

El problema de Kant y la teoría de la evolución

Kant's problem and the theory of evolution

Víctor ARANDA UTRERO

Universidad Autónoma de Madrid

vic.aranda@estudiante.uam.es

DOI: <http://dx.doi.org/10.15366/bp2016.12.027>

Recibido: 29/11/2013
Aprobado: 10/09/2016

Resumen: El objetivo de este artículo es defender que la teoría de la evolución es falsable. Para ello, es preciso en primer lugar estudiar las consideraciones del primer Popper sobre el problema de la demarcación. En segundo lugar, aplicaremos su enfoque a los elementos de juicio disponibles a favor de la teoría evolutiva, a fin de examinar si constituyen o no un apoyo genuino para la misma. Esto es, si realmente propone cómo se llevan a cabo los cambios en las especies, seleccionando unos estado de cosas y discriminando otros.

Palabras Clave: evolución, creación, falsable, Popper, Dawkins, Gish.

Abstract: The aim of this article is to defend that the theory of evolution is falsifiable. Due to this, it is necessary to study first Popper's reflections about the demarcation problem. Secondly, we will apply his thought to the available empirical evidence, trying to find out if it is or not an accurate support for evolution, i.e, if this theory really offers how the changes on the different species should happen, choosing some states of affairs and rejecting others.

Keywords: evolution, creation, falsifiable, Popper, Dawkins, Gish.

1. Primera parte: Introducción del problema

La investigación biológica ha reducido a la nada el supuesto papel primordial del hombre en la naturaleza. Así, la teoría de la evolución nos presenta como el resultado azaroso y ciego de una selección natural no teleológica: la superioridad ontológica de nuestra especie sobre las demás se hace pedazos. Aunque personalmente no creo que esto suponga una degradación de la condición humana, como tampoco comparto que sea una visión pesimista de nuestras expectativas vitales, lo cierto es que ha levantado una gran controversia. Desde la publicación de *El origen de las especies* en 1859, dicha teoría ha recibido la oposición frontal de los sectores más aferrados a la idea de *Dios*, que ven en las ideas de Darwin la contrapartida de las suyas propias. Esto es, si el *chico para todo* del Beagle tiene razón, entonces es necesario admitir que la relación entre verdad y Biblia no es un matrimonio completamente feliz. Y si esto es el caso, quizás muchos dogmas sean cuestionados y disueltos. Como es natural, la Iglesia nunca estuvo muy por la labor de realizar inferencias en esta dirección. Por ello, los aludidos¹, trataron de equiparar creacionismo y evolución: del mismo modo que la creencia en un Dios demiurgo es, en último término, una cuestión de fe, también lo es el evolucionismo. Y puestos a dar un salto de fe siempre se ha pensado vulgarmente que la primera opción nos reporta más beneficios. Al margen de si ese Dios es o bien perverso o bien débil, los partidarios del Diseño Inteligente explotaron un estado primitivo de la cuestión, adoptando una formulación general de la tesis de Darwin que sería compatible con cualquier modo de aparición de las especies. Por tanto, si los creacionistas tienen razón, entonces la teoría de la evolución debe ser circular, es decir, totalmente imposible de fundamentar fuera de sí misma. En ese caso, ningún contra ejemplo podría dañarla: siempre puede añadirse una hipótesis *ad hoc* que lo solventa. Luego en virtud del falsacionismo no puede ser ciencia, sino mera especulación. Así pues, el objetivo de este trabajo es concluir o negar el carácter científico de dicha teoría, distinguiendo entre lo contrastable empíricamente y lo metafísico.

2. Segunda parte: el criterio de demarcación de Karl R. Popper

En su conocida obra *Conjeturas y Refutaciones*, Popper confiesa que los dos problemas nucleares dentro de sus primeras reflexiones fueron el de la inducción y el de la demarcación². Para él, el primero es una faceta del segundo, que consiste en encontrar un criterio que nos permita distinguir entre ciencias empíricas y sistemas metafísicos. Así, la

¹ Cf. Gish, Duane, T., "Cration, Evolution, and the Historical Evidence", *But is it science?*, Armhest, New York, Prometheus Books, 1988, 406 pages (edited by Michael Ruse).

² Cf. Popper, Karl, R., "La ciencia: conjeturas y refutaciones", *Conjeturas y refutaciones*, Barcelona, Piados Ibérica, 1983, 512 páginas.

