

EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS XX JORNADAS
VOLUMEN 16 (2010)

Pío García
Alba Massolo

Editores



ÁREA LOGICO-EPISTEMOLÓGICA DE LA ESCUELA DE FILOSOFÍA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons atribución NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



¿Existe una ley propia de la evolución biológica?

Juan Manuel Torres*

Abstract

Aunque los científicos afirman con frecuencia que existe una *ley estrictamente biológica* de acuerdo con la cual tiene lugar el proceso evolutivo, investigaciones en el terreno de la bioquímica muestran que tal afirmación es errónea, al menos parcialmente. El proceso de mutación, replicación y selección también ocurre a nivel prebiótico, como puede verse en el sistema *Q β -Replicasa*. Esto anima a sostener la tesis de R. Brandon, la cual dice que no tenemos leyes estrictamente biológicas.

Introducción

Comenzamos nuestra exposición distinguiendo entre leyes de la naturaleza y leyes científicas. Si existieran las primeras -probablemente descendientes de la visión onto-teológica de Descartes y Newton-, ellas serían un reflejo especular de la realidad. A pesar de que se debe reconocer que son continuamente invocadas en la práctica científica por los mismos científicos, es dudoso que tales leyes existan o que, en presencia de ellas, podamos justificar que son tales. Las leyes naturales serían de valor irrestricto para el dominio que se les atribuye y eso es algo que nunca estaríamos en condiciones de demostrar. Específicamente, asegurar que no existen contraejemplos y que la ley se cumple universal y necesariamente. El análisis hecho por R. Giere (1999, 85-96) sobre la pretendida ley natural de la gravitación universal brinda buenos argumentos en este sentido, sobre todo porque muestra que no se pueden recrear las condiciones ideales bajo las cuales se cumplirían estrictamente las leyes de la mecánica. Además y como es conocido, siempre subsiste el problema del cumplimiento efectivo de la cláusula *ceteris paribus*, que hoy con razón es denominada *ceteris absentibus*. Finalmente, la historia de la ciencia da buenos argumentos para dejar de lado la temeraria afirmación que 'estamos frente a leyes de inexorable cumplimiento'.

Contrariamente, las leyes científicas, tal como son entendidas en la llamada 'concepción semántica de las teorías' (P. Suppe, R. Giere, Bas van Fraassen, F. Suppe, W. Stegmüller y otros) y en especial por la Escuela Estructuralista (W. Stegmüller, J. Sneed, W. Baltzer y U. Moulines y, entre nosotros, C. Lorenzano y P. Lorenzano), pueden ser esencialmente caracterizadas como: (i) una cierta estructura formal, compuesta por un universo de individuos y un conjunto de relaciones

* Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina. Universidad Tecnológica Nacional, Mendoza, Argentina

definidas sobre ellos, (ii) al menos un dominio de la realidad, a través del cual se instancian los signos del formalismo de tal manera que la estructura cobra un sentido empírico, por hablar así, pues de otro modo tendríamos sólo una estructura matemática.

Como es sabido, un escorzo de la realidad deviene un modelo de la teoría si en él los individuos y sus relaciones se comportan de acuerdo con la estructura de la que tales individuos y relaciones son instanciaciones. De esta manera, las escuelas de la concepción semántica evaden el problema de la universalidad irrestricta de las leyes y del modelo cósmico (Lorenzano 2007). Al mismo tiempo, ellas proveen de un sentido al modo de hablar de quienes practican la ciencia invocando continuamente pretendidas 'leyes naturales' pues, -paradójicamente y así entendidas- las leyes científicas mantienen el carácter irrestricto e irrefutable en virtud de una cierta aprioridad. ellas se cumplen inexorablemente en sus modelos y cuando no se cumplen es -en general- porque el pretendido modelo no es modelo de ella. Aquí yerra el científico, aunque no la teoría, al creer que la realidad se comporta de una determinada manera. Como decía Stegmüller: 'mal artesano aquél que le hecha la culpa a su herramienta'.

