

SOBRE EL MECANISMO EVOLUTIVO Y EVO-DEVO: DISCUSIÓN CRÍTICA DE PRIETO SANTANA (2011)

*ON THE EVOLUTIONARY MECHANISM AND EVO-DEVO:
CRITICAL DISCUSSION ABOUT PRIETO SANTANA*

Víctor M. Longa Martínez

AULA DE ENCUENTRO • NÚM. 15 • pp. 141 - 153 • JULIO 2013

RESUMEN

Este artículo discute críticamente el trabajo de Prieto Santana (2011), que pretende ofrecer algunas claves para enseñar en la Educación Secundaria una visión científica del mundo natural. Mi trabajo muestra que la discusión de esta autora, centrada en tratar de armonizar ciencia y religión, puede servir para propósitos teológicos o religiosos, pero difícilmente tiene cabida en un currículum centrado en la enseñanza de la ciencia. En concreto, discuto dos aspectos errados del referido trabajo: (1) la afirmación de que la noción de ‘diseño chapucero’ caracteriza las relaciones entre la biología y Dios, y (2) la afirmación de que la corriente evo-devo (biología evolutiva del desarrollo), representa una sinergia entre ciencia y religión.

PALABRAS CLAVE

Evolución, desarrollo, diseño chapucero, selección natural, Evo-Devo, enseñanza secundaria.

ABSTRACT

This article critically discusses Prieto Santana's paper (2011), which aims to provide some keys to teach a scientific view of the natural world in Secondary Education. My work shows that Prieto Santana's discussion, which tries to reconcile science and religion, can serve theological and religious purposes, but it can be hardly implemented in a curriculum focused on teaching science. More concretely, I discuss two points of the aforementioned paper which are seriously misguided: (1) the claim that the notion of 'clumsy design' characterizes the relationships between biology and God, and (2) the claim that evo-devo (evolutionary developmental biology), represents a synergy between science and religion.

KEY WORDS

Evolution, development, clumsy design, natural selection, Evo-Devo, secondary school.

1. INTRODUCCIÓN

María Dolores Prieto Santana ha publicado en el número 14 de *Aula de Encuentro*, correspondiente a 2011, un breve trabajo (citado como Prieto Santana, 2011) sobre las relaciones entre la ciencia y la religión, tratando de armonizar ambos planos en un mismo marco, implementable en el nivel de la Enseñanza Secundaria (12-16 años). Su objetivo es ofrecer algunas claves para que “*el profesorado de Secundaria haga un esfuerzo para recuperar la sinergia perdida entre ciencia, filosofía y religión*” (Prieto Santana, 2011: 168), sobre la base de que “*Es necesaria y urgente una reelaboración conceptual en el imaginario del profesorado*” (Prieto Santana, 2011: 169). Esta necesidad deriva según la autora de que “*Uno de los elementos incluidos en las competencias para la Educación Secundaria es el de la adquisición, al nivel de formulación mental de 12-16 años, de una visión científica del mundo natural*” (Prieto Santana, 2011: 164).

Aunque el objetivo de inculcar una visión científica de la naturaleza a los alumnos de ese tramo académico es una necesidad, y por ello todas las propuestas que puedan mejorar la enseñanza actual deben ser bienvenidas, no es éste el caso de la de Prieto Santana, pues esta autora pretende acometer ese objetivo de una manera enormemente confusa, que mezcla por un lado la perspectiva científica, por otro la religiosa-teológica, y en tercer lugar, las percepciones *folk* de los alumnos y de la sociedad en general, del estilo de “*la existencia del dolor, de la muerte, de la guerra, del sufrimiento de los inocentes*”, algo que es “*un grave obstáculo para creer*” (Prieto Santana, 2011: 164). Lo que pretende la referida autora es tratar de congeniar todas esas perspectivas. Pero tales perspectivas son demasiado diferentes, lo cual hace muy difícil la tarea.

