarchical development, niche formation.

CRÍTICAS A TRES PROPUESTAS SOBRE LA EVOLUCIÓN

En la actualidad hay varias propuestas alrededor del proceso de evolución de los organismos. Nos vamos a centrar en tres propuestas evolutivas. La elección de estas propuestas radica en la búsqueda de la solución de ciertas dificultades que tienen ellas (y que, además, están ampliamente difundidas en la comunidad dedicada a la evolución) me permite formular una nueva propuesta sorteando tales dificultades. En mi opinión, las tres propuestas pueden explicar una serie de procesos evolutivos importantes, sin embargo, dejan por fuera otros procesos también importantes, como se verá en cada caso. La idea no es proponer una teoría evolutiva capaz de asimilar todos los procesos evolutivos, pues, muy seguramente, caeríamos fácilmente en alguna contradicción, como se desprendería de los trabajos de Gödel; la idea es hacer una propuesta que pueda asimilar las dificultades de las tres propuestas mencionadas.

GRADUALISMO

Desde el comienzo, Darwin pensaba que el proceso evolutivo era un tipo de cambio gradual de los organismos. Según refería S. J. Gould, 1985, Darwin se inscribía con fuerza dentro del pensamiento de Linneo, según el cual "*Natura non facit saltum*", es decir, la naturaleza no da saltos, por el contrario, los cambios en la naturaleza son de tipo gradual.

Darwin sabía que el registro fósil no apoyaba su idea del cambio gradual: en el registro fósil se apreciaban cambios abruptos, cambios graduales y permanencia prolongada de estructuras morfológicas. Frente a esto, Darwin prefirió pensar que el registro fósil estaba incompleto.

A pesar de que el registro fósil en su estado actual parece indicar que se presentan tanto cambios abruptos, como cambios continuos, por lo menos a escala geológica, los gradualistas insisten en sostener que el cambio evolutivo es solamente gradual. Así por ejemplo, E. Mayr decía que

... los procesos de la evolución gradual son totalmente capaces de explicar el origen de discontinuidades, tales como nuevas especies y nuevos tipos y el origen de innovaciones evolutivas tales como las alas o los pulmones de los vertebrados... (Mayr, 1979, p. 6).

Por su parte, F. Ayala decía que

según parece, la mayoría de cambios evolutivos se producen por acumulación gradual de mutaciones ínfimas (análogas a apretar un tornillo), acompañadas por transiciones lentas en las características físicas de los individuos de la población". Más adelante sostiene explícitamente: "... la evolución es un proceso gradual..." (Ayala, F., 1979, pp.18, 28).

Pero, como han hecho ver el recientemente fallecido S. J. Gould, y Niles Eldredge, no es posible continuar pensando que todos los procesos evolutivos y, sobre todo, la especiación, sean graduales (Gould, 1989; Gould, 2002). El desconocimiento de los cambios abruptos hace que el gradualismo deje por fuera de su campo explicativo gran cantidad de eventos evolutivos. Por ejemplo, los cambios rápidos que se dieron a partir de variaciones en los genes *Hox*, y que culminaron, más o menos rápidamente, en la radiación de los animales bilaterales.

NEUTRALISMO

El neutralismo, nace de dos descubrimientos de M. Kimura: 1. dada una proteína, la tasa de cambio de un aminoácido por otro es semejante en numerosas y diversas líneas filogenéticas. 2. Las tasas de fijación de mutaciones puntuales que llevan a cambios de aminoácidos en las poblaciones, parecen ocurrir aleatoriamente, es decir, por deriva genética (Kimura, 1987).

El neutralismo considera que existen dos tipos de evolución: evolución a nivel molecular, y evolución a nivel fenotípico. Los neutralistas se ocupan de la evolución molecular y muestran, convincentemente, que cuando las proteínas no tienen mayor funcionalidad, las sustituciones de aminoácidos se dan por deriva genética. Muestran que existe un mayor polimorfismo en ambientes relativamente estables, que en ambientes difíciles y variados, en donde las presiones selectivas resultan fuertes. Es decir, a menor presión selectiva, mayor cambio evolutivo a nivel molecular.

La mayor limitación del neutralismo radica en que no se preocupa en mayor medida de la evolución fenotípica, lo cual deja por fuera de su espectro explicativo un enorme campo importante de los procesos evolutivos: los cambios morfofisiológicos adaptativos al medio ambiente.

EQUILIBRIO PUNTUADO

El equilibrio puntuado, propuesto por S. J. Gould y N. Eldredge, se centra en la resolución del problema del gradualismo mencionado, a partir de estudios del registro fósil.

La idea clave del equilibrio puntuado es la de la generación de especies en pequeñas poblaciones periféricas y aisladas. En tales casos, se generan especies nuevas y con los rasgos morfológicos característicos de la especie, lo que en tiempos geológicos puede considerarse como cambios instantáneos.

Dado que la expresión «geológicamente instantáneo» resulta imprecisa, sugiero que se defina como el uno por ciento (o menos) de la existencia posterior en estado estático. Esto da hasta 100.000 años para el origen de una especie con una duración de vida subsiguiente de 10 millones de años, aunque creo que la mayoría de los acontecimientos suceden mucho más rápidamente” (Gould, 1982, p. 122).

Las especies permanecen en una especie de equilibrio morfológico por tiempos geológicos relativamente prolongados. De esta forma, la especiación no es un proceso gradual como se piensa en el gradualismo (Gould, 1989; Gould, 2002).

