
EL DIFÍCIL CONCEPTO DE SELECCIÓN NATURAL

FRANCESC MESTRES

La evolución es fundamental para entender la dinámica de los seres vivos en nuestro planeta. No es un tema sencillo. Hace aproximadamente un siglo y medio Darwin propuso su teoría evolutiva. Se basaba en dos puntos principales: mostrar la existencia de evolución, es decir, que las especies cambian en el tiempo, y proponer un mecanismo para el cambio evolutivo: la selección natural. La idea de cambio evolutivo fue acogida bien por la comunidad científica de su época, no así el mecanismo de la selección natural. Una buena revisión de estos aspectos históricos puede encontrarse en Ridley (1996).

Actualmente, la teoría de la evolución está ampliamente aceptada. No es la misma que propuso Darwin, sino que se ha ido mejorando a medida que se han ido adquiriendo nuevos conocimientos biológicos. La teoría evolutiva actual se conoce con el nombre de neodarwinismo o teoría sintética de la evolución, y nace a principios del siglo XX a partir de la fusión del darwinismo clásico con la teoría genética mendeliana. A pesar de que conocemos en la actualidad diferentes fuerzas evolutivas, el mecanismo fundamental continúa siendo el de la selección natural.

Aunque la selección natural fue descrita hace mucho tiempo, sigue siendo un concepto complejo y muchas veces poco natural, pues no encaja con la percepción de la vida cotidiana. Como ocurrió desde el origen del darwinismo, este concepto muchas veces sigue sin entenderse del todo, no solamente a nivel de la opinión pública en general, sino a nivel científico, incluso entre los biólogos. En el presente texto me gustaría comentar algunos de los puntos que en mi opinión dificultan la comprensión del concepto de selección natural. Académicamente se define como el mecanismo por el cual los organismos (o genotipos) mejor adaptados dejan como promedio más descendientes. Como la adaptación tiene una base genética, esta característica pasa a la descendencia. Por ello, en la siguiente generación tendremos más individuos con la característica adaptativa favorable. El mismo proceso se repetirá en sucesivas generaciones, con lo cual un tipo de organismos (o genotipos) irán progresiva-

mente aumentando de frecuencia. ¿Por qué cuesta aceptar esta idea, a pesar de que los evolucionistas teóricos cuantificaron el efecto de la selección en sus modelos (Fisher (1930), Wright (1931) y Haldane (1932)) y tenemos además muchos ejemplos en la naturaleza del efecto de la selección (Kettlewell (1961), Allison (1964), Ayala (1974), Endler (1986), Huey *et al.* (2000) y Mestres *et al.* (2001), entre otros muchos)? Una primera causa pudiera ser el nombre. En nuestro hablar cotidiano se utiliza mucho la palabra 'selección'. Así, por ejemplo, en nuestro mundo laboral tenemos la selección del personal. Alguien escoge entre los candidatos para un puesto de trabajo al que cree más adecuado. Otro ejemplo es el de las 'selecciones nacionales' de fútbol u otros deportes. El seleccionador escoge entre los jugadores de su país a los que cree más adecuados para cubrir cada puesto del equipo. Si nos fijamos en los dos ejemplos respecto a la categoría de selección natural hay un factor diferencial importante. En los dos ejemplos siempre hay alguien (una tercera persona) que escoge o selecciona, fenómeno que no ocurre en la selección natural. Considero este punto crucial, ya que se tiende a pensar que la selección natural es "alguien" que desde "fuera" escoge a los organismos (o genotipos) mejor adaptados. Claro, este "alguien" no existe como tal; hay algún caso en que el ser humano suplanta este "alguien" inexistente como un ente abstracto que actúa. Por ejemplo, en el caso de la muerte, desde una perspectiva meramente biológica, la entendemos cuando el organismo deja de estar vivo, es decir, cuando llega al equilibrio termodinámico. Pero el hombre ha imaginado un ser que representa a la muerte: un esqueleto con una gran capa negra con capucha y una guadaña en la mano. Este ente no existe tal cual, pero explica a nivel coloquial el fenómeno de la muerte. Ese ser se dedica a desconectar externamente a los seres vivos como nosotros apagamos el televisor. Esta equivalencia no existe para el caso de la selección natural. Además, hay una situación que en el caso de los biólogos o estudiantes de biología agrava esta situación. Al enseñar evolución, una de las primeras lecciones del temario se dedica a mostrar las pruebas de la evolución. Existen muchas, por ejemplo, las homologías a nivel anatómico o embriológico, la generación de especies nuevas por aloploididía, el estudio del registro fósil, etc. Una de ellas es el análisis de la selección artificial. De hecho, se comenta que la selección artificial es un reflejo de la selección natural, pues se alteran unas características de unos organismos en una determinada dirección. Es, por tanto, una buena prueba de la evolución (aunque algunos autores como Senapathy (1994) no quieran reconocerlo), pues se observa el cambio de los organismos de generación en generación. En cambio, es una trampa mortal para entender el concepto de selección natural. En la selección artificial el hombre (alguien externo) escoge a los organismos en función de las características deseadas; por tanto existe una tercera persona responsable del proceso y