Con ello, la propuesta de Prieto Santana en realidad no ayuda nada al objetivo formulado por ella misma, la adquisición de una visión científica del mundo natural. La razón es obvia: su discusión sería válida por ejemplo para un currículum de Teología o de Religión, pero de ningún modo para uno dirigido a la enseñanza-aprendizaje de materias científicas en la Educación Secundaria. Lo cierto es que ciencia y religión son dos ámbitos completamente diferentes. Esto no significa que sean incompatibles: como señala Ayala (1994: 24), la ciencia y su sistema de conocimiento no es ‘antirreligiosa’, sino ‘no religiosa’ (como cualquier otra teoría científica), nociones ambas que son muy diferentes. Esto significa que un científico puede creer en Dios: el hecho de que Dios no sea necesario para explicar la naturaleza no significa que no pueda existir una divinidad, o asumir su existencia (cuestión diferente es la explicación naturalista de la religión, en la línea por ejemplo de Dennett, 2006, Pyysiäinen y Hauser, 2009 o Atran y Henrich, 2010). Pero, sin duda, lo señalado está muy alejado de una perspectiva científica.

Más allá de ello, sin embargo, mi propósito no es el de abordar las relaciones entre ciencia y religión (siempre difíciles y conflictivas), sino comentar de manera crítica algunas concepciones desafortunadas de Prieto Santana, que parecen plasmar una deficiente comprensión de los procesos evolutivos, así como de algunas de las corrientes que tratan de dar cuenta de ellos. En concreto, me centraré en dos de esas concepciones, que disponen de extensas implicaciones: por un lado, el apartado 1 de mi trabajo discute el tratamiento que efectúa Prieto Santana (2011) de la noción de ‘diseño chapucero’, noción que, a su juicio, alude centralmente a las relaciones entre la biología y Dios; por su parte, el apartado 2 analiza la muy sorprendente (y errada) afirmación de que la corriente conocida como evo-devo (biología evolutiva del desarrollo) representa una sinergia entre ciencia y religión. A la luz de ambos aspectos, la propuesta de Prieto Santana, que de entrada es ya difícilmente implementable en la adquisición-aprendizaje de una visión científica del mundo natural, se convierte en completamente inservible. Finalmente, el apartado 3 sintetiza las principales conclusiones del trabajo.

2. EL ‘DISEÑO CHAPUCERO’

Prieto Santana (2011) contrapone dos nociones de diseño: el ‘diseño inteligente’ (idea de que el orden natural muestra la existencia de un creador, Dios) por un lado y el ‘diseño chapucero’ (idea de que el orden es generado por los propios procesos evolutivos, sin ninguna intervención externa, divina) por otro. A ese respecto, Prieto Santana (2011: 165) señala correctamente que “*la presunta teoría del ‘Diseño inteligente’ carece de base científica*”, y que los argumentos de esa teoría “*tienen una enorme debilidad*”; pero al tiempo, paradójicamente, otorga estatus científico a la discusión planteada entre las dos nociones de diseño: “*El argumento es claro: si todo depende de Dios, si Dios es tan poderoso como dicen, ¿por qué no impide el mal, el sufrimiento de los inocentes? Aquí está el problema de fondo del debate científico entre ‘Diseño inteligente’ y lo que en algunos lugares empieza a llamarse ‘Diseño chapucero’*” (Prieto Santana, 2011: 164).

Pero, más allá de lo señalado, el principal problema del tratamiento de la noción de ‘diseño chapucero’ por parte de Prieto Santana consiste en que su presentación de esa noción la extrae por completo fuera de contexto. Según la autora, el diseño chapucero alude primariamente a las relaciones entre ciencia y religión; por ejemplo, a su juicio ese diseño chapucero es “*un intento de salvar del sadismo al Dios amoroso*” (Prieto Santana, 2011: 164). También escribe, de manera aún más clara, que “*En el fondo, la problemática del ‘Diseño chapucero’ se refiere a las complejas relaciones entre la biología y Dios*” (Prieto Santana, 2011: 169). Lo cierto es que la noción de diseño chapucero, que frente a lo que sostiene Prieto Santana en la cita aducida en el párrafo previo, no es novedosa, sino perfectamente asentada en el pensamiento biológico desde hace ya mucho tiempo, no se refiere a la relación entre la biología y Dios, sino que alude directamente a los procesos y mecanismos evolutivos, que son ‘ciegos’, esto es, imposibilitados de ‘ver hacia adelante’ para anticipar o prever necesidades. Sin la presentación de este aspecto, la cuestión del diseño chapucero es, como señalé antes, extraída fuera de contexto, lo cual motiva, entre otros aspectos, que los ‘fallos funcionales’ o ‘chapuzas’ que según Prieto Santana caracterizan al mundo natural en realidad no sean tales, sino soluciones adoptadas por un proceso ciego, que trabaja únicamente en el ‘aquí y ahora’, y que debe operar con los materiales que tiene a su disposición en cada momento: sostener que ese proceso está lleno de fallos implica adoptar una perspectiva de ‘superingeniero’ que ve el proceso *a posteriori* (de manera ajena a cómo trabaja la evolución), sin tener en cuenta las características del propio proceso. Paso a desarrollar ese aspecto, para aportar el contexto necesario.