Pero si esto es así, entonces hablar de 'leyes naturales' en química o biología, es una denominación un tanto incorrecta puesto que adviene al formalismo por denominación extrínseca derivada del campo de aplicación. Nosotros pretendemos ilustrar esta situación de prescindencia de campos específicos en el caso de la Moderna Síntesis o teoría sintética que pretende dar cuenta de la evolución biológica a través de una ley natural fundamental que ésta teoría hace suya. Como se verá a continuación, esta ley fundamental que muchos consideran sólo propia de la biología, también se cumple en el terreno de la bioquímica y fuera del ámbito de la vida. Finalmente, nuestra contribución tratará de clarificar en qué sentido puede hablarse de leyes de la biología, tema intensamente debatido a partir de la obra de J. Smart (1963)

La moderna síntesis

Al entrar al terreno de la evolución biológica se deben tener en cuenta dos puntos esenciales, al menos: 1) La teoría de la evolución es la elucidación de los mecanismos que dan origen a las especies. En este sentido debe recordarse el apropiado título de la obra de Darwin: *The Origin of Species*. 2) La teoría de la evolución, en el sentido anteriormente definido, debe ser distinguida claramente de la teoría de la realidad de la evolución. Esto es, de la afirmación que el proceso de evolución biológica u origen natural de la especie existió. Para evitar confusiones, llamamos a (1) 'teoría de los mecanismos de la evolución' y a (2) 'teoría o hipótesis de la realidad de la evolución'. Advértase que esta distinción es absolutamente necesaria pues se puede estar de

acuerdo -como es sentencia común en la comunidad científica- en que la evolución biológica existió y, sin embargo, estar en desacuerdo sobre cuáles mecanismos son los responsables del proceso.

Hoy existen al menos cuatro teorías de la evolución en el sentido de (1), las cuales compiten fuertemente entre sí, como un día lo hicieron la mecánica newtoniana y la cartesiana. Estas cuatro teorías de los mecanismos de la evolución son: la Moderna Síntesis (representada hoy por F. Ayala y L. Stebbins), la simbiótica (L. Margulis y J. Sapp), la de la autoorganización (S. Kaufmann) y la estructuralista (B. Godwin y G. Webster). Si se pasa por alto la distinción entre teoría de los mecanismos de la evolución y teoría de la realidad de la evolución, entonces no se puede entender la actual situación académica de la biología evolutiva que es la de una dura lucha entre escuelas.

Examinemos sumariamente el tipo de oposición que tiene lugar entre estas teorías. La comparación con la lucha entre cartesianos y newtonianos podría parecer exagerada. Pero tiene su justificación. Usando la terminología de Kuhn, ambas físicas eran inconmensurables. Para Newton el espacio era vacío y en él operaba la acción a distancia, mientras que para los cartesianos el espacio estaba lleno de diminutos átomos y la acción a distancia o gravedad no era una hipótesis científica sino la apelación a algo mágico que Newton se comprometió a justificar y nunca lo hizo (Lakatos 1978, ver también ahí la carta de Newton a Bentley del 25/2/1693). Sin embargo, ambas teorías pretendían dar cuenta de los mismos fenómenos, por ejemplo, la inercia.

A diferencia de esta situación, las diversas teorías sobre la evolución comparten conceptos comunes, como gene, genotipo, cariotipo, fenotipo, mutación, etc. y también las llamadas 'leyes de Mendel'. Por usar la misma terminología, son conmensurables pues no introducen conceptos que las otras perspectivas no acepten. Ahora, si recordamos el lema de la lógica aristotélica que los contrarios están en un mismo género, entonces se puede entender que las teorías biológicas evolutivas se comportan más entre sí como teorías competentes que las físicas de Newton y Descartes. Éstas fueron consideradas competentes sólo porque intentaban resolver los mismos problemas, mientras que aquellas comparten todas las nociones centrales. En vista de esta comunidad de conceptos se podría creer en la posibilidad una futura teoría integradora y pluralista, algo sugerido por Gould (1982). Sin embargo, L. Stebbins y F. Ayala expresamente rechazan esta posibilidad en un artículo cuyo título prácticamente es una respuesta 'Is necessary a New Síntesis?' (1981).