Crítica de la razón pura es la primera respuesta a este problema: Popper denomina a la demarcación *el problema de Kant*. Como bien es sabido, el filósofo prusiano afirma que lo que caracteriza a una ciencia es si en ella son posibles los juicios sintéticos *a priori*, resultado de los esquemas trascendentales que filtran la experiencia de todo sujeto. ¿Qué significa esto? Los argumentos que hablan de lo que es el caso son riesgosos. Es decir, no hay certeza lógica en ellos: la conclusión no se extrae necesariamente de las premisas. Ahora bien, si estos dependen de formas universales que todo hombre comparte, entonces dichas conclusiones sí serán válidas. Por tanto, el sujeto trascendental no es sino un principio de inducción que estipula las condiciones bajo las cuales estoy legitimado a inferir estados de cosas. Como es obvio, si esta necesidad *a priori* desaparece la inducción se tambalea. De este modo, *el problema de Hume* –pues fue el filósofo empirista el primer moderno que criticó la inducción– puede resumirse en la pregunta acerca de si están o no justificadas las inferencias de este tipo. Tanto el *Treatise* como el *Enquiry* muestran que no es el caso: es imposible justificar una ley a partir de la observación; dicha ley trasciende a la misma. Es decir, nunca podremos contrastar empíricamente todos los casos posibles que garantizarían la veracidad de mi hipótesis. Por ello, el propio Hume dirá que nuestra creencia en la causalidad es simplemente eso, un *feeling* surgido a partir de la conexión habitual de dos fenómenos. Luego todo principio de inducción es sumamente dudoso, pues nada asegura, fuera de la propia inducción, que el futuro vaya a asemejarse al pasado.

Naturalmente, Popper es consciente de que criticar y rechazar la lógica inductiva le obliga a proponer un criterio de demarcación no naturalista, y, por ello, a polemizar con las tesis del Círculo de Viena. Por ello, Popper defiende un *método deductivo de contrastar* que estudiaremos a continuación. Dado que desde el punto de vista lógico es imposible saltar de lo particular a lo general y las teorías científicas son universales, es de esta aparente paradoja de la que hay que partir. Por tanto, analicemos ahora qué se entiende por una teoría. En la propia *Lógica de la investigación científica*, Popper afirma que éstas no son sino redes que utiliza el hombre para capturar el mundo, racionalizarlo y explicarlo³. Esto es, sirven para dar cuenta causalmente de la parcela de la realidad a la que impongo mi red. Así pues, ¿cómo funciona dicha explicación causal? Se dice que un acontecimiento se ha explicado causalmente cuando es posible deducir un enunciado que lo describe a partir de dos tipos de premisa: una o varias *leyes universales* y ciertas *condiciones iniciales*. Dicha ley universal es para Popper esa red que el científico lanza a la realidad en forma de enunciados universales que, junto a las condiciones iniciales, ofrecen apoyo deductivo a los enunciados singulares que constituyen una *predicción*. Este cambio es fundamental: ya no se trata de inducir leyes sino de deducir predicciones. Así, el siguiente paso no es ya distinguir entre proposiciones genuinas o no, más bien se trata de observar qué puede decirnos la *forma* de esas leyes. Y advertimos que toda ley o conjetura es un enunciado estrictamente universal. O, lo que es lo mismo, un enunciado de inexistencia: al predicar lo que es el caso en todo tiempo y lugar se excluye ciertas situaciones posibles. Hay, por tanto, una prohibición de que tal o cual circunstancia se produzca. Por ejemplo, afirmar que *todos los cuervos son negros* equivale a decir que *no existe ningún cuervo no-negro*: si esta ley es cierta jamás podremos encontrar en la naturaleza un cuervo blanco o verde. Es obvio que esto nunca podrá ser verificado, dado que no puedo echar mano de todos los cuervos, pasados y futuros, que pueblen o hayan poblado el planeta. Pero sí puedo refutarlo: basta con encontrar un solo cuervo no-negro y el enunciado universal habrá caído. Por el contrario, los enunciados singulares, o estrictamente existenciales, son irrefutables. *Hay*

³ Cf. Popper, Karl, R., “Teorías”, *La lógica de la investigación científica*, Madrid, Tecnos, 1962, 570 páginas.

cuervos verdes no puede ser rechazado absolutamente porque yo nunca podré conocer todos los cuervos de la historia del planeta, pero sí puede ser verificado. Es decir, encontrar un cuervo verde sólo significa que mi enunciado es verdadero, mas no encontrarlo no quiere decir que sea falso. Ahora bien, la relación entre enunciados estrictamente universales y estrictamente singulares es muy interesante para la cuestión que nos ocupa, debido a que la negación de un enunciado universal conlleva la afirmación de uno singular y viceversa. Luego podemos conectar ambos asimétrica pero deductivamente: este procedimiento se conoce como *modus tollens*.