El diseño chapucero tiene exclusivamente que ver con la actuación de la evolución en general, y del mecanismo de selección natural (Darwin, 1859) en particular. Ese mecanismo (o ‘peligrosa idea de Darwin’, según Dennett, 1995, dadas sus grandes implicaciones en múltiples dominios) es, a pesar de su gran trascendencia, muy simple en sí mismo, pues implica únicamente la supervivencia y la reproducción diferencial asociada a la variabilidad genética, que determina el grado de *fitness* o eficacia biológica de los organismos². La selección actúa en aquellos organismos que difieren en su fenotipo a causa de diferencias genéticas, en el momento en que esas diferencias en los genotipos muestran grados no equivalentes de *fitness*. La actuación de la selección natural es automática (por ello, Dennett, 1995 caracteriza a este mecanismo como un ‘algoritmo’) si se cumplen cuatro condiciones: (1) existencia de variación genética entre los organismos (si todos ellos fueran iguales genéticamente, “*la supervivencia sería una pura lotería entre iguales*” en palabras de Goodwin, 1994: 42); (2) asociación de la variación a grados diferenciables de *fitness* (los organismos que posean ciertas variantes aumentarán sus posibilidades reproductivas frente a los que no dispongan de ellas); (3) reproducción (los organismos deben tener descendencia), y (4) transmisión por herencia (los rasgos eficientes deben poder transmitirse de padres a hijos). Si se producen esas condiciones, la selección se pondrá a trabajar.

Eso significa (lo cual es dejado de lado por Prieto Santana) que el llamado diseño chapucero tiene su razón de ser en que la evolución en general, y la selección natural en particular, funcionan de manera ciega, no inteligente, esto es, sin posibilidad de ver hacia adelante, lo que supone que deben operar no con lo que serían los materiales óptimos para satisfacer fines dados, sino con lo que tienen a mano en cada momento. De ahí que las soluciones no puedan ser ‘perfectas’ u ‘óptimas’, sino las mejores posibles teniendo en cuenta los materiales (esto es, la variabilidad) con que cuentan como materia prima. En otras palabras, la selección natural (y lo mismo rige para la evolución) no puede prever ni anticipar nada, como ya señaló en repetidas ocasiones Darwin (1859). Y ese no poder ver hacia adelante supone que los resultados evolutivos son ‘chapuceros’: alcanzando buenas soluciones generalmente, esas soluciones no son lo óptimas que podrían ser si las necesidades pudieran anticiparse y si se dispusiera de materiales acordes para satisfacerlas plenamente.

Esta concepción, pues, poco tiene que ver con las relaciones entre la biología y Dios, y tampoco es un intento de salvar a Dios del sadismo, como señala Prieto Santana, ni, por supuesto, es reciente. El propio Darwin (1859, 1871) fue perfectamente consciente de ella. De manera más próxima al presente, un artículo muy bien conocido, Jacob (1977), reflejó perfectamente el funcionamiento de la selección natural y la evolución en general. Según Jacob (1977: 1163-1164), la selección natural ha sido comparada a menudo con el trabajo de un ingeniero, pero según el autor francés esa equiparación es errónea por diferentes motivos:

- El ingeniero trabaja según un plan preconcebido, mientras que la evolución carece de cualquier plan.
- El ingeniero tiene a su disposición (o, si éste no es el caso, diseñará) materiales y máquinas especialmente preparadas para hacer una obra, mientras que la evolución toma lo que tiene a mano en cada momento.
- Los productos del ingeniero se acercan al nivel de la perfección posibilitada por la tecnología de ese momento, mientras que “*evolution is far from perfection*” (Jacob, 1977: 1163).
- Diferentes ingenieros que abordan el mismo problema suelen acabar por lo general produciendo el mismo resultado, o uno muy parecido, pero en el ámbito evolutivo el mismo ‘problema’ suele resolverse con soluciones muy divergentes entre sí, como sucede con la enorme diversidad de ojos en el reino animal, entre otros muchos casos.