Si escuchamos la voz de protagonistas de esta beligerancia pocas dudas caben de la importancia de las diferencias. S. Kauffman, quien desde la biofísica apela a la formación espontánea de orden, nos dice:

'The order of organism is natural, not merely the unexpected triumph of natural selection. For example, I shall later give strong grounds to think that the homeostatic stability of cells (the biological inertia that keeps a liver cell, say, from turning into a muscle cell), the number of cell types in an organism compared with the number of its genes, and other features are not changes result of Darwinian selection, but part of the order free afforded by the self-organization in genomic regulatory networks' (p. 23 y ss).

Desde los cuarteles de la teoría simbiótica, J. Sapp y L. Margulis nos dicen:

'The Modern Synthesis did not deal with the great transitions of life: the genesis of bacteria and of protists, and the multicellularity of plants and animals [. . .] These aspects of biology required a new molecular comparative approach to examining changes occurring at the level of DNA, RNA, and proteins. A new field, molecular evolution, emerged the 1960s and 1970s that conflicted with the aims, methods, and doctrines of classical neo-Darwinism' (p 156)

Como puede verse en estos textos e innumerables más, estas dos escuelas no están dispuestas a conceder a la Moderna Síntesis el honor de explicar el origen de las especies y de los grandes pasos de la evolución biológica. No pareciera existir pues conciliación posible aquí.

Nos concentramos ahora en la teoría neodarwiniana, tal como es sostenida actualmente por F. Ayala (2007), quien –por hablar informalmente- puede ser considerado un líder de esa escuela. Según esta teoría, la ley fundamental de la evolución –esto es, la ley que caracteriza a su propia teoría frente a las otras- puede ser descripta en su más extensa generalidad de la siguiente forma.

Se parte de una población de individuos que se reproducen y cuyo éxito reproductivo está en función de su capacidad de enfrentar exitosamente las demandas del medio o, por hablar de otra manera, de la selección natural. Los individuos (organismos) se presentan ante tribunal de la selección natural y ésta selecciona (o lleva a la extinción) fenotipos, pero no genes o genotipos, aunque estos últimos son quienes determinan el fenotipo.

Advirtamos los conceptos y relaciones fundamentales que dan vida a esta escueta caracterización: *Fenotipo, Genotipo, Reproducibilidad, Selección Natural, Adaptación, Extinción.*

Antes de proseguir es crucial dilucidar cuál es la voz autorizada de la Moderna Síntesis, pues podría argumentarse que, sin negar, sus méritos, esa voz no es la de Ayala o, al menos, no la única. Ciertamente, aquí hay que dirigir la mirada a los reconocidos fundadores de la Moderna Síntesis: cómo pensaron el mecanismo evolutivo y cómo lo aplicaron. En otras palabras, identificar una teoría es atender a sus fundadores y a los problemas que intentaron resolver (puzzles) y a los modos cómo utilizaron la teoría para su resolución (ejemplares) Razón tiene Moulines cuando nos advierte que en la identificación de una teoría —en este caso la Moderna Síntesis— hay elementos pragmáticos insoslayables (Moulines, 340 y 357).

Existe hoy una controversia sobre quiénes fueron los artífices de la Moderna Síntesis y cuáles son las tesis centrales de ésta, controversia en parte originada por la infundada creencia que la Moderna Síntesis fue un producto exclusivamente anglo-norteamericano, dejando de este modo de lado las contribuciones pioneras de rusos, alemanes y franceses (Reif et al, 2000). De cualquier manera, todos los participantes de este debate reconocen unánimemente entre los artífices a Ernest Mayr y Georg G. Simpson. Atendamos a lo que nos dice el primero sobre el núcleo de la Moderna Síntesis en uno de los párrafos más conocidos y celebrados de la literatura evolucionista:

'The proponents of the synthetic theory maintain that *all* evolution is due to the accumulation of small genetic changes, guided by natural selection, and the transspecific evolution [esto es, macroevolución] is nothing but an extrapolation and magnification of the events that take place within populations and species' (Mayr, 1963, itálicas nuestras)

Por su parte Simpson, quien es considerado el evolucionista más influyente del siglo XX, repite estos conceptos en su célebre libro *El Sentido de la Evolución* (capítulo VI), donde con las nociones de mutación, gradualismo, herencia y selección natural y sus relaciones definen las fuerzas de la evolución. También el citado artículo de Reif et al. expresa lo mismo sobre el núcleo de la Moderna Síntesis, añadiendo a los conceptos de Mayr, Simpson y Ayala los de *recombinación, aislamiento* (interrupción del flujo genético) y *deriva genética*. Pero más importante aún para la caracterización de una teoría es cómo y a qué se aplica, pues revela sus ejemplares en sentido kuhneano (modelos efectivos, en la concepción de Stegmüller). Y justamente los estudios de la genealogía y evolución del *hyracoterium* al caballo moderno, hecha por Simpson, nos muestran una clara aplicación del principio enunciado por Mayr que fue transcrito más arriba (Simpson,

1951). La explicación de Simpson sobre la aparición del caballo sirvió de *paradigma* a los biólogos partidarios de la Moderna Síntesis sobre cómo se debe intentar resolver las incógnitas sobre la aparición en el registro de nuevas formas de vida.

Podríamos haber descrito la Moderna Síntesis siguiendo propuestas como las de M. Ruse (1973) o M. Williams (1970, 1973a y 1973b), por ejemplo. El primero identificando la teoría evolutiva con una axiomatización de la genética de poblaciones a partir de la ley de Hardy-Weinberg y la segunda con una axiomatización de la selección natural. Pero al obrar así habríamos confundido la Moderna Síntesis con *reconstrucciones de filósofos*, las cuales por otra parte han sido motivo de críticas. En el caso de la axiomatización de M. Williams porque —contrariamente a lo que dicen los biólogos— reduce la teoría de la evolución a la selección natural y deja de lado la teoría de la herencia. En tal sentido, no está demás recordar que la Moderna Síntesis hace suya la teoría mendeliana de la herencia.

Si el mecanismo propuesto por la Moderna Síntesis es capaz de dar cuenta del origen de las diversas especies y taxones, es algo que no juzgamos aquí. Es en este lugar donde empiezan las discusiones de las cuatro escuelas evolucionistas citadas, algo que dejamos expresamente de lado. Lo que sí nos interesa es señalar que los partidarios de la Moderna Síntesis ven en las descripciones hechas hoy por Ayala y anteriormente por Mayr y Simpson la ley fundamental de la evolución que para ellos está insita en la naturaleza pues, como científicos, creen en leyes naturales.

El Sistema Q β -Replicasa

El sistema Q β -Replicasa juega hoy un rol preponderante en las investigaciones sobre el origen de la vida, especialmente para aquellas hipótesis que afirman la primacía del RNA sobre los poliaminoácidos o proteinoides en este proceso. Más aún, se trata de un sistema que da apoyo empírico a la teoría del hiper ciclo de Eigen&Schuster (1979) y, en general, a aquellas investigaciones —como las de B. O. Küppers (1985 y 1990)— que afirman que la vida no es producto de una casualidad o accidente impredecible, en oposición a lo que sostiene J. Monod en su célebre obra *El Azar y la Necesidad*. Contrariamente, esta hipótesis sostiene que dada ciertas circunstancias usuales, la aparición de la vida es de alta probabilidad.