El inconveniente que le veo al equilibrio puntuado es que insiste en que la iniciativa del proceso evolutivo corre por cuenta exclusiva del medio. En el planteamiento jerárquico del equilibrio puntuado, la selección opera, en un primer nivel, a través de la mortalidad diferencial de los organismos, es decir, a nivel de los organismos, la iniciativa selectiva corre por cuenta del medio. A otro nivel, la selección operaría sobre las especies por medio de tasas diferenciales de extinción, con lo cual, la iniciativa selectiva la tendría, una vez más, el medio (Gould, 1989). Con esto, tanto a nivel de los individuos, como de las especies, la iniciativa selectiva corre por cuenta del medio.

UNA NUEVA PROPUESTA DEL PROCESO EVOLUTIVO

En términos generales, se sugiere que el proceso evolutivo se presenta en dos etapas. En la primera etapa, la iniciativa del proceso corre por cuenta de los organismos; en la segunda etapa, la iniciativa corre por cuenta del medio de los organismos. A la primera etapa la llamaré períodos de “selección invertida”, en tanto que a la segunda etapa la denominaré períodos de “selección normal”. Empezaré por los períodos de “selección normal”.

PERÍODOS DE “SELECCIÓN NORMAL”

Vale la pena comenzar este apartado aclarando por qué se habla de “selección normal” en lugar de selección natural. Como veremos más adelante, la selección natural es definida por Darwin y por los neodarwinistas para los individuos; sin embargo, aquí se sostiene que la selección puede ocurrir a diferentes niveles: organismos (con lo cual coincidiría con la selección darwiniana), a nivel de grupos, y a nivel de especies. En los períodos de “selección normal”, la

iniciativa selectiva corre por cuenta del medio de los organismos (de los grupos, o de las especies). El proceso de selección de cambios morfológicos puede ser muy rápido, en términos geológicos. En parte, y a nivel de los organismos, estos cambios morfológicos rápidos pueden coincidir con los períodos de la llamada selección direccional:

... la eficacia biológica de fenotipos y de genotipos puede desplazarse, algunos en sentido positivo y otro en sentido negativo. Se dice que opera una selección natural direccional. Transforma el acervo genético de una especie o de una población al nivel más elevado de adaptación (dado el material genético disponible) que puede alcanzar en el nuevo ambiente. Además de los cambios ambientales, el origen de los genes o supergenes nuevos y favorables provoca la acción de la selección direccional, incluso si el ambiente externo permanece inalterado (Dobzhansky, 1977, p. 121).

Más tarde, o más temprano, esta selección direccional conduce, finalmente, a una estabilidad morfológica. Es, entonces, cuando, a nivel de los organismos, opera la llamada selección normalizadora “La selección natural normalizadora impide la acumulación en el acervo génico de mutantes que disminuyen la eficacia biológica” (Dobzhansky, 1977, p. 103).

No obstante, puede ocurrir, como se sugerirá, que haya una variación neutra en genes que, dentro de la estructura genética, tengan un nivel jerárquico elevado, es decir, la variabilidad neutra puede estar presente en genes que controlen grandes grupos de genes, como en el caso de los genes *Hox*. Si este es el caso, entonces, y si se configuran distintos nichos ecológicos –como se verá con la propuesta de la “selección invertida”– se podrá presentar un proceso de diversificación. Es lo que en el neodarwinismo se conoce como selección disruptiva o diversificadora (Dobzhansky, 1977).

En los períodos de “selección normal”, por lo menos a nivel de los organismos, es que se verifica la selección darwiniana. En palabras de Darwin, “A esta conservación de las variaciones y diferencias individualmente favorables y la destrucción de las que son perjudiciales, la he llamado selección natural o supervivencia de los más aptos” (Darwin, 1983, p. 186). Sin embargo, como se ha mencionado ya, la idea de la “selección normal” no se refiere únicamente a los organismos, sino que se refiere también a grupos (selección de grupos), y se refiere a especies (selección de especies). En esta medida, la “selección normal” no coincide de la selección natural darwiniana. Solo en un caso coinciden: cuando la selección ocurre a nivel de los organismos. Debido a este caso particular es que decidimos llamarla “selección normal”: porque (en este caso de los individuos) es el tipo de proceso que se le llama normalmente selección.

Cuando los organismos alcanzan los mencionados períodos de estabilidad morfológica, las presiones selectivas se van relajando. Esta fase de calma evolutiva a nivel macroscópico abre la puerta, como lo había predicho el neutralismo, a la proliferación de las variantes neutras las cuales se extienden dentro de la población, generando una gran variabilidad microscópica. Junto con esta variabilidad van apareciendo variantes fenotípicas, no muy conspicuas, que no presentan una mayor o menor eficacia reproductiva con relación al fenotipo típico. Desde el punto de vista de las presiones selectivas, todos estos individuos, muy diferentes a nivel microscópico y ligeramente diferentes a nivel fenotípico, aparecerán como similares.

PERÍODOS DE “SELECCIÓN INVERTIDA”

El neodarwinismo y el equilibrio puntuado sostienen que es el medio el que tiene la iniciativa selectiva: él selecciona, de entre el conjunto de variantes percibidas por la presión selectiva, aquellas que mejor se le adaptan.

Si nos referimos al proceso de adaptación de los organismos a su nicho ecológico, entonces, y desde el punto de vista del neodarwinismo y del equilibrio puntuado, el nicho ecológico presenta

una existencia independiente del organismo. Desde esta perspectiva, a lo más que pueden llegar los organismos con relación a su medio ambiente es a transformarlo mediante su actividad.