Por todo ello, y aunque la selección natural carece de analogías con cualquier aspecto de la conducta humana, según Jacob (1977: 1163) si se quisiera entablar una comparación, se podría hacer con un ‘*tinkerer*’ (una especie de hojalatero o calderero), que toma aquellos elementos que tiene a su alcance y hace lo que puede con esos materiales improvisados. Con las propias palabras de Jacob (1977: 1163):

*Natural selection [...] works like a tinkerer—a tinkerer who does not know exactly what he is going to produce but uses whatever he finds around him whether it be pieces of string, fragments of wood, or old cardboards; in short it works like a tinkerer who uses everything at his disposal to produce some kind of workable object*³.

Eso implica que

[...] none of the materials at the tinkerer’s disposal has a precise and definite function. Each can be used in a number of different ways. In contrast with the engineer’s tools, those of the tinkerer cannot be defined by a project. What these objects have in common is ‘it might well be of some use’. For what? That depends on the opportunities (Jacob, 1977: 1164).

Por supuesto, todo lo señalado significa que la evolución a la fuerza debe actuar de manera muy lenta; difícilmente un rasgo podría surgir de la nada, como por arte de magia, sino que debe basarse en una maquinaria previa, esto es, construirse sobre capacidades preexistentes (lo contrario apuntaría a un ‘gancho celeste’ en el sentido de Dennett, 1995). A este respecto, por ejemplo, los seres humanos disponemos de funciones cognitivas inexistentes (o muy incipientes) en los animales, pero esa novedad no se basa en la aparición *ex novo* de genes (y otros recursos) nuevos, sino en utilizar (o mejor aún, reciclar) elementos preexistentes para nuevas funciones, como muestran claramente obras como Carroll (2005) o Jacob (1997). En suma, todo rasgo, teniendo en cuenta el proceso de bricolaje del que deriva, combina una mezcla de novedad y reciclaje evolutivos (cf. Longa, 2006 sobre el caso del conocido gen *FOXP2*, implicado en la embriogénesis de estructuras neurales muy importantes para el lenguaje, a pesar de su larguísima historia evolutiva en los vertebrados). Por ello, el proceso evolutivo implica introducir pequeñas modificaciones cuantitativas sobre elementos previos (que no obstante pueden producir cambios cualitativos). Como escribe Jacob (1977: 1164), “*Evolution does not produce novelties from scratch. It works on what already exists, either transforming a system to give it new functions or combining several systems to produce a more elaborate one*”.

Así pues, muchos fenómenos biológicos tienen un diseño complejo, que por su sofisticación parecen obedecer a una intención o designio claro, pero que en realidad derivan de un diseño más primitivo. Pues bien, esa complejidad biológica puede explicarse mediante un algoritmo ciego como es la selección natural (entre otros mecanismos), que Dennett (1995: 72) caracteriza mediante el ‘principio de estupidez subyacente’: muchos pasos, cada uno de ellos estúpido en sí mismo, conducen sin embargo a una apariencia de diseño. Con sus propias palabras, *Mientras que el diseño global del procedimiento puede ser brillante, o producir resultados brillantes, cada paso constituyente así como la transición entre los pasos es absolutamente simple. ¿Cómo de simple? Lo suficientemente simple para que un idiota obediente lo realice o para que un dispositivo mecánico lo lleve a cabo* (Dennett, 1995: 72).

No existe posibilidad alguna de que la evolución pueda efectuar una previsión por adelantado. Por tanto, los ‘errores’ o ‘fallos funcionales’ a los que alude Prieto Santana (2011) son sólo apreciables de ese modo (como errores o fallos) desde una perspectiva que juzga retrospectivamente (según la mirada, como señalé antes, de una especie de superingeniero); esos supuestos ‘errores’ no son sino resultados de un mecanismo que sólo puede trabajar en el ‘aquí y ahora’.