El sistema Q β -replicasa fue descubierto a mediados de los años 60 por el legendario Sol Spiegelman (1967 y 1971), quien desarrolló con él un programa de investigación en bioquímica y biología molecular de crucial importancia para estas disciplinas (Torres 1999 y 2000) y, además, para la protobiología, disciplina que estudia los procesos que condujeron a la aparición de la vida

terrestre. Por razones de espacio no podemos detallarlo aquí sino ir directamente a los resultados que produjo la investigación de Spiegelman y colaboradores.

En un tubo de ensayo, en presencia de nutrientes y ribonucleótidos, como elementos de base, la enzima Q β -replicasa es capaz de producir diversas entidades de RNA, que han sido llamadas por el premio Nobel Manfred Eigen 'cuasi especies moleculares'. Ellas no son simples polinucleótidos sino que se auto replican pues se pudo establecer que ellas mismas son las que instruyen a la enzima para su propia síntesis. Al igual que los organismos, las cuasi especies moleculares presentan un doble nivel: el genotipo -la estructura primaria del polinucleótido- y el fenotipo, la estructura en el espacio de la cadena de RNA. También al igual que los organismos, ellas son puestas a prueba en un proceso selectivo que instrumentan los investigadores para investigar si ellas -como sucede con los organismos- se adaptan en virtud sus características fenotípicas.

En resumen, la población final de cuasi especies moleculares es, por tanto, la resultante de un proceso de entidades replicativas (en el segundo sentido de la expresión 'self-replicating' de von Neumann), donde el fenotipo de las mismas es la clave de la adaptación a las diversas situaciones creadas en el tubo de ensayo. No sin razón, Spiegelman designó este experimento como 'neoDarwinian process in the test tube' y también 'extracellular Darwinian experiments'.

Dos conclusiones

Se puede apreciar por lo expuesto -a pesar de no presentarse aquí una formalización- que ambos procesos son en principio idénticos, dejando de lado las muchas diferencias que hay entre un organismo y una cuasi especie molecular. Es justamente esta similitud la que justificó la expresión 'neoDarwinian' para designar el proceso de replicación y adaptación de las cuasi especies moleculares. Una detallada descripción y justificación del carácter darwiniano del proceso se encuentra en Biebricher (1993). Pero un punto crucial es que las últimas no pertenecen a lo que usualmente se denomina 'el reino de la vida' o, si se quiere no son entidades biológicas en el sentido usual del término. Por ello creemos que se puede argumentar que una ley fundamental, como la que hacen suya los partidarios de la Moderna Síntesis, sólo recibe la denominación de 'ley de la evolución biológica' en función de su dominio de aplicación pero no pertenece a él exclusivamente. Como puede apreciarse, nuestra opinión es cercana a la de Richard Brandon, quien afirmaría que aquí estamos frente a una estructura a lo que proveemos de contenido biológico y bioquímico.

Se ha afirmado que también procesos de naturaleza darwiniana operan en la sociedad, la economía y aún la epistemología. Pero esta extrapolación —que aquí no analizamos ni juzgamos— no es el caso del proceso de cambio, replicación y adaptación de las quasi especies moleculares provenientes del genoma del virus Q β . Esto se debe a que se supone que hay una continuidad entre procesos análogos al descrito y los del mundo de la vida porque este mundo es una continuación del primero, hipótesis que recibió un apoyo importante tras el descubrimiento de las ribozimas. Aquí aparece la tesis de que la vida no es un fenómeno sui generis sino un incremento de la complejidad de las entidades prebióticas como fueron los polinucleótidos y, en tal sentido, el proceso de las quasi especies moleculares describe un escenario posible de los eventos que precedieron a la aparición de los primeros organismos, donde ya se encuentra el trabajo conjunto de polinucleótidos y poliaminoácidos

Es conocida la afirmación de Stegmüller y otros que no tenemos todavía una definición satisfactoria de *ley científica*. Del mismo modo tampoco tenemos una definición satisfactoria de vida. ¿Son las cuasi especies moleculares —que fluctúan entre 50 y 400 nucleótidos de extensión— entidades vivientes? No tenemos una respuesta para ello, pero sí conocemos sus propiedades que las hacen capaces de protagonizar un proceso darwiniano *stricto sensu*. Notemos que un proceso darwiniano recoge una regularidad en la naturaleza, pero eso no significa que esté atado sólo a organismos sino que trascendería ese campo, lo que a su vez explicaría la continuidad entre el mundo prebiótico y el biótico. Justamente la conocida tesis del *élan vital* proviene de la creencia que la vida posee un elemento que no está presente en la no vida. Como hoy sabemos por química y bioquímica tal elemento no ha sido identificado y es dudoso que exista.