Supongamos que p es la predicción que se concluye deductivamente de un conjunto t de conjeturas y condiciones iniciales (t implica p). En ese caso, si p es falsa, entonces, dada la deducibilidad entre p y q , también lo es t ($(t \rightarrow p) \wedge \neg p \rightarrow \neg t$). Esto se debe a que dicha relación es transitiva: en un sistema deductivo la veracidad o la falsedad se transmite a todos los miembros. Por tanto, una predicción errónea conlleva falsar toda nuestra teoría. Sin embargo, esta es la mayor virtud de toda actividad que aspire a ser científica. Esto es, una hipótesis genuina debe incluir un protocolo adicional que afirme que de verificarse un enunciado singular s entonces la misma quedaría refutada. Las conjeturas deben ser, pues, contrastadas, testadas empíricamente: dado que la veracidad es lógicamente inalcanzable la verosimilitud debe ser el ideal regulador del científico. Luego la investigación científica progresa a partir de conjeturas y predicciones fallidas. ¿Satisface la evolución las exigencias del método *hipotético-deductivo*?

3. Tercera parte: las predicciones riesgosas de la teoría de la evolución

La teoría de la evolución aspira a ser una explicación del origen de las distintas especies en nuestro planeta. Y para ello es clave la noción de *nicho ecológico*. Se entiende por nicho ecológico el conjunto de circunstancias, relaciones con el ambiente, conexiones tróficas y funciones ecológicas que definen el papel desempeñado por una especie de un ecosistema. De este modo, un cambio en ese conjunto de circunstancias naturales puede suponer una competencia hasta entonces inexistente entre los individuos de dicha especie que haga imposible la coexistencia de todos ellos. Por tanto, pequeñas diferencias entre los mismos pueden sacar a esos individuos privilegiados de la lucha por la supervivencia, originando la apertura de nuevos nichos ecológicos. Si estos cambios, que pueden ser muy cercanos en el tiempo, son tan drásticos como para impedir el cruce entre la especie anterior y los individuos adaptados, entonces estos forman una especie nueva. Las islas Galápagos son un tubo de ensayo perfecto y los pinzones un ejemplo de esto mismo. Es decir, dadas las sacudidas climáticas y su relativo aislamiento, poseyendo cada una de las mismas unas características propias, es fácil pensar en constantes ramificaciones de la vida que encuentran su origen en un antepasado común de todos los pinzones de Darwin en Dafne Mayor. Para disgusto de los creacionistas ésta teoría sí selecciona entre cursos de acción posibles y descarta otros: sólo tenemos que deducir de la misma una predicción que reproduzca la competencia en un nicho ecológico. Si la especie se mantiene inalterable, entonces Darwin estaba equivocado. Si se ha constituido otra especie distinta, entonces podemos seguir trabajando con nuestra conjetura.

Después de que William Herschel descubriera Urano, la ley de gravitación universal de Newton fue capaz de predecir la existencia de Neptuno. Es decir, dadas unas condiciones iniciales y una ley universal, se concluyó que de esos datos empíricos y esa ley sólo podía seguirse que, aunque no había sido visto nunca, Urano debía ser el séptimo planeta de nuestro sistema solar. Por otro lado, quién le iba a decir a los mejores químicos del

momento congregados en 1860 en Karlsruhe que un jovencito doctorando que pululaba por allí iba a realizar la predicción más importante en química de todos los tiempos. En efecto, Dmitri Mendeleiev supuso la existencia de ciertos elementos que se deducían de la ordenación periódica de los elementos que él mismo había propuesto: el unnilunio, por ejemplo, reviste de verosimilitud la famosa tabla del científico ruso. ¿Puede presumir la teoría de la evolución de contar con hallazgos semejantes?

