
¿EXISTE ANTAGONISMO ENTRE SELECCIÓN NATURAL Y AUTORGANIZACIÓN?

JOAN RIERA^{1,2}
ANDRÉS MOYA¹

INTRODUCCIÓN

En este trabajo llevamos a cabo un análisis crítico del estudio recientemente publicado en esta revista por Marta Linde Medina, donde la autora sugiere la necesidad de una extensión de la síntesis evolutiva por inclusión de la autorganización, concepto que polariza la comprensión de la evolución frente al de selección natural. Aunque aquel concepto todavía tiene que hacerse un hueco en la confección de una teoría general de la evolución, lo cierto es que la versión de la selección natural que Linde nos ofrece le hace un flaco favor a su capacidad explicativa. Es un concepto negativo, cuando claramente existen interpretaciones positivas e, incluso de causalidad descendente, en la explicación de la evolución de las jerarquías biológicas. Nuestro objetivo no es tanto contribuir al debate como reclamar una presentación más equilibrada de la historia reciente de la biología evolutiva moderna con base en los logros explicativos de la selección natural.

BIOLOGÍA EVOLUTIVA SIEMPRE EN CLAVE DE POLÉMICA

Existen en biología polémicas que vienen y van, y sigue existiendo la visión equivocada de que toda polémica es siempre exitosa porque al avivar el debate aflorarán ideas nuevas. El reduccionismo, el darwinismo y el desarrollo embriológico continúan siendo los principales tópicos sobre los que gira el debate en biología, pero cuando los argumentos utilizados se basan en confusiones, sesgos y malas interpretaciones el debate se empobrece. En este sentido, desde una perspectiva holista y después de exponer las sucesivas aproximaciones al estudio del desarrollo que la evolución de la biología molecular nos ha brindado, como si fueran simples versiones

1 Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Universitat de València, España.

2 Departament de Ciències, Escola La Salle, Sant Celoni, Barcelona, España.
andresmoya@uv.es

Este texto comenta el artículo de Marta Linde Medina, "Natural selection and self-organization: A deep dichotomy in the study of organic form," *Ludus Vitalis*, vol. XVIII, num. 34, 2010, pp. 25-56. Available at www.ludusvitalis.org/debate

fallidas en el intento de explicar la ontogenia (The genetic programme version 1.0, 2.0 and 3.0), Linde nos presenta la versión fisicalista de la Evo-Devo, la autorganización, como una alternativa seria al paradigma darwiniano actual.

Es innegable que el método reduccionista ha conformado la mayor parte de la ciencia del pasado siglo y sigue aún vigente, con matices si se quiere, pero vigente al fin y al cabo. Tal aproximación a la investigación ya sea metodológica, epistemológica o de otro tipo, especialmente en el seno de la biología, es la que sufre la crítica, no precisamente constructiva, de los llamados holistas. Desafortunadamente, expresiones del tipo “nueva biología”, “el fracaso del reduccionismo”, “necesidad de un nuevo programa” son habituales en la reciente literatura. Tal postura es el producto de una lectura radical de lo que significa el reduccionismo. Los holistas tienen que admitir —pero no pueden hacerlo— que el reduccionismo que están atacando no es el reduccionismo equilibrado y prudente con el que trabajan los científicos. Así las cosas, mientras la biología molecular cosechó éxitos, el antirreduccionismo fue algo menos que latente y ante los fracasos iniciales frente a determinadas preguntas, rápidamente los antirreduccionistas dijeron que éstos eran debidos al mal enfoque del reduccionismo.