Referencias

- Ayala, F. 2007, *Darwin y el Diseño Inteligente*, Alianza Editorial, Madrid.
- Biebricher, C. 1993, 'Darwinian selection of self-replicating RNA molecules', *Evolutionary Biology*, 16: 1-51
- Eigen, M. and Schuster, P. 1979, *The Hypercycle: a Principle of Natural Self-Organization*, Springer-Verlag, Heidelberg
- Giere, R. 1999, *Science Without Laws*. The University of Chicago Press, Chicago and London.
- Gould, S.G.: 1982, 'Darwinism and the expansion of evolutionary theory', *Science*, 216, 380-387
- Kaufman, S. 1995, *At Home in the Universe. The Search for the Laws of Self-Organization and Complexity*, Oxford University Press,
- Küppers, B.-O. 1990, *Information and the Origin of Life*, MIT Press.
- Lakatos, I. 'El efecto de Newton sobre las reglas de la ciencia', en *La Metodología de los Programas de Investigación Científica*, Alianza Editorial, 1978
- Lorenzano, P. 2007, 'Leyes fundamentales y leyes de la biología', *Scientiae Studia*, v. 5, 2, 185-214.
- Mayr, E. 1963, *Animal Species and Evolution*, Harvard University Press.
- Moulines, U. y Diez, J. A. 1999, *Fundamentos de Filosofía de la Ciencia*, Ariel.
- Reif, W-E. et al. 2000, 'The synthetic theory of evolution: general problems and the German contribution to the synthesis', *Theory in Biosciences*, 119: 41-91

- Ruse, M. 1973, *La Filosofía de la Biología*, Alianza Universidad.
- Sapp, J. 2003, *Genesis. The Evolution of Biology*. Oxford University Press.
- Simpson, G. G., 1951, *Horses*, Oxford University Press.
- Simpson, G. G. 1984, *El Sentido de la Evolución*, Eudeba (traducción del homónimo de 1951, *The Meaning of Evolution*, Yale University Press)
- Smart, J. 1963, *Philosophy and Scientific Realism*. Routledge and Kegan, London.
- Spiegelman, S. 1967, 'an in vitro analysis of a replicating molecule', *American Scientist* 55, 3, 221-258.
- Spiegelman, S. 1971, 'An approach to the experimental analysis of precellular evolution', *Quarterly Review of Biophysics*, 4, 213-254.
- Stebbins, L. and Ayala, F.: 1981, 'Is necessary a new synthesis?' *Science*, 213, n° 4511, 967-971
- Sumper, L. and Luce, R.: 1975, 'Evidence for the novo production of self replicating and environmentally adapted RNA structures by bacteriophage Q β replicase', *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 72, 162-166.
- Torres, J. M. 1999, 'On the falsification of the *Central Dogma* and *De novo* synthesis of molecular species', *Philosophia Naturalis*, 36, 1, 1-18.
- Torres, J. M. 1999, 'The effect of the hypothetical-deductive methodology on the molecular biology of RNA', *Cuadernos del Sur*, 29, 77-96.
- Williams, M.: 1970, 'Deducing consequences of evolution', *Journal of Theoretical Biology*, 29: 343-385.
- Williams, M.: 1973a, 'Falsifiable predictions of evolutionary theory', *Philosophy of Science*, 40: 518-537
- Williams, M.: 1973b, 'The logical status of natural selection and other evolutionary controversies' en M. Bunge (ed) *The Methodological Unity of Science*, reidel, Dordrecht.