Por las razones señaladas, no se entiende bien por qué Prieto Santana (2011) afirma que el diseño chapucero es “*un intento de salvar del sadismo al Dios amoroso*” (Prieto Santana, 2011: 164), o que “*En el fondo, la problemática del ‘Diseño chapucero’ se refiere a las complejas relaciones entre la biología y Dios*” (Prieto Santana, 2011: 169). Es lícito, por descontado, que las ideas de un ámbito se apliquen a otro, pero lo que ya es menos justificable es dejar de lado el contexto original de una idea (en este caso, el ‘diseño chapucero’), sosteniendo que esa idea, de corte puramente científico, representa un intento de acercar ciencia y religión. Por ello señalaba al comienzo que la discusión de Prieto Santana, válida quizás desde una perspectiva teológica o filosófica, es vana para el objetivo para el que fue planteada: inculcar en el alumnado una visión científica del mundo natural.

3. EVO-DEVO NO ES ESO

El aspecto más extraño de Prieto Santana (2011) se refiere a la caracterización que hace de la corriente evo-devo (biología evolutiva del desarrollo) en un breve apartado, por lo demás muy confuso. Sorprendentemente, Prieto Santana sostiene que el modelo evo-devo representa la sinergia entre ciencia, filosofía y religión. En concreto, Prieto Santana (2011) señala, retomando unas palabras suyas ya citadas en la Introducción, que, dado el conflicto entre las posiciones del diseño inteligente y el diseño chapucero, “*Hoy, más que nunca, es necesario que el profesorado de Secundaria haga un esfuerzo para recuperar la sinergia perdida entre ciencia, filosofía y religión*” (Prieto Santana, 2011: 168). Según Prieto Santana (2011: 168), “*Todo el desarrollo del proyecto de sinergia se llama EVO-DEVO*”, modelo cuya emergencia “*promete una nueva síntesis para la explicación de la evolución*” (Prieto Santana, 2011: 168).

Sin embargo, y frente a la afirmación de la mencionada autora, evo-devo (con respecto a la cual Prieto Santana no ha usado ni una sola referencia directa, como se puede apreciar en la bibliografía que ha usado) no tiene nada que ver con esa supuesta sinergia entre ciencia y religión, como mostraré en este apartado. Además, y de manera más breve, abordaré otra cuestión: la existencia de diferentes evo-devos. La elección por parte de Prieto Santana de una de ellas, la de corte más geneticista (caracterizada por Prieto Santana, 2011: 168 como “*La unión entre la teoría neodarwinista de la selección natural y la genética del desarrollo*”), es una teoría que, al igual que el Neo-darwinismo, se centra únicamente en genes. Si Prieto Santana (2011: 168) pretende sostener que evo-devo puede alcanzar “*una visión ampliamente organicista del ser vivo*”, su elección es la peor posible. Paso a desarrollar los dos aspectos.

La denominada como ‘Síntesis Evolutiva’ (unión de las ideas de Darwin y los naturalistas sobre evolución y selección natural con las de los mendelianos sobre herencia; cf. sobre ella Mayr, 1991 o Gould, 2002) fue un hito fundamental, pues dio origen a la biología moderna. Sin embargo, a pesar de esa importancia, la Síntesis, y el Neo-darwinismo surgido a partir de ella, tuvieron algunos efectos perjudiciales para el propio ámbito biológico; además de originar un gencentrismo muy fuerte (idea de que los genes tienen primacía causal, por lo que centrarse en ellos implica automáticamente entender a los organismos), uno de los aspectos más negativos de la Síntesis y el Neo-darwinismo consiste en que favorecieron una disociación muy fuerte entre los planos de la filogenia y la ontogenia; en concreto, primaron el ámbito evolutivo, ignorando o dejando de lado el desarrollo, aspecto en el que existe un consenso absoluto (cf. Carroll, 2005: 6-8; Gilbert, 2003: 470-471; Gilbert y Burian, 2003: 68-69; Griffiths y Gray, 2001: 195; Jablonka y Lamb, 2005: 27; Robert, 2002: 592; Robert *et al.*, 2001: 954 o Weber y Depew, 2001: 239, entre otros muchos; para una visión en profundidad de las causas de esa disociación, cf. Amundson, 2007 y Robert, 2004). Dos razones principales subyacen a la comentada ruptura entre evolución y desarrollo: por un lado, a partir de la Síntesis Evolutiva, la genética de poblaciones se convirtió en la disciplina central de la biología evolutiva; dado que esa disciplina estudia el cambio gradual de frecuencias génicas en el nivel poblacional, la evolución fue concebida como un proceso que afecta a poblaciones y no a individuos, lo cual, como apunta Moore (2001: 167), condujo necesariamente a una teoría no desarrollista. Por otro lado, desde la propia Síntesis Evolutiva, se consideró que el desarrollo implicaba muy diferentes explicaciones para muy diferentes animales (Carroll, 2005: 6).