LA RELACIÓN GENOTIPO-FENOTIPO

La relación genotipo-fenotipo es uno de los mejores ejemplos en los que del éxito se pasó al fracaso (¿realmente fue un fracaso?) y de nuevo al éxito. La primera caracterización funcional de los genes, la famosa “un gen, una enzima” de Beadle y Tatum de los años cincuenta, ofreció un primer hilo conductor en la investigación del mapeo genotipo-fenotipo. ¿Nos ha de extrañar que la investigación siguiera este hilo conductor “reduccionista” cuando nada se sabía sobre la naturaleza del genoma, sobre la síntesis de proteínas y sobre la regulación de la expresión génica? Creemos que no. Todo ello enriqueció la comprensión del funcionamiento celular. En años posteriores, se demostró que la relación de uno-a-uno entre gen y enzima no es tal en el mundo eucariota y esto no es precisamente una muestra de ningún fracaso de la teoría anterior, sino un ejemplo de éxito, porque a partir de cierto hilo conductor se obtuvo un nuevo conocimiento mucho más cercano a la realidad. ¿Nos ha de extrañar también que en los años sesenta se propusiera el primer modelo de regulación génica, el modelo del operón bacteriano de Jacob y Monod, y que los investigadores se ilusionaran y siguieran adelante con tal propuesta, cuando nada se sabía de la regulación génica? Pensamos que no, aunque posteriormente otros datos empíricos demostrasen que no era un modelo apropiado en eucariotas, y de nuevo, el establecimiento de un primer modelo supuso el poder dar los primeros pasos. A la vista de todo ello, ¿cómo valorar los

resultados de la biología molecular del desarrollo? ¿Quién podía pronosticar que la reduccionista biología molecular formaría algún día parte del método de investigación y de la explicación del desarrollo embriológico? La defensa explícita en estos términos del éxito de la biología molecular ha sido calificada a veces como *genocentrismo*. Esta es otra acusación injusta producto de confundir causas con condiciones necesarias: los genes son la causa del desarrollo, el cual necesita a su vez de otras condiciones necesarias como las modificaciones epigenéticas o la presencia en el genoma de regiones no codificantes, que actúan como interruptores génicos. Pero sin genes no hay desarrollo ni evolución. Todo ello nos lleva a que no se debe confundir el “respeto” por los genes con la “obsesión” por los genes y posiblemente ningún biólogo ni filósofo de la biología que practique el reduccionismo moderado lo haga. Es más probable encontrar alguien que niegue la importancia de los genes que alguien que afirme que “todo” está en los genes. Es más, con el desarrollo de la moderna biología molecular de la célula durante los años ochenta se ha abandonado cierta forma de reduccionismo y se ha vuelto a situar a la célula en el lugar que le corresponde (Morange 2001). De esta manera, la biología molecular de la célula representa “an interfield explanation of living phenomena, relating a description and an interpretation localized at different levels of organization” (Morange 1997, p. 369). Por el contrario, Linde nos presenta a la biología del siglo XXI como una disciplina dominada por una nueva y curiosa forma de reduccionismo mecanicista (el darwinismo) y aferrada aún a la idea de que la forma está codificada en los genes para posteriormente, partiendo de estas dos premisas erróneas, proponer la autorganización como motor de la evolución. ¿Realmente lo primero justifica lo segundo?

La relación lineal entre genotipo y fenotipo ya hace mucho tiempo que está fuera de escena. Si con el ejemplo del grafito y del diamante Linde quiere decir que de la secuencia del DNA no se deriva el fenotipo de un individuo, está diciendo una obviedad. Es un error pensar que el reduccionismo pretende reducir una propiedad de un macroobjeto a una propiedad única de un microobjeto de un nivel de organización inferior. El hecho de que las propiedades y las entidades básicas de un nivel sean diferentes de las propiedades y entidades básicas de otro nivel no es inconsistente con la reducibilidad (Wimsatt 1976). En términos generales, lo que el reduccionismo realmente defiende es que una macropropiedad de un macroobjeto es explicativamente reducida a las propiedades de los microobjetos que lo constituyen y a las relaciones que se establecen entre estos objetos, es decir, a la relación mereológica suministrada por el modelo de ontología por niveles se le añade una relación ontológica horizontal. Todo ello nos lleva a considerar que lo que ataca la posición antirreduccionista es en realidad una mala comprensión de lo que la posición reduccionista sostiene.

SELECCIÓN NATURAL COMO CONCEPTO NEGATIVO

Una muestra del éxito de tal programa analítico nos lo brinda la biología molecular, con su caracterización de los componentes y de los mecanismos que hacen posible la existencia y la reproducción de los seres vivos y, por extensión, la evolución de los mismos. No en vano el biólogo molecular antirreduccionista Van Regenmortel (2004) afirma que “extreme holism, according to which everything is connected, certainly does not provide a methodological alternative”.