Sin embargo, adaptarse al nicho, o transformarlo por la actividad, dista mucho, como se verá, de crearlo. La sugerencia que he venido haciendo desde hace varios años (Cadena, 1990; Cadena, 1994; Cadena, 1995; Cadena, 2006) es que los organismos, en ciertos períodos, crean su medio ambiente y, más específicamente, sus nichos ecológicos. “En estos períodos, –relativamente cortos con relación a los períodos de “selección normal”–, los organismos crean, configuran, delimitan, seleccionan y sustituyen su medio ambiente (nicho ecológico). A estos períodos los he denominado períodos de “selección invertida”, debido a que la iniciativa selectiva corre por cuenta de los organismos” (Cadena, 2006, p. 138).

La idea central es la siguiente: el nicho ecológico no existe independientemente de los organismos del cual son su nicho. En ciertos períodos, –que coinciden con la existencia, en los organismos, de una gran variabilidad microscópica neutra, y una cierta variabilidad fenotípica, imperceptibles ambas para la selección–, los organismos dejan de interactuar con todos los elementos del nicho ecológico (llámesele organismos de otras poblaciones específicas y elementos no vivos) con el cual habían estado relacionados hasta ese momento, y pasan a interactuar con algunos de esos antiguos elementos y, sobre todo, con nuevos elementos del entorno. Esta interacción del organismo con antiguos y nuevos elementos del entorno genera, a su turno, una interacción dinámica entre todos esos elementos con los que el organismo interactúa. Es en ese sentido que se dice que el organismo crea su nicho ecológico: aquellos elementos (vivos y no vivos) del medio que hasta ese momento habían permanecido parcial o totalmente independientes, pasan a formar una unidad dinámica totalmente nueva, gracias al organismo mencionado. Esa unidad dinámica debe tomarse en el sentido de lo que se conoce como sistema dinámico, es decir, un sistema en el cual sus elementos interactúan por medio de procesos de realimentación (Aracil y Gordillo, 2003). Margalef (Margalef, 1981; Margalef, 1982) fue el primero en sugerir que ciertas interacciones ecológicas podían ser interpretadas como realimentación negativa (depredador-presa), o como realimentación positiva (competencia). Por mi parte, sugerí que todas las interacciones ecológicas podían ser interpretadas como relaciones de realimentación, algunas como positivas, otras como negativas (Cadena, 1990; Cadena, 2009).

En los períodos de “selección normal”, como se mencionó, las presiones de selección se relajan permitiendo que se extienda una gran variabilidad microscópica en la población. Una vez que el organismo (el grupo o la especie) ha alcanzado un alto nivel de adaptación, ya no hay mayor variabilidad relacionada con las presiones selectivas. El fenotipo adaptado a las presiones selectivas se estabiliza. No obstante, silenciosamente, van apareciendo variantes fenotípicas imperceptibles para las presiones selectivas. Es decir, y con el tiempo, las presiones selectivas se relajan (en el sentido de que se alcanza un fenotipo general estable), aunque no desaparecen. En estos períodos, se extienden en las poblaciones, variantes microscópicas neutras, y variantes fenotípicas no percibidas por las presiones selectivas.

En los animales, podrían presentarse variaciones etológicas leves que permiten cambiarle el rumbo a la evolución. Al respecto, decía E. Mayr:

... se ha demostrado que a menudo –o quizá siempre– la conducta es el marcapasos de la evolución. Un cambio en el comportamiento, la selección de un nuevo hábitat o fuente alimentaria, por ejemplo, desencadena nuevas presiones selectivas y puede conducir a importantes cambios adaptativos (Mayr, 1979, p. 12).

Los períodos de “selección invertida” toman el camino de los dos tipos de variabilidades mencionados (la variabilidad microscópica, y la variabilidad fenotípica). De todo el conjunto de

variantes (microscópicas y fenotípicas), se sugiere, se pueden formar diferentes subconjuntos de variantes neutras y variantes fenotípicas (entre ellas, las etológicas). Cada uno de estos subconjuntos puede, por sí mismo, implicar un medio posible, o un nicho posible. En la medida en que cada uno de estos subconjuntos implica un nicho posible, entonces, podemos llamar a cada subconjunto, junto con el posible nicho, una “selección invertida”.

Si pensamos en el caso de la especiación simpátrica, diríamos que el antiguo nicho ecológico (o medio) compite con el nuevo nicho ecológico (o medio) para atraer hacia sí los organismos. Es la antigua especie quien le dio unidad y creó su nicho ecológico. Es la especie incipiente la que le está confiando la unidad al nuevo nicho ecológico. Sin estas especies, cada nicho ecológico pierde su unidad y puede disolverse. En consecuencia, a los nichos (el ya creado y estable, y el nuevo) les es indispensable la especie que les da su unidad. En este sentido, se afirma que el antiguo y el nuevo nicho ecológico compiten por mantener o atraer parte o toda la población: ella constituye la garantía de su supervivencia como nicho. Por otro lado, y si la “selección invertida” logra inscribirse en un proceso de “selección normal” más general, entonces, el nicho se crea y configura, y se genera una nueva (o nuevas) presión(es) de selección. El nuevo nicho (o medio) atrae hacia sí una porción de la población caracterizada por su variabilidad microscópica y fenotípica (leve, esta última), invirtiendo el proceso de selección: entonces y ahora, es el nuevo nicho, o medio, el que pasa a ser el agente de selección. Este nuevo nicho percibirá las diferencias entre las variantes microscópicas y las variantes menores fenotípicas, y generará un proceso de “selección normal” relativamente rápido: el cambio en el organismo es abrupto y seguirá una pauta jerárquica: se van seleccionando los cambios más generales y, luego, se pasará a seleccionar los cambios de menor calibre que permiten que el nuevo organismo se adapte al nuevo medio o nicho ecológico. Posterior, y rápidamente (en tiempos geológicos, que podrían ser considerados como instantáneos), se alcanza el período de estabilidad. Se habrá formado una nueva especie totalmente estructurada. A este punto se llega cuando se agota lo fundamental de la variabilidad microscópica y de la variabilidad fenotípica leve e inicial.