Ese desacuerdo entre filogenia y ontogenia ha sido precisamente solventado por evo-devo (cf. sobre esta corriente Balari y Lorenzo, 2009; Baguñá y García-Fernández, 2003; Carroll, 2005; Carroll, 2008; Carroll *et al.*, 2004; Carroll *et al.*, 2008; Gilbert, 2003; Hall, 1999; Hall y Olson eds., 2003; Müller, 2007 o Raff, 2000, entre otros muchos), derivada de la genética del desarrollo surgida en los años 80 del siglo XX (Gilbert, 2003: 473; Griffiths y Gray, 2005: 421; Raff, 2000:

75; para una visión amplia de su génesis, cf. Gould, 2002: cap. 10)⁴, y que ha mostrado que, frente a la perspectiva tradicional de la Síntesis Evolutiva (la cual sostenía que el proceso evolutivo se producía a partir de las mutaciones acaecidas en adultos), la evolución es explicada mediante variaciones producidas en factores de desarrollo; por esa razón, Gould (2002: cap. 10) caracteriza evo-devo como la evolución del desarrollo. En concreto, esa perspectiva implica que “*evolution is biased by development*” (Raff, 2000: 78). De ese modo, el objetivo de evo-devo es “*to unveil how developmental processes and mechanisms become modified during evolution*” (Baguña y García-Fernández, 2003: 705). Tal objetivo abarca al menos los siguientes tres aspectos según Robert *et al.* (2001: 956): (1) investigar la relación entre desarrollo embrionario y evolución; (2) analizar cómo los cambios en los procesos de desarrollo pueden afectar el cambio evolutivo, y (3) desentrañar cómo ha evolucionado el propio desarrollo.

Antes señalé que una de las razones que propiciaron la disociación en la biología moderna entre los planos del desarrollo y de la evolución consistió en que desde la Síntesis Evolutiva y el Neo-darwinismo derivado de ella se consideró que el desarrollo de diferentes animales no tenía apenas nada en común. De ese modo, la asunción era que cuanto más diferentes fueran dos animales entre sí (por ejemplo, un elefante y un ratón, o un ser humano y un artrópodo), sus genes en la misma medida deberían ser muy diferentes. En este sentido, escribía Mayr (1963: 609) que “*much that has been learned about gene physiology makes it evident that the search for homologous genes is quite futile except in very close relatives*”. Pues bien, lo que ha mostrado la perspectiva evo-devo, con sus importantes hallazgos, es que esa idea se ha revelado completamente desacertada: como apunta Carroll (2005: 9-10), no sólo moscas y humanos comparten una gran parte de genes, sino que incluso ratones y humanos tienen conjuntos virtualmente idénticos de genes, lo cual significa que nuestros genes son muy antiguos filogenéticamente (cf. también Jacob, 1997 sobre esas analogías). De hecho, el desarrollo de aspectos como el plan corporal, ojos, miembros o corazones, está regido por los mismos genes de desarrollo (reguladores o de control maestro) en muy diferentes animales, lo cual se aplica incluso a los invertebrados. La diferencia, pues, no está en los genes mismos, sino en las diferencias producidas por la activación o desactivación de los genes en diferentes momentos y lugares del desarrollo. Jacob (1997: 10) caracteriza este aspecto con gran claridad:

[...] organismos que presentan formas muy diferentes están constituidos por idénticas baterías de genes. La diversidad de formas se debe a pequeños cambios en los sistemas de regulación que gobiernan la expresión de estos genes. La estructura de un animal adulto es el resultado del desarrollo del embrión que le da origen. Basta con que un gen se exprese un poco antes o un poco después en el transcurso de ese desarrollo, o que se active algo más en tejidos mínimamente diferentes, para que el producto final, el animal adulto, sufra por ello profundas modificaciones. Esta es la razón por la que, pese a las enormes diferencias existentes entre peces y mamíferos, tienen todos ellos casi los mismos genes, igual que cocodrilos y focas monje [...]. Pueden producirse variaciones considerables de formas animales en diversos niveles operando simplemente en la red de los numerosos genes reguladores que determinan el momento en que se expresa este o aquel gen.