Por otro lado Linde sostiene que el hecho de que la selección natural esté relacionada en su origen con la física del siglo XIX supone un lastre que acaba devaluando lo que es un ser vivo, negándole su capacidad generativa. Sin embargo, curiosamente la autora no tiene ningún reparo en apoyarse en las ciencias de la complejidad (producto de las disciplinas más reduccionistas que existen, la física y las matemáticas) para defender un holismo basado en premisas erróneas. Una muestra de esto último serían afirmaciones del tipo “(...) self-organization, not natural selection, is the creative factor in evolution.” (p. 46), lo cual es el producto de confundir el cómo se generan las novedades biológicas con la manera cómo discurre el proceso evolutivo. Es cierta la existencia de corrientes que muestran a la selección natural como un mero agente depurador, pero también cabe concebirla en una dimensión creativa. Más aún, existe una posible relación entre la selección natural y la causación descendente que hemos examinado detalladamente en otro lado (Martínez y Moya 2009, 2011). Precisamente lo que nos enseña desde una perspectiva internalista la versión más fructífera de la Evo-Devo (Carroll 2005), que Linde califica como genocéntrica, es la enorme capacidad que tienen los seres vivos para generar variabilidad, lo cual nos demuestra, una vez más, el papel central que ocupa la célula en la biología moderna. La selección natural, que ocurre en todos los niveles de la organización biológica, es ciega para estos mecanismos generadores de variabilidad.

¿DICOTOMÍA O COMPLEMENTARIEDAD?

Ahora ya conocemos y somos capaces de explicar la capacidad de la materia para autorganizarse en determinadas circunstancias. Y para saberlo no era necesario, probablemente, esperar al suficiente desarrollo de las matemáticas y de la computación, tal y como sostiene Linde. De la utilización de simulaciones por ordenador no se sigue que sepamos cómo se organiza la materia *viva* y mucho menos que la autorganización sea una alternativa a la selección natural. No compartimos su noción de dicotomía profunda entre selección natural y autorganización para el estudio de la evolución de la forma orgánica. No olvidemos que una cosa son los depurados conceptos matemáticos y ecuaciones que manejan las ciencias de la complejidad y otra muy distinta la complejidad celular, con sus redes

génicas superpuestas, con sus redundancias, sus *feed-backs*, sus pleiotropías, etc. La autorganización se explica mediante las propiedades físicas de la materia; sería por lo tanto una explicación fisiológica, mientras que la selección natural es una explicación evolutiva que explica el origen de los componentes que se autorganizan. Ambas explicaciones son distintas y sistemáticamente confundidas por los defensores de la autorganización. Los ácidos nucleicos y las proteínas son los elementos esenciales de los sistemas vivos. Los primeros, formando el genoma, acumulan y transmiten información codificada; los segundos, codificados en el genoma, son los principales componentes de la maquinaria celular y por lo tanto, los principales responsables directos o indirectos de las funciones de los organismos. Su modo de autorganizarse es sorprendente. Pero desde los conocimientos actuales en biología molecular parece difícil aceptar que la autorganización sea el principal motor evolutivo. Para ilustrar tal idea basta con pensar en la ingente cantidad de mutaciones que se despliegan a lo largo de la ontogenia de un individuo (que se autorganiza), mutaciones cuya mayor parte acaban teniendo un efecto letal sobre el mismo. El que exhiba autorganización no le exime de su eventual desaparición. Son otros, que también manifiestan autorganización, los que sobreviven. Por lo tanto, y en todo caso, no existe a nuestro juicio una tal dicotomía. En todo caso el internalismo autorganizativo no puede estar ajeno al externalismo de la selección natural, y no está claro todavía en qué medida aquel es un requisito para la evolución, cuando este último está probado y demostrado en una amplia mayoría de situaciones.