Uno de los argumentos más poderosos que utilizó Darwin contra los defensores del fijismo fue la domesticación animal. La diferencia entre ésta y la selección natural radica en el agente que selecciona los individuos más aptos: por lo demás el proceso es idéntico. Por tanto, si mostramos adecuadamente cómo funciona la domesticación, podremos abordar con garantías el estudio de la competencia no artificial. Por desgracia para el propio Darwin, ambos procesos sólo se entienden por completo a la luz del concepto de *acervo genético*. Y esta idea nuclear para la síntesis neodarwinista es deudora de la genética mendeliana de segregación independiente de los caracteres que el teórico de la evolución desconocía. Este estuvo muy cerca de entender el mecanismo de transmisión de los genes a partir de una experimentación con guisantes, pero no pudo vislumbrar que los mismos nunca se mezclan sino que se *barajan*. Así pues, dentro de una población el acervo genético es el grupo completo de alelos únicos presentes en el material genético de la misma. Luego la evolución no es sino una disminución o aumento sistemáticos de la frecuencia con la que aparece una variación concreta de un gen que acaba por originar cambios sustanciales en el fenotipo de la especie. Estos cambios en el genotipo son aleatorios y se conocen con el nombre de mutaciones. Ahora bien, desde el punto de vista de la variación de las especies dichas mutaciones son neutras. Esto es, si la selección es artificial, entonces es el hombre el encargado de cruzar entre sí los individuos que expresan los alelos que queremos que dominen un acervo genético concreto; si la selección es natural, entonces es la competencia dentro del nicho ecológico la que esculpe el genotipo de la misma.

En este sentido es paradigmático el ejemplo de los zorros de Belyaev⁴, derivado de los estudios que inició Konrad Lorenz sobre el origen de los perros donde el antepasado común de todos ellos sería el lobo. Así, el primer paso para esta domesticación es el acortamiento evolutivo de la distancia de huida, o, lo que es lo mismo, un aumento de la docilidad. De este modo, los lobos más dóciles encuentran recursos fuera de su manada, dado que los hombres les proporcionan el alimento necesario para su supervivencia. Por tanto, la aplicación de las teorías de Darwin puede predecir que si se clasifican los individuos de distintas camadas de zorros en función de su docilidad y sólo se cruzan los más dóciles, entonces advertiremos cambios conductuales y fenotípicos a lo largo de las distintas generaciones. Lo más sorprendente de la investigación de Belyaev fue que en sólo seis los expertos ya hablaban de una élite domesticada deseosa de establecer contacto con las personas. Además, en un lapso temporal más breve de lo esperado, los zorros comenzaron a experimentar cambios en su pelaje, sus orejas picudas se volvieron caídas y sus colas se curvaron hacia arriba. Incluso las hembras entraban en celo semestralmente, como las perras, y no anualmente. Pero, en principio, los estudiosos sólo querían que el alelo encargado de la docilidad fuera dominante en su pequeña población: la aparición de los rasgos que acercan al zorro al mejor amigo del hombre no parecen conectados con la docilidad. Sin embargo, es evidente que lo están. Dicha conexión se conoce en genética como *pleiotropía*, y, como es natural, constituye un sólido apoyo para la teoría de la evolución.

⁴ Cf. Dawkins, Richard, "El camino de rosas hacia la macroevolución", *Evolución*, Madrid, Espasa-Calpe, 2009, 430 pp.

Por otro lado, el entusiasmo de Darwin por las orquídeas no es casual: los estudios sobre biología de la polinización son asombrosos. La polinización es el proceso por el cual el polen es transportado desde los estambres hasta el estigma y que constituye una condición necesaria para la reproducción vegetal. Intuitivamente diremos que el agente encargado de realizar este proceso es el viento, mas los insectos juegan también un papel fundamental. De modo que es plausible pensar que las flores más atractivas para dichos insectos tengan más probabilidades de ser fecundadas. Por tanto, los insectos *seleccionan* qué flores se perpetúan, modelando el material genético de la planta y aumentando la frecuencia de esos rasgos beneficiosos para la reproducción de la misma. Así, encontramos en Madagascar flores que se parecen a abejas hembra, otras que toman los colores de una araña (pues ciertas abejas se dedican a capturarlas) e incluso arañas muy similares a las orquídeas. Parece, pues, que los distintos organismos que habitan un ecosistema no evolucionan aisladamente sino que interactúan. Es decir, puede suponerse que haya una coevolución. En efecto: los machos de la especie de abejas conocida como *Euglossine*, de América del Sur, fabrican el aroma que posibilita el acercamiento de las hembras a partir de las sustancias extraídas de las orquídeas *Coryanthes*. Y dicha orquídea se beneficia a su vez del transporte de polen. Volviendo a Madagascar, el propio Darwin y Wallace realizaron una predicción basándose en otra orquídea, la *Angraecum sesquipedale*. Para ellos, dada la longitud del canal conductor de néctar de la misma, debía existir una polilla capaz de extender la lengua entre diez y once pulgadas. Fue en 1903 cuando tal polilla, llamada *preadicta*, se descubrió: la teoría de la evolución no es, por tanto, una mera narración sobre la historia pasada.