se refuerza la noción de que en la selección natural existe alguien externo a los individuos que escoge a los más adecuados. En el caso de la selección natural, recordemos que lo único que ocurre es que el organismo más adaptado es el que en promedio deja más descendientes, y como la característica es hereditaria, va incrementando en frecuencia de generación en generación. Fijémonos, pues, que lo que en realidad confunde muchas veces es el uso que coloquialmente damos a la palabra "selección". Darwin acuñó un término relacionado, el de *fitness*, que se puede traducir como 'eficacia biológica'. Se define como la contribución relativa que aporta cada organismo o genotipo a la siguiente generación. Es una idea estrechamente relacionada con la de selección natural, pero la terminología utilizada es más clara. Actualmente se usa el término *fitness* también de manera coloquial, refiriéndose a la "forma física" o "estado atlético" del cuerpo. Ello puede inducir a error en algunos alumnos al poder pensar que la *fitness* darwiniana es una "forma atlética" de los organismos y caer en la tentación de pensar en la selección del más fuerte.

Una acepción de la selección natural que no se da entre los biólogos es pensar que la evolución debe darse siempre de golpe, pasar de un estado caótico a un estado más ordenado. A muchos físicos les cuesta entender la evolución por selección natural debido a su formación científica, principalmente por sus conocimientos en termodinámica y relatividad. Algunos se preguntan cómo, a partir de un conjunto de aminoácidos, éstos, combinándose al azar, producen una proteína con funcionalidad compleja. O usando un símil no biológico, cómo, a partir de un montón de chatarra (desorden) podría la selección natural llevar por evolución a la aparición de un avión comercial cuatrimotor (este ejemplo está ampliamente desarrollado en Dawkins, 1996). En ambos casos, falta la visión de gradualidad del proceso y de utilización, por parte de la selección natural, de los materiales disponibles. En el primer caso, los aminoácidos no se combinan al azar para dar de golpe una proteína compleja, sino que la visión biológica del proceso es la aparición, primero, de proteínas muy simples con funciones muy concretas y limitadas, para posteriormente y tras muchas generaciones, ganar en complejidad y funcionalidad. No se genera un avión de golpe, sino que a partir de la chatarra se modularía una máquina, primero con cierta movilidad, después un artefacto imperfecto capaz de saltar, etc., considerando siempre que los artefactos posteriores son siempre mejores (con mayor eficiencia adaptativa) que los precedentes.

El trabajar con la selección natural tampoco es sencillo. Así, a nuestros estudiantes de la asignatura de 'Origen de la vida y evolución' (común a todos los alumnos de la licenciatura de Biología de la Universitat de Barcelona) les introducimos a principios de curso la selección natural en el marco de las teorías evolutivas. La definimos en el darwinismo y el

neodarwinismo, y se presenta una serie de ejemplos a nivel orgánico. Posteriormente se estudia la genética de poblaciones y la selección natural se convierte en un concepto muy abstracto que actúa sobre los genotipos. A muchos les cuesta entender que si un genotipo (o genotipos) está seleccionado a favor, otros lo estarán en contra. La confusión se incrementa en el siguiente bloque de lecciones donde se trata de la evolución molecular. Allí se comentan las mutaciones deletéreas y la selección purificadora, diciéndose que a nivel molecular la selección no es la principal fuerza evolutiva y que hay una gran fracción de mutaciones que son deletéreas y por tanto eliminadas. La fracción de mutaciones ventajosas no es muy grande y será mayor o menor si se tiene una visión seleccionista o neutralista del problema. Por tanto, fijémonos que se pasa de unas lecciones iniciales en donde los ejemplos son de selección positiva (a nivel orgánico), para después entrar en un sistema en que la selección a favor de un genotipo implica selección en contra de otro (genética de poblaciones), para finalizar con una noción muy marcada de selección purificadora (evolución molecular). Debido a la forma densa en cómo deben presentarse los temas y sin tiempo para la discusión en clase, ni para el trabajo personal ni para la maduración de las ideas por parte del alumno, ello puede acarrear confusión sobre el papel de la selección natural en la evolución.