La autorganización es vista como una precondition para la evolución. La postura que Linde y otros, como S. Newman, defienden es que los mecanismos físicos genéricos y sus propiedades presentes en los agregados celulares eucariotas dieron lugar al origen evolutivo del desarrollo. Los mecanismos genéticos, más tardíos, simplemente estabilizarían la entidad ya autorganizada. Estos autores asumen el papel causal de las propiedades físicas en un escenario eucariota multicelular y no dan cuenta de que: primero, casi tres cuartas partes de los 3 800 millones de años de evolución biológica corresponden a evolución procariota; segundo, existen procariotas capaces de formar agregados celulares y algunos de ellos exhiben cierta diferenciación celular en alguna etapa del ciclo celular, y tercero, existe una fase temporal de transición de eucariota unicelular a eucariota pluricelular. Por lo tanto, es difícil imaginar que tales propiedades físicas genéricas se hayan manifestado solamente en eucariotas multicelulares y no en los procariotas que exhiben disposición gregaria y es más difícil de comprender, si cabe, que no hayan existido mecanismos genéticos del desarrollo lo suficientemente estabilizadores hasta la aparición de los primeros eucariotas pluricelulares hará unos 1 200 millones de

años, teniendo en cuenta que los genes y su regulación ya llevaban 2 600 millones de años en activo.

Ningún darwinista moderno piensa que todos los cambios evolutivos en los diferentes niveles de la organización biológica sean debidos necesariamente a la selección natural, cosa que incluso el propio Darwin ya tenía perfectamente clara y que formuló en los siguientes términos:

[...] and it has been stated that I attribute the modification of species exclusively to natural selection [...]. I am convinced that natural selection has been the main but not the exclusive means of modification. This has been of no avail. Great is the power of steady misrepresentation (Darwin 1872, p. 421).

Actualmente la selección natural, la mutación y el azar representan las tres dimensiones explicativas de la evolución biológica (para una revisión ver Moya y Latorre 2004). Es lo que llamamos la 'síntesis moderna expandida'. El considerar o no la autorganización como una dimensión explicativa más, no reducible a cualquiera de las otras tres dimensiones, dependerá de si las explicaciones de las innovaciones evolutivas quedan o no cubiertas por las dimensiones de la teoría clásica extendida, lo que es lo mismo que decir que podríamos admitir la dimensión de la autorganización en tanto en cuanto encontrásemos algún fenómeno evolutivo que no pudiera explicarse por la acción única o combinada de la mutación, del azar y de la selección natural (Fontdevila 2011). Todo ello nos lleva a considerar si la oposición entre autorganización y selección natural que Linde sostiene existe realmente en el mundo natural o es simplemente un artefacto inventado para intentar justificar la necesidad de un nuevo paradigma evolutivo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos SAF2009-13032-C02-01 y GVPRE/2008/010 del Ministerio de Ciencia y Educación, Generalitat Valenciana, España, respectivamente.

REFERENCIAS

- Carroll, S. B. (2005), *Endless Forms Most Beautiful*. London: Phoenix.
- Darwin, C. (1872), *The Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. London: John Murray, 6th ed. En: www.darwin-online.org.uk.
- Fontdevila, A. (2011), *The Dynamic Genome. A Darwinian Approach*. Oxford: Oxford University Press.
- Martínez, M. y Moya, A. (2009), "Selección natural, creatividad y causalidad," *Teorema* XXVIII/2: 71-94.
- Martínez, M. and Moya, A. 2011. "Natural selection and multi-level causation," *Philos. Theor. Biol.* 3: e202.
- Morange, M. (1997), "The transformation of molecular biology on contact with higher organisms, 1960-1980: from a molecular description to a molecular explanation," *Hist. Philos. Life Sci.* 19: 369-93.
- Morange, M. (2001), "A successful form of reductionism," *The Biochemist* 23: 37-39.
- Moya, A. y Latorre, A. (2004), "Las concepciones internalista y externalista de la evolución biológica," *Ludus Vitalis* XII (21): 179-196.
- Van Regenmortel, M. H. V. (2004), "Reductionism and complexity in molecular biology," *EMBO Reports* 5: 1016-1020.
- Wimsatt, W. C. (1976), "Reductionism, levels of organization and the mind-body problem," in Gordon G. Globus, et al. (eds.), *Consciousness and the Brain: A Scientific and Philosophical Inquiry*. Plenum Press, New York.