De otra parte, y como no existen nichos intermedios, tampoco existirán especies intermedias, existen especies adaptadas a su nicho o medio. Posteriormente, vendrán los pequeños ajustes adaptativos del organismo al nicho o medio, hasta agotar la variabilidad. Una vez que se agota la variabilidad microscópica (genética) y fenotípica menor relacionada con la serie de cambios, entonces, la selección comienza, de nuevo a relajarse (pues ya no tiene de dónde seleccionar más posibilidades), y empieza a surgir una nueva variabilidad microscópica, y fenotípica leve, que no logra ser percibida por la(s) presión(es) selectiva(s) actual(es). Con esto, se habrá completado un nuevo ciclo evolutivo.

Vale la pena resaltar que, en todo lo anteriormente referido, hay tanto procesos de azar como de necesidad (con los elementos de los procesos diferentes a los sugeridos por Monod, 1977; para él, la mutación es el proceso aleatorio, y la selección de la mutación es el proceso necesario): los diversos subconjuntos de variantes microscópicas neutras y fenotípicas surgen independientemente de las presiones de selección que hasta ese momento habían “gobernado” a ese tipo de organismos, o de otro tipo de presión de selección más general; este es el proceso de azar. Por otro lado, el proceso de inscripción en una selección más general es el proceso necesario: de todos los conjuntos de variantes, la “selección normal” general y amplia, toma la “selección invertida” que puede inscribirse.

La propuesta presentada indicaría que el proceso evolutivo es profundamente jerárquico, y que no tiene un único nivel de selección: el de los organismos o, en el peor de los casos, como llegó a afirmar en su tiempo Dawkins, 1986, el de los genes. Por el contrario, es posible pensar la evolución a nivel de los organismos, o a nivel de las poblaciones, o a nivel de las especies, etc.

Con esto, el proceso evolutivo aparecerá ante nuestros ojos como más rico y lleno de posibilidades, que un proceso plano de un único nivel de selección.

PROPUESTAS SEMEJANTES A LA “SELECCIÓN INVERTIDA”

1. R. Lewontin. Desde hace varios años Lewontin llegó a decir algo que (a primera vista) suena muy semejante a lo aquí sugerido mediante el concepto de “selección invertida”. Decía Lewontin, 1979:

Los organismos no sufren el ambiente de manera pasiva, sino que crean y definen el medio en el que habitan. Los árboles reconstruyen el suelo en donde crecen dejando caer hojas y hundiendo sus raíces. Los animales pacedores cambian la composición, en lo que a especies se refiere, de las hierbas de que se alimentan, de tres maneras: por cosecha de las mismas, por deposición de excrementos fertilizantes y por alterar físicamente el terreno. Hay una interacción constante entre el organismo y el medio; por lo cual, aunque la selección natural puede estar adaptando al organismo a una serie concreta de circunstancias ambientales, la evolución del propio organismo cambia dichas circunstancias. Finalmente, los mismos organismos determinan qué factores externos formarán parte de su nicho mediante sus propias actividades. Al construir su nido, el febe hace que la disponibilidad de hierba seca sea parte importante de su nicho, determinando al mismo tiempo que el nido constituya un elemento del nicho (Lewontin, 1979, p. 143).

Lewontin afirma que en la medida en que el organismo evoluciona (se adapta a ciertas circunstancias externas concretas), va transformando constantemente las mismas circunstancias.

La afirmación de Lewontin puede ser paradójica. Esquematizándola, quedaría de la siguiente manera: A se adapta a B; pero A cambia a B hasta B₁. Lo que indicaría que A se estaría adaptando, primero a B, luego debería adaptarse a B₁, luego a B₂, y así sucesivamente. A debería estar, cambiando constantemente durante su existencia en la tierra, lo mismo que B. Y esto debería reflejarse en el registro fósil. Todos los organismos tipo A, como todos los organismos tipo B (lo que, de una u otra forma, obligaría a incluir a todos los organismos de todos los ecosistemas en el curso de la evolución de la vida), deberían cambiar constantemente de manera continua y gradual. Sin embargo, en el registro fósil no aparece una permanente sucesión de cambios de todos los organismos. Algo debe estar fallando en esta propuesta de Lewontin, y es algo que se pretende resolver aquí mediante la propuesta de la “selección normal” y de la “selección invertida”.

Veamos esto en mayor detalle: en un comienzo, los organismos crean su nicho ecológico (“selección invertida”); posteriormente, el proceso se invierte y el nicho recién creado es el que pasa a seleccionar los organismos que se le adaptan, es decir, se pasa a un proceso de “selección normal”: hay una alternancia temporal (diacrónica) entre la “selección invertida” y la “selección normal”. Por otro lado, podríamos hablar de una alternancia sincrónica: a un mismo tiempo, una “selección invertida” debe poder inscribirse en una “selección normal” más amplia o general que la “selección invertida”. Es en este doble sentido que se reafirma que hay una alternancia entre “selección invertida” y “selección normal”. Tanto diacrónica, como sincrónicamente, hay una alternancia entre los dos tipos de selección, es decir, no se propone una coevolución entre el organismo y su nicho; no se propone que los organismos, simplemente, transforman las circunstancias del medio (que, una vez transformadas, seleccionarán a los organismos).