Y a veces, esas homologías se producen en un grado sorprendente, como sucede con los genes *Hox*, comunes a la mayor parte de seres vivos y encargados, entre otros aspectos, del desarrollo del eje antero-posterior, o con el gen *PAX6* (denominado también como *eyeless*), encargado del proceso de desarrollo que conduce al ojo de múltiples animales. Tal como expone Sampedro (2002: 125), cuando la versión humana de *PAX6* se expresa de manera inducida en una mosca, el gen genera ojos allí donde se ha activado: no ojos humanos, sino ojos de mosca (cf.

también los comentarios de Jacob, 1997: 123-124 al respecto). Por ello, como sostiene Sampedro, la función de ese gen no parece haberse alterado desde hace unos 600 millones de años, y además, dado que *PAX6* regula la acción de otros muchos genes implicados en la formación del ojo, experimentos como el señalado arriba indican que los genes dispuestos en la cascada o cascadas genéticas controlada/s por él deben ser a la fuerza en gran medida los mismos en todos los animales, sean moscas o humanos. En resumen, pues, la gran contribución de evo-devo es perfectamente reflejada en las siguientes palabras de Raff (2000: 75): “*As developmental regulatory genes were cloned and sequenced—notably those of the Hox gene family, which are important in specification of the identity of insect segments—it was realized that the same regulatory genes were shared by animals with different body plans (for example, insects and vertebrates)*”.

Ese aspecto es ampliamente tratado en Carroll (2005), excelente recapitulación de evo-devo, y cuyo autor es uno de los más destacados representantes de esa corriente en la actualidad. Su libro gira en torno a la noción de *genetic tool kit* (figuradamente, ‘caja de herramientas genética’), que engloba un conjunto de genes maestros o reguladores comunes a todos los animales complejos, y encargados de regir la formación de las estructuras corporales. El libro plantea y resuelve una aparente paradoja: si los genes son tan estrechamente compartidos, ¿cómo han surgido evolutivamente las diferencias entre animales? (Carroll, 2005: 11). La respuesta tiene que ver con que la diversidad no es tanto cuestión de genes diferentes, sino del modo diferente en que se usen los mismos genes. Por tanto, idénticos genes, activados o desactivados en distintos lugares y momentos durante el desarrollo, producen drásticas diferencias en la forma animal. De ahí que las modificaciones en el *genetic tool kit* incrementen evolutivamente la complejidad y expandan la diversidad⁵.

Tras todo lo expuesto, surgen las siguientes preguntas de manera obvia: ¿dónde reside la justificación de que según Prieto Santana evo-devo represente la sinergia entre ciencia y religión?; ¿con qué base señala esta autora que evo-devo puede congeniar ambos planos? La respuesta es, me temo, tan clara como negativa: esa sinergia entre ciencia y religión no existe, con respecto a evo-devo, en ninguna parte. Como se habrá podido apreciar en la discusión anterior, evo-devo alude únicamente a genes, sin trascender a ningún ámbito que no sea puramente científico, ni por supuesto, al religioso. Por ello, realmente no se entienden las motivaciones de Prieto Santana para afirmar que “*Todo el desarrollo del proyecto de sinergia [entre ciencia y religión] se llama EVO-DEVO*”.

Si, por otro lado, la autora pretende atribuir a evo-devo la supuesta obtención de “*una visión ampliamente organicista del ser vivo*” (Prieto Santana, 2011: 168), lo cierto es que su apelación a la evo-devo derivada de la genética del desarrollo es la menos indicada. En realidad, evo-devo no es una corriente específica, frente a lo que sostiene la autora comentada, sino una perspectiva general. Así lo reconocen Hall y Olson (2003: xv), quienes señalan que “*no unified theory of evodevo exists*”, algo también apuntado por Robert (2002: 597): “*Like any field of biology, evo-devo commands a diverse range of theoretical perspectives and experimental approaches*” (cf. también la amplia discusión de Benítez-Burraco y Longa, 2010 sobre la existencia de muy diferentes evo-devos). Por tanto, que evo-devo sea una perspectiva general supone que cualquier teoría que vincule de modo robusta evolución y desarrollo será de hecho una teoría evo-devo, con independencia de los presupuestos y detalles concretos con que se implemente la relación: todas las teorías evo-devo “*share the idea that evolution is strongly constrained by the very same factors that strongly constrain the development of individuals*” (Balari y Lorenzo, 2009: 3). La corriente evo-devo elegida por Prieto Santana, la derivada de la genética del desarrollo y representada por autores como Sean Carroll, es simplemente una de las implementaciones concretas de evo-devo, junto a la cual conviven otras versiones también evo-devo, pero mucho menos geneticistas.