El concepto de selección natural no es el único difícil en el campo de la evolución. Entre otros, existen dos de comprensión compleja: la escala del tiempo evolutivo y la base genética de la evolución. Me gustaría tratarlas brevemente, pues no son el centro de este estudio. La escala del tiempo evolutivo es especialmente impactante en los alumnos. Al finalizar el curso, uno de ellos me comentó: "Lo de la evolución... no entiendo que el cuello de las jirafas haya crecido en tan poco tiempo". Les es muy difícil entender que la evolución es un proceso generalmente lento y que se desarrolla en periodos de millones de años. El porqué se llega a esta situación es que los miles de millones han pasado a ser valores "cotidianos" en nuestra sociedad. Así, el *Big Bang* se data entre 12 000 y 15 000 millones de años atrás. Esta cifra no impresiona por sí sola, ya que, por ejemplo, el fichaje del futbolista Figo costó unos 10 000 millones de pesetas y el de Zidane unos 13 000 millones (este ejemplo no vale con la sustitución de la peseta española por los euros). Es bueno presentar el orden de magnitud para tener una cierta idea del valor de las dataciones. Así, si asumimos que una cifra óptima para la longevidad humana es de unos 100 años, esto representa 10^2 . Los amantes de la serie televisiva *Star Trek* sabemos que la raza estelar vulcaniana vive unos doscientos años. Para nosotros representa una duración mucho más larga de la vida (para hacernos una idea este lapso de tiempo iría desde el principio del siglo XIX, con el auge del imperio napoleónico hasta nuestros días, es decir,

inicios del siglo XXI), pero es tan sólo un valor de 2×10^2 . Jesucristo nació hace 2000 años, es decir 2×10^3 . En cambio, la Tierra se formó hace 4×10^9 años y el *Big Bang* tuvo lugar hace unos $1.2\text{--}1.5 \times 10^{10}$ años.

Respecto al segundo punto, casi nadie discute que el modelo genético que está detrás de la teoría evolutiva es el mendelismo en su sentido más amplio (es decir, incorporando todos los conocimientos que en la actualidad tenemos de la genética). Sin embargo, no es la idea que está subyacente en nuestra sociedad. Una interpretación superficial de ciertas observaciones lleva a la conclusión de que el mecanismo genético comúnmente asumido es el de la herencia de los caracteres adquiridos. Según este proceso, cualquier esfuerzo, accidente o circunstancia en la vida de un individuo repercute en su línea germinal y por tanto pasa a su descendencia. ¿Qué observaciones conducen a la errónea conclusión de que este es el modelo de herencia correcto? Por ejemplo, el hijo de un famoso cantante español es también cantante. El hijo de un conocido futbolista holandés se dedica a este deporte. En cambio, el hecho de que la hija adoptiva de una famosa cantante española (por tanto es evidente que no comparten sus genes) sea a su vez cantante no llama la atención, ni hace que la gente se plantee un patrón cultural para este caso.

Dos conclusiones importantes me gustaría extraer de este estudio. Existe una serie de conceptos de difícil comprensión en el ámbito de la evolución biológica. Son difíciles de exponer y hacerlos comprensibles a la sociedad, aunque también lo son para gente de nivel cultural elevado. Quizás deberíamos darle más importancia al buen desarrollo de estos conceptos en los alumnos, antes de llenarlos de modelos evolutivos y de detalles particulares. El segundo punto es valorar en gran medida el trabajo de Darwin. El concepto de selección natural es complejo. Él lo desarrolló y lo presentó como principal mecanismo de cambio evolutivo. Ello demuestra su genialidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Ayala, F. J. (1974), "Biological evolution: natural selection or random walk?", *Amer. Sci.* 62: 692-701.
- Allison, A. C. (1964), "Polymorphism and natural selection in human populations," *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.* 29:137-150.
- Dawkins, R. (1996), *Climbing Mount Improbable*. NY: W. W. Norton and Co.
- Endler, J. A. (1986), *Natural Selection in the Wild*. New Jersey: Princeton University Press, Princeton.
- Fisher, R. A. (1930), *The Genetical Theory of Natural Selection*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Haldane, J. B. S. (1932), *The Causes of Evolution*. London, UK: Longmans, Green and Co. Ltd.
- Huey, R. B., Gilchrist, G. W., Carlson, M.L., Berrigan, D. and Serra, L. (2000), "Rapid evolution of a geographic cline in size in an introduced fly," *Science* 287: 308-309.
- Kettlewell, H. B. D. (1961), "The phenomenon of industrial melanism in the Lepidoptera," *Annu. Rev. Entom.* 6: 245-262.
- Mestres, F., Balanyà, J., Arenas, C., Solé, E. and Serra, L. (2001), "Colonization of America by *D. subobscura*: Heterotic effect of chromosomal arrangements revealed by the persistence of lethal genes," *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 98: 9167-9170.
- Ridley, M. (1996), *Evolution*. Cambridge, Massachussets, USA: Blackell Science Inc.
- Senapathy, P. (1994), *Independent Birth of Organism*. Madison, Wisconsin, USA: Genome Press.
- Wright, S. (1931), "Evolution in Mendelian populations," *Genetics* 16: 97-159.