Esta alternancia entre los dos tipos de selección, debería implicar, en el registro fósil, cambios abruptos en la morfología de los organismos, seguidos de períodos de estabilidad estructural; y esto es lo que se observa en el registro fósil, y esto nos evita tener que recurrir al argumento de Darwin, según el cual el registro fósil está incompleto. La propuesta de la “selección invertida”,

junto con lo que hoy parece decir el registro fósil, haría que afirmaciones del tipo de que los organismos cambian constantemente sus nichos ecológicos durante toda su existencia no tenga un asidero: los organismos estarían cambiando constante y gradualmente durante toda su existencia.

2. **Construcción del nicho.** Odling-Smee *et al.*, 2003, en su libro *Niche Construction: The neglected process in evolution* afirman que debido a las acciones de los organismos, el ambiente puede ser percibido como cambiante y coevolucionando con los organismos, seleccionandolos.

En una primera instancia, parecieran que están diciendo algo semejante a lo dicho por Lewontin, sin embargo, ellos van más allá. Ellos sostienen que:

...in order for niche construction to be a significant evolutionary process, it is not sufficient for niche-constructing organisms to modify one or more natural selection pressures in their local environments temporarily, because whatever selection pressures they do modify must also persist in their modified form for long enough, and with enough local consistency, to be able to have an evolutionary effect (p. 8).

Es necesario resaltar dos puntos de la construcción del nicho en la teoría evolutiva: 1. Se le entrega iniciativa a los organismos en la construcción de su nicho. 2. Esa construcción no es continua y gradual, sino que se efectúa en un tiempo relativamente corto con relación a la persistencia evolutiva del nicho ecológico.

Aunque pareciera que se está diciendo lo mismo que se dice con la propuesta de la “selección invertida”, es necesario mostrar algunas diferencias y mostrar cómo el argumento de la “selección invertida” va más allá de la construcción del nicho. La propuesta de la “selección invertida” la “construí” cuando era estudiante de biología y me estaba preparando para presentarla como mi trabajo de grado en 1990.

Veamos, ahora, los rasgos de la “selección invertida” que la diferencian de la propuesta de la construcción del nicho.

- 1.º La “selección invertida” está ligada con el proceso de origen, no solo de un nicho, sino de una nueva especie, la especie que corresponderá al nuevo nicho.
- 2.º En la propuesta de la “selección invertida” se parte de una población con una gran variabilidad genética neutra, y con una posible variabilidad fenotípica menor, que garantiza la sucesión jerárquica de cambios –en los individuos de la población– que podrían desencadenarse si la “selección invertida” tiene éxito. Esto implica que la teoría del neutralismo tiene algo que decir en estos períodos de transición.
- 3.º La “selección invertida” debe poder inscribirse en una tendencia de cambio por “selección normal” más general para poder tener éxito. No basta ni que haya una “selección invertida”, ni que se construya un nicho. Eso, por sí solo, no garantiza la “supervivencia” del grupo. La “selección invertida” se hace exitosa debido a que puede inscribirse dentro de una “selección normal” más general.
- 4.º La necesidad de que la “selección invertida” se inscriba en una “selección normal” implica que el proceso evolutivo tiene una naturaleza profundamente jerárquica, y no un solo nivel como lo pretende el neodarwinismo (el de los organismos o, en el peor de los casos, el de los genes como afirma R. Dawkins, 1986), y como se desprendería de los trabajos de los autores del libro construcción del nicho.

MAYNARD SMITH Y LA PROPUESTA

Maynard Smith, 1984, reporta cómo se fueron sucediendo los cambios evolutivos que llevaron de los ancestros a los actuales caballos, cebras y asnos. Después de una cuidadosa

descripción anatómica de los cambios fundamentales que se fueron presentando, llegó a las siguientes conclusiones:

Los cambios no se sucedieron gradual y continuamente. Una vez que se alcanzaba el cambio, la transición era muy rápida, tal vez debido a que los estados intermedios no resultaban muy eficaces. Luego venía un período de estabilidad de las estructuras. El punto inicial de toda esta sucesión de cambios residió en el cambio del hábitos de comer hojas al de comer hierbas.

La dirección del cambio evolutivo se ve determinada no solo por el medio ambiente, sino también por la estructura existente del animal y por sus hábitos y la utilización que hace de su medio ambiente [...] Allá donde se ha producido una inversión o un cambio en la dirección de la evolución, esta revela normalmente un cambio en el entorno en el que la población vive o, tal vez más a menudo, un cambio en los métodos de explotación de su medio ambiente (p. 308-309).