Para concluir con esta segunda parte comentaremos tres predicciones más: las lagartijas de Pod Mrcaru, la experimentación de Lesky con la *E. Coli* y los *guppies* de Reznick y Endler⁵. En la isla de Pod Kopiste, ubicada cerca de Croacia, habitaba una población de lagartija común que no se encontraban en la isla cercana Pod Mrcaru. Por ello, los investigadores decidieron llevar cinco parejas de esa especie a dicha isla y comprobar cómo se desarrollaban a lo largo del tiempo. Los resultados fueron sorprendentes: la especie seguía siendo la misma pero se había adaptado por completo a los recursos de la nueva isla. Esto es, sus cabezas eran más grandes, lo cual implica una mandíbula más poderosa que conduce a una dieta herbívora. De donde se sigue que, o bien la disponibilidad de otros alimentos es escasa en Pod Mrcaru o bien que los mismos ya son explotados de un modo más eficiente por otra especie anterior. Sea como fuere, lo cierto es que dichas lagartijas habían llegado a originar válvulas cecales, elemento exclusivamente herbívoro y muy poco frecuente en la isla de Pod Kopiste. Por otra parte, los trabajos con la *Escherichia Coli* se sustentan en el hecho de que estas pueden ser congeladas y devueltas a la vida como si nada hubiera pasado (son, pues, fósiles vivos) y en que pueden ser estudiadas durante miles de generaciones. Así, se separan doce tribus y se les somete a unas condiciones de competencia ecológica donde la glucosa está limitada. Por tanto, es esperable que una mutación que favoreciera la asimilación eficiente de la misma dominara el acervo genético. Por supuesto, así ocurrió. Es más, todos los genes que cambian en las diferentes tribus lo hacen en la misma dirección: este paralelismo no puede ser azaroso. Por último, los *guppies* son peces de agua dulce que se examinan dentro de un ecosistema concreto en el que hay o no depredadores. Si los creacionistas tienen razón, entonces ambos estanques deben ser

⁵ Cf. *Ibid.*, “Justo delante de nuestros ojos”.

habitados por *guppies* con los mismos rasgos. Nada más lejos de la realidad: aquellos liberados de la depredación alcanzan la madurez sexual más tarde, sus camadas son menos numerosas pero de individuos más grandes y sus colores son brillantes.

4. Cuarta parte: protocolos adicionales y complementariedad con otras disciplinas

En el cuarto capítulo de *La lógica de la investigación científica*, Popper afirma que no debe confundirse falsabilidad con falsación, puesto que la primera es un criterio del carácter empírico de un sistema de enunciados y la segunda debe incorporar un conjunto de reglas que determinen bajo qué condiciones una teoría se encuentra falsada. Esto es, la falsación sólo es adecuada cuando se propone y corrobora una hipótesis que describa un efecto reproducible, el cual refuta dicha teoría. Esta hipótesis se conoce como *hipótesis falsadora*. Su forma lógica es la de un enunciado básico, cuyas condiciones son las siguientes. En primer lugar, ningún enunciado básico puede deducirse a partir de un universal que no esté acompañado de unas condiciones iniciales. En segundo lugar, un enunciado básico y un enunciado universal deben poder ser contrastables mutuamente. Como vimos, los enunciados universales no pueden ser verificados, pero sí falsados a partir del descubrimiento del estado de cosas que este prohibía. Por tanto, la teoría de la evolución, para ser considerada científica, debe seleccionar un modelo explicativo de lo real de entre todos los posibles que excluya la posibilidad de que ciertas circunstancias sean el caso. Y tantas más situaciones descarte mayor es su estatus de ciencia. Así, el teórico debe comprometerse con este protocolo adicional sin añadir consideraciones *ad hoc* que reparen la refutación, porque la conjetura sería totalmente circular. Además, las hipótesis que lanzamos a la realidad no son autónomas en la medida en que toda ella ya es en parte construida a partir de un marco teórico dado. De modo que su compatibilidad con otras explicaciones del mundo es imprescindible para continuar trabajando con ellas. La tarea del investigador es, pues, buscar incoherencias internas y contextuales de las teorías vigentes en modo de hipótesis falsadoras: para Popper sólo es relevante el contexto de justificación.