Lo que dice Maynard Smith, pareciera encajar muy bien en la propuesta que aquí se hace, y parece diferir del gradualismo: inicialmente, y por medio variantes fenotípicas leves (como variaciones leves en el comportamiento: cambiar el alimento tomado), se produce una inversión de la dirección evolutiva. En estas circunstancias es que, creemos, el neutralismo tiene algo que decir: es en estos períodos que abundan las variantes microscópicas neutras (y, agregaríamos nosotros, se extienden en la población variantes fenotípicas sin diferente valor selectivo con relación al organismo “silvestre”). En estos períodos, los organismos crean su nicho ecológico. Posteriormente viene un cambio rápido, que luego tiende a estabilizarse. Para que se sucedan esta serie de cambios es necesario que se haya acumulado una gran variabilidad microscópica (junto con la variabilidad etológica, quizás adquirida ontogénicamente en un comienzo, y, posteriormente, heredable), las cuales irán permitiendo los cambios morfológicos macroscópicos, fisiológicos y etológicos adaptados al nuevo medio. Luego, y dentro de ese nuevo y primer cambio, se inscribe otro cambio más particular, y así sucesivamente de manera jerárquica: entre unos y otros cambios, el proceso se invierte y es cuando ocurre la aquí llamada “selección invertida”. Es aquella acumulación de variabilidad (genotípica, fenotípica y etológica) la que permite la sucesión de cambios evolutivos en tiempos relativamente breves. Finalmente, los sucesivos cambios, en una escala de tiempo mayor, se estabilizan, y se entra en un prolongado período de estabilidad; esto ocurre cuando se ha agotado la variabilidad relacionada con la sucesión de cambios. Con la eliminación de los organismos menos aptos, la presión selectiva se relaja, y empieza a aparecer, de nuevo, una variabilidad microscópica y fenotípica leve, imperceptible para la(s) nueva(s) presión(es) de selección.

Este ejemplo muestra las “fortalezas” y “debilidades” del gradualismo, del neutralismo y del equilibrio puntuado. El primero insiste en que el cambio debe ser gradual y continuo. El ejemplo muestra que no es así. Por otro lado, el neutralismo sostiene que no se interesa en la evolución fenotípica. Sin embargo, lo que aquí se sostiene es que es a partir de toda esa evolución de tipo neutra y microscópica (unida a las variantes fenotípicas menores) es cuando surge un nuevo fenotipo, seleccionado por el nuevo nicho recién creado: son los caballos comedores de hierba los creadores del nicho de la pradera, por medio de la “selección invertida”. El nicho no preexiste al organismo, es creado por él: al relacionar dinámicamente los elementos del entorno, decíamos más arriba, se crea el nicho. Eso fue lo que hicieron los caballos. Y eso no acierta a decir el equilibrio puntuado: no dice que los organismos crean el nicho ecológico. Este ejemplo sencillo, nos muestra que ninguna de las tres propuestas (gradualismo, neutralismo, equilibrio puntuado) puede dar cuenta de todo el proceso aquí referido. Esta propuesta pretende llenar los vacíos que dejan cada una de aquellas tres. En este ejemplo, que no lograría ser explicado, en todos sus elementos, por

ninguna de las tres propuestas referidas, es donde se puede ver las “fortalezas” de la propuesta que aquí se hace de la alternancia de la “selección invertida” y de la “selección normal”.

NEOTENIA Y LA PROPUESTA

Veamos otro ejemplo. Recordemos el paso evolutivo que culminó en los cordados. En el desarrollo de éstos, parece que se presentó el fenómeno de la neotenia. Ciertos organismos antecesores de los actuales cordados pasaban por una etapa larvaria inicial con una estructura corporal que podría asemejarse a la de un renacuajo. Posteriormente, y en la escala ontogénica, esta larva sufre transformaciones y pasa a convertirse en un organismo adulto filtrador que en nada se asemejaba a la larva anterior. En un momento dado de su evolución estos organismos se “deshicieron” de toda una serie de logros estructurales (organizados de manera aproximadamente jerárquica) del organismo adulto filtrador, y tomaron el camino de la larva, la cual halla un mecanismo para desplazarse y encontrar un lugar propicio para el adulto filtrador: una estructura relativamente rígida que recorría parte del cuerpo y permitía el fácil desplazamiento de la larva, el notocordio; esta estructura permitiría, posteriormente y entre otros, el surgimiento de los vertebrados.

La larva, -que permitía el desplazamiento para encontrar un nuevo lugar en donde asentarse para transformarse en el individuo adulto- es un organismo poco diferenciado, poco especializado, si se quiere, muy plástico (en el sentido evolutivo). Esa larva estaba destinada a originar, ontogénicamente, un organismo filtrador sésil. Sin embargo, todas sus estructuras incipientes implicaban un medio nuevo: el medio de vida definitivo para todo el ciclo de vida del organismo. Esa fase, la podemos llamar de “selección invertida”: la creación de un nuevo medio. La idea no es la de que el medio de desplazamiento existiera independientemente del organismo. Como dice Lewontin, 1979, casi podíamos dividir, teóricamente, el medio en infinitos nichos ecológicos, con lo cual la idea de nicho ecológico perdería su sentido. Eso reafirma la idea aquí presentada de que son los organismos los que crean sus nichos ecológicos. Una vez que coincidió esa “selección invertida” y el nuevo medio (nicho ecológico) para todo el ciclo de vida, el proceso se invierte, y se pasa al período de “selección normal”. La larva se deshace de toda esa superestructura filtradora del organismo adulto sésil, y se entra en una nueva forma de vida. Todos los cambios posteriores que llevarían a los vertebrados deberían inscribirse en esta tendencia de movimiento independiente, sostenido por una estructura rígida. En este ejemplo, se muestran todos los elementos de la propuesta presentada: variabilidad microscópica y fenotípica leve, “selección invertida” (inscrita en una “selección normal” más amplia), “selección normal”.

LA EVOLUCIÓN HACIA EL *Homo sapiens* Y LA PROPUESTA

Vamos a empezar con la bipedestación, que se presentó en los homínidos. Parece ser que la bipedestación tuvo como fin inicial, el permitir el paso rápido de unos árboles hacia otros árboles con mayores posibilidades de ofrecer recursos. De acuerdo a otros investigadores citados por Aguirre, 2000-2001, se encontraron restos (Kenia) de un primate hominoide o antropomorfo de hace unos seis millones de años que presentaban, además de los rasgos de adaptación bípeda, otros rasgos de tipo trepador, comunes con primates antropomorfos.

Hace aproximadamente 4,5 o 4,0 millones de años aparecieron *australopithecus* con rasgos más aproximados a los humanos, y con una función bípeda clara. Parece ser que el motor de la bipedestación fue el retroceso de la selva africana. En las praderas comenzaron a predominar las hierbas gramíneas, lo cual permitió la aparición de varios grupos de animales que se adaptaron al consumo de hierba. En tanto, y más arriba de la selva replegada, se encontraban los homínidos que tenían que bajar las laderas para conseguir recursos, entre ellos, el agua. Subían con manos y brazos cargados de provisiones (Aguirre, 2000-2001).

El caso de la bipedestación recuerda el paso evolutivo que culminó en los cordados. De forma análoga, el mecanismo de la bipedestación, que en un principio permitía el rápido paso de unos árboles a otros, permitiría, posteriormente, desembarazarse de todo el conjunto de adaptaciones específicas a la vida arborícola, y abriría el paso para la adaptación al ambiente de la sabana, con todas las consecuencias que esto implicaría en un futuro. En este caso, como en el caso de los cordados, la bipedestación implicaba creativamente un nuevo nicho ecológico: ese es el comienzo de una de las mayores selecciones invertidas que llevaron al actual *Homo sapiens*. El nuevo nicho ecológico (la sabana) era inexistente para los homínidos adaptados a la vida arborícola, y que utilizaban la bipedestación no más que para los pasos de un árbol a otro. Sin embargo, el nuevo nicho, estaba implícito en ese comportamiento tan poco estructurado como el de bipedestación incipiente.

Hace unos tres millones de años, volvió a retroceder la selva, con la consecuente expansión de las sabanas en África. Trescientos o quinientos mil años más acá (es decir, hace unos dos y medio millones de años) se presentó aridez y frío en África. Este endurecimiento de las condiciones coincidió con el aumento de las funciones cerebrales. Según algunos autores, hay que buscar la causa más inmediata en los aumentos de la capacidad cerebral, en el mayor consumo de carne: ésta proveía excedentes a la cantidad de elementos y energía que eran necesarios hasta entonces para cubrir las funciones vitales. Esos excedentes fueron utilizados en el aumento de la capacidad cerebral. Entonces, el retroceso de la selva obligó a un cambio de dieta (el predominio de la carne), con el consecuente aumento cerebral (Aguirre, 2000-2001). Quien lleva estas innovaciones a su máxima expresión, es el nuevo género *Homo*. Por supuesto, el desarrollo cerebral no estuvo asociado, en un comienzo, a la construcción de herramientas. En esta época, no se fabricaban herramientas, solo se utilizaban como herramientas (si las podemos llamar así) objetos que se encontraban en el ambiente. Así de nuevo, este desarrollo cerebral precede a las que vendrían a ser sus posteriores y nuevas funciones. De nuevo, es una “selección invertida”, que implicaba todo un mundo de posibilidades nuevas, no explotadas en el momento de la aparición del desarrollo cerebral.

Aparecería el *Homo habilis* (hace unos dos y medio millones de años), que desarrolló en buena medida las técnicas de construcción de herramientas. Con él, el desarrollo cerebral se puso a tono con la fabricación de herramientas. Posteriormente, aparecerían los ancestros del Hombre de Neandertal, y del actual *Homo sapiens*.

Según Tattershall, 2006, la capacidad simbólica y sus correlatos anatómicos tuvieron un origen simultáneo con el del *Homo sapiens* moderno hace unos 160 o 195.000 años en Etiopía. Esta capacidad simbólica no fue utilizada de manera extensiva por decenas de miles de años. Pudo haber sido utilizada en la cacería, pero esta actividad no demandaba un desarrollo profundo del simbolismo. Relativamente, se necesitaban pocos símbolos para tal actividad. Parece ser que, más bien, y como lo sostiene I. Tattershall, la capacidad simbólica tuvo un desarrollo explosivo hace unos 40 o 50.000 años.

Sugerí (Cadena, 2007), que al tiempo con el origen de la capacidad simbólica innata, hace unos 160 o 195.000 años, se originaron otras dos capacidades innatas: la capacidad de poder adquirir por la vía cultural una moral específica, y la capacidad para adquirir alguna forma específica de exclusión de miembros que no fueran aceptados por el grupo.

Hace aproximadamente unos 40 o 50.000 años, las poblaciones de los *Homo sapiens* aumentaron hasta alcanzar niveles críticos, es decir, hasta alcanzar niveles en los cuales los enfrentamientos entre diversos grupos fueran altamente probables. Según A. Brooks (Wong, 2006) fueron los enfrentamientos entre grupos los que catapultaron el simbolismo y potenciaron la innovación tecnológica en forma de armas tipo proyectil para hacer efectivo el ataque al grupo enemigo. Al mismo tiempo, la moral, en forma de cooperación con los demás miembros del grupo, y en forma

de impedimento moral del asesinato de miembros del grupo, junto con la capacidad de exclusión para aquellos miembros del grupo que traicionaran la moral (se negaran a devolver la cooperación, o asesinaran a miembros del grupo, con lo cual le restaban efectividad al grupo) se hicieron muy fuertes hasta tal punto que la selección de grupos fue inevitable (Cadena, 2008). Cuando las poblaciones eran bajas, y los encuentros entre grupos eran improbables, no había necesidad de la competencia entre grupos, y era innecesario potenciar las capacidades simbólicas, de la moral, de la exclusión, el desarrollo de las técnicas de guerra, y exacerbar la competencia grupal. Solo cuando la presión demográfica se hizo insoportable, entonces, todos estos factores entraron en escena y generaron la competencia entre grupos, es decir, se dio lugar a la selección de grupos.