En 1919 el astrofísico Arthur Eddington trató de falsar la Teoría de la Relatividad General de Albert Einstein a partir de un eclipse solar en las Islas Príncipe, ya que de la misma se sigue que las estrellas que se encuentren más cercanas al Sol deben aparecer desplazadas como consecuencia del campo gravitatorio generado por el propio astro. En circunstancias normales este hecho no puede observarse (el brillo del sol las oculta) por lo que el eclipse resultó ser una oportunidad ideal para comprobar si Einstein estaba en lo cierto. Aunque se ha discutido la veracidad de los datos de Eddington, actualmente no hay duda de que la predicción fue acertada: la relatividad superó la prueba. Otro caso de superación de la hipótesis falsadora es el de Michael Faraday. Según sus conjeturas, la carga de un conductor sujeto a un campo electromagnético se acumula en el exterior del mismo y no en su interior: la Jaula de Faraday es un recinto cerrado recubierto de metal que evidencia esto mismo. Sin embargo, no es preciso que una persona sea introducida en una y salga airoso de una descarga eléctrica para evitar la refutación: por suerte para todos los aviones no se caen cuando son impactados por un rayo. Del mismo modo, aparatos como el móvil o la radio sufren interferencias cuando son aisladas de esta manera. Ahora bien, ¿puede ser la teoría de la evolución puesta en jaque por otras disciplinas? ¿Es capaz Darwin de escapar tan brillantemente como Einstein y Faraday?

Del evolucionismo se sigue que la edad de nuestro planeta es mucho mayor que lo que usualmente se intuía a partir del estudio de la historia humana y de la Biblia. Esto es, aunque la acumulación de *microcambios* que originan la diferenciación de las especies puede ser muy cercana en el tiempo, la cuestión de un antepasado común a todos los vivientes y el origen de las primeras moléculas replicadoras como antecesores del ADN nos obliga a retroceder miles de millones de años. Tanto es así que los partidarios del Diseño Inteligente aducen que las mutaciones que conducen a la aparición del ser humano precisarían aún de más tiempo del que se le atribuye actualmente al universo. Pero no tienen en cuenta que dichas mutaciones operan sobre otras ya dadas: pese a sus empeños el relojero es ciego. Luego nos centraremos ahora en los métodos de medición de la edad terrestre, a fin de examinar su compatibilidad o incompatibilidad con las ideas de Darwin y sus seguidores.

La medición de la edad de la Tierra —4.600 millones de años— se lleva a cabo a partir de los relojes naturales. Como es obvio, la idea de un reloj natural implica la existencia de un momento inicial de formación del mismo que nos permita calcular el tiempo transcurrido desde entonces hasta la actualidad: en esta sección estudiaremos dos de ellos, la dendrocronología y los relojes radioactivos⁶. En primer lugar, la dendrocronología aprovecha los anillos de los troncos de los árboles como modo de datación temporal. Esto es, a partir del patrón de anillos gruesos y delgados se realiza una concatenación por solapamiento de los mismos. Por tanto, de los árboles actuales se extrae un patrón que se busca en otros que llevan tiempo muertos. Y de los mismos se obtiene el patrón siguiente, y así sucesivamente. Lo más impresionante es la precisión que se logra gracias a esta colección de anillos: si hubiera suficientes fósiles que concatenar podríamos distinguir un año dentro de cientos de millones. Sin embargo, sólo podemos retroceder 11.500 años. Por otro lado, los relojes radiactivos cubren un lapso temporal de siglos o de millones de años y se basan en la existencia de isótopos radiactivos. Un isótopo radiactivo es la variación del número másico de un elemento presente en la naturaleza. Es decir, el elemento más estable no siempre es el único: existen distintas variaciones del mismo con distinto número de neutrones. De modo que se caracterizan por su inestabilidad. Así, su ritmo de desintegración nos proporciona el baremo fundamental para la medición temporal, ya que cada isótopo tiene su ritmo característico. Se conoce como *semivida* al tiempo que tarda en desintegrarse la mitad de los átomos de un isótopo concreto y es el modo de medir dicho ritmo. Pero este tipo de relojes sólo aparecen en las rocas ígneas y los fósiles se forman en las sedimentarias. Tampoco podemos datar un fósil que aparezca en un agregado con rocas de este tipo, pues cada una de ellas se solidificó en distintos momentos anteriores a la formación del fósil. Así pues, ¿cómo constituyen dichos isótopos, como el potasio-40 o el argón-40, un apoyo para la teoría de la evolución? En este sentido es preciso señalar que los geólogos conocen previamente al empleo de relojes naturales la ordenación de las capas de rocas sedimentarias que aparecen en la superficie del planeta, lo cual les permite distinguir distintas etapas del mismo. Así, saben que los fósiles del Cámbrico son más antiguos que los del Ordovícico o que estos son anteriores a los del Silúrico. Por tanto, en base a esta información podemos estudiar la progresión de los fósiles y advertir si hay especies que aparecen a partir de una determinada época y no antes. En efecto: nunca se ha desenterrado un mamífero en las rocas del Cámbrico. Por tanto, la hipótesis falsadora es la siguiente: si aparecen fósiles mamíferos en rocas cámbricas, entonces las especies existieron inalterables desde siempre. Luego la teoría de la evolución es falsa. El hecho es que todos los intentos