Todo este ejemplo muestra las “fortalezas” de la propuesta: todo este desarrollo fue profundamente jerárquico: cada nueva “selección invertida” se inscribió en una “selección normal” más general, siguiendo la idea de que cada “selección invertida”, con el tiempo, pasa a volverse una “selección normal”. Dentro de la invención de la bipedestación, se inscribió la liberación de las manos. Dentro de esta, se inscribe el aumento cerebral. Dentro de este, se inscribe la construcción de herramientas. Dentro de estas dos últimas se inscribe la capacidad simbólica, la posibilidad innata de adquirir una moral, y la tendencia a la exclusión. Dentro de estas, se inscribe la selección de grupos en los seres humanos, y dentro de la selección de grupos se inscribe toda nuestra cultura.

Conviene, para finalizar, referirse, brevemente, a aquellas situaciones de catástrofes ambientales. Aunque ya se había mencionado el caso del retroceso de la selva africana, podríamos pensar en situaciones de cambios abruptos en el medio. En este punto, si no existe una variabilidad microscópica y fenotípica leve, entonces, muy probablemente, la especie podría extinguirse, por lo menos en la región de la catástrofe. La única posibilidad de supervivencia es la de tener una variabilidad microscópica y fenotípica leve: el cambio abrupto abre la posibilidad de la creación de nuevos nichos ecológicos por parte de los organismos (grupos o especies), como se mencionó anteriormente. Dada la temporalidad de la catástrofe ambiental, el nuevo nicho se crea y configura rápidamente (“selección invertida”), y surge en un tiempo relativamente breve una nueva especie.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRRE E. Crisis ecológicas y evolución humana. En: Horizontes culturales: las fronteras de las ciencias: España; 2000-2001. p. 139-153.
- ARACIL J, GORDILLO F. Dinámica de sistemas. Madrid: Alianza Editorial, S.A.; 2003.
- AYALA, F. Mecanismos de la evolución. En Evolución. Libros de Investigación y Ciencia. Barcelona: Editorial Labor, S.A.; 1979.
- CADENA LA. De Empédocles y Darwin hacia una teoría generalizada del conocimiento. Trabajo de grado. Bogotá, D. C., Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología; 1990.
- CADENA LA. Ni holismo ni reduccionismo: azar y necesidad. En: Memorias del Seminario Nacional El Quehacer Teórico y Las Perspectivas Holista y Reduccionista. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Bogotá D.C. Colección Memorias N.º 1; 1994.
- CADENA LA. Selección y neutralidad ¿Antagónicas?. Innovación y Ciencia. 1995;IV(1):26-31.
- CADENA LA. Complejidad y vida: algunas reflexiones. Revista Colombiana de Bioética. 2006;1(2):127-164.
- CADENA LA. Biología, moral y exclusión. Revista Colombiana de Bioética. 2007;2(2):203-228.

- CADENA LA. Selección de grupo, tecnología y bioética. *Revista Colombiana de Bioética*. 2008;3(2):115-135.
- CADENA LA. Ecosistemas y sistemas productivos humanos: algunas semejanzas. *Revista Colombiana de Bioética*. 2009;4(1):35-72.
- DARWIN CH. *El Origen de las Especies*. Madrid: SARPE; 1983.
- DAWKINS R. *El gen egoísta*. Barcelona: Salvat Editores, S.A.; 1986
- DOBZHANSKY T. Selección natural. En: *Evolución*. Dobzhansky T, Ayala F, Stebbins G, Valentine J. Barcelona: Ediciones Omega, S.A.; 1977.
- GOULD SJ. El equilibrio «puntuado» y el enfoque jerárquico de la macroevolución. *Rev Occidente*. 1982. p. 18-19.
- GOULD SJ. *El pulgar del panda*. Barcelona: Ediciones Orbis, S.A.; 1985.
- GOULD SJ. Propuestas para una nueva teoría general de la evolución. *Revista El Paseante*. 1989;(13):106-113.
- GOULD SJ. *The structure of evolutionary theory*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press; 2002.
- KIMURA M. Teoría neutralista de la evolución molecular. En: *Genética Molecular*. Barcelona: Prensa Científica; 1987.
- LEWONTIN R. La adaptación. En: *Evolución*. Libros de Investigación y Ciencia. Barcelona: Editorial Labor, S.A.; 1979.
- MARGALEF R. *Perspectivas de la Teoría Ecológica*. Primera edición. Barcelona: Editorial Blume; 1981.
- MARGALEF R. *Ecología*. Primera edición. Barcelona: Ediciones Omega, S.A.; 1982.
- MAYNARD SMITH J. *La teoría de la evolución*. Madrid: Editorial Hermann Blume; 1984.
- MAYR E. La evolución. En *Evolución*, Libros de Investigación y Ciencia. Barcelona: Editorial Labor, S.A.; 1979.
- MONOD J. *El azar y la necesidad*. Novena Edición. Barcelona. Barral Editores; 1977.
- ODLING-SMEE FJ, LALAND KN, FELDMAN MW. *Niche Construction: The Neglected Process in Evolution*. Monographs in Population Biology. Princeton University Press; 2003.
- TATTERSHALL I. How we came to be human. *Becoming Human*. *Sci Am*. 2006;16(2):66-73.
- WONG K. The morning of the modern mind. *Becoming Human*. *Sci Am*. 2006;16(2):74-83.