⁶ Cf. *Ibíd.*, “Silencio y tiempo lento”.

de encontrar estos fósiles en estas rocas concretas han fracasado: cuando esto ocurra podemos abandonar las ideas de Darwin. Y son los relojes naturales los que confirman la datación de los diferentes periodos, aunque no puedan ayudarnos en la de un fósil particular.

Otro triunfo del evolucionismo frente a su posible refutación es la controvertida noción de eslabón perdido⁷. Si bien es cierto que se ha tergiversado por los creacionistas y oscurecido por su impacto mediático, su referencia a antepasados comunes de las especies moderna no se agota en el registro fósil. Esto es, no es imprescindible documentar de este modo los cambios graduales que justifiquen el tránsito de una especie dada a otra: la bioquímica, la anatomía, la embriología y la distribución de las especies son evidencias de esto mismo. En primer lugar, es un hecho que todo organismo vivo se basa en los mismos tipos de moléculas (glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos) y estas a su vez en las mismas unidades (monosacáridos, ácidos grasos, aminoácidos y nucleótidos). Además, los procesos metabólicos son idénticos en una bacteria y un reptil: ambas especies son ramificaciones de un modo de vida primitivo más o menos desarrollado. Y, como es lógico, cuanto más próxima es una especie a otra más afín es su composición proteica y de ADN, lo cual no tendría por qué suceder si las especies fueran herméticas. Por otro lado, los órganos vestigiales muestran que la adaptación a diferentes medios provoca que un cierto órgano deje de desempeñar su función anterior (como los huesos residuales en las extremidades posteriores de los ofidios o los huesos de la pelvis en cetáceos) y trazan relaciones entre especies. Estos órganos que tienen la misma estructura básica se conocen como órganos homólogos y constituyen el aporte de la anatomía a la teoría de Darwin. Los grandes grupos de vertebrados, por otra parte, comparten un gran número de semejanzas en su desarrollo embrionario. Así, los primeros pasos de un embrión tanto de peces como de aves como de seres humanos son indiscernibles: a lo largo del mismo comienzan a pulirse las diferencias que separan unas especies de otras y que vienen dadas por su distinto código genético. Por último, y como ilustran a la perfección los pinzones de Dafne Mayor, un antepasado común evoluciona de distintas maneras sometido a unas u otras circunstancias. De modo que la evolución es compatible con otras conjeturas como la deriva y la formación continental: y no sólo por la aparición de fósiles en cimas montañosas, sino también porque encontramos especies muy similares en continentes separados. Por ello, es plausible pensar que su *eslabón perdido* se adaptase a distintos ambientes, del mismo modo que su ausencia en otros muy similares se explique por la imposibilidad de dispersión de dicho eslabón (ya sea por barreras geográficas o por una elevada competencia). Luego dado el apoyo que recibe de otras ciencias la circularidad de la teoría de la evolución es inexistente.

⁷ Cf. *Ibid.*, “¿El eslabón perdido? ¿Qué significa «perdido»?”