De todos modos, la elección de Prieto es la peor de las posibles si pretende señalar (algo que no es claro en el apartado, dado su carácter muy oscuro y confuso) que evo-devo permite alcanzar una visión organicista del ser vivo: como muestran Benítez-Burraco y Longa (2010) (cf. también Balari y Lorenzo, 2009), la teoría evo-devo derivada de la genética del desarrollo, a la que alude Prieto Santana, sigue estando, igual que el Neo-darwinismo, centrada exclusivamente en genes, por lo cual muestra las mismas limitaciones que el Neo-darwinismo para dar cuenta de los organismos en todos sus niveles biológicos, que van mucho más allá del puramente genético. En este sentido, no hay ‘nada nuevo bajo el sol’. Para ese objetivo, Prieto Santana tendría que haber adoptado otras teorías evo-devo menos geneticistas, como la teoría de los canales de herencia en paralelo de Jablonka y Lamb (2005) o especialmente la Teoría de los Sistemas de Desarrollo de Oyama (1985) (cf. Longa 2008; Lorenzo y Longa, 2009; Oyama, 1985; Oyama *et al.* eds., 2001; Robert, 2003). La adopción de un verdadero organicismo pasa, pues, por dejar de lado el predominio abusivo de los genes (o dictadura de los genes según Goodwin, 1994) que ha caracterizado a la biología neo-darwinista y que sigue caracterizando a la evo-devo geneticista (autores como Blumberg, 2005, Gottlieb, 2001, Jablonka y Lamb, 2005, Johnston, 1987, Longa y Lorenzo, 2011, Moore, 2001, Robert, 2004, así como el trabajo clásico de Lehrman, 1953, efectúan críticas al gencentristo desde la perspectiva desarrollista).

Tampoco es compatible esa evo-devo elegida por la autora con la alusión que Prieto Santana (2011: 168) efectúa a “*un discurso no lineal*”, que remite a la corriente denominada como ciencias de la complejidad. Esta teoría (cf. Goodwin, 1994; Kaufmann, 1995; Solé y Goodwin, 2000, así como Longa, 2001 y Lorenzo y Longa, 2003 para su aplicación en la evolución del lenguaje) trata cómo los sistemas complejos no lineales muestran un fuerte desfase entre el nivel de cada componente particular del sistema y el del sistema como un todo, de modo que el comportamiento global muestra propiedades emergentes, de las que no hay rastro en ninguno de los componentes del sistema considerados aisladamente. Por ello, la noción de emergencia implica relaciones impredecibles entre las partes y el todo: el todo es mucho más que la mera suma de las partes. Pues bien, según las ciencias de la complejidad, buena parte del diseño complejo se explica mediante la noción de auto-organización, responsable de generar modelos recurrentes de orden espontáneo pero robusto. Esa generación espontánea (de la cual la eusocialidad de las hormigas es un ejemplo paradigmático) implica que los patrones biológicos (y esta es una de las características principales de la mencionada corriente) no necesitan una guía estricta por parte de instrucciones genéticas, sino que surgen por defecto. De ahí la rebaja del papel de los genes propugnada por esa corriente, como señala Goodwin (1994: 19): “Los organismos no pueden reducirse a las propiedades de sus genes, sino que deben entenderse como sistemas dinámicos con propiedades distintivas que caracterizan el estado vivo”. Por tanto, si Prieto Santana pretende identificar la ciencia no lineal con evo-devo, está igualmente muy desacertada.

4. CONCLUSIONES

En este trabajo he intentado mostrar que la discusión de Prieto Santana (2011) sobre cómo congeniar ciencia y religión, tal como es implementada, podría quizás tener sentido desde la perspectiva filosófico-teológica o religiosa, pero su intento es vano desde una óptica curricular vinculada a la enseñanza-aprendizaje de una visión científica del mundo natural en estudiantes de Educación Secundaria. Desde esta perspectiva, su discusión es errada. En concreto, los aspectos problemáticos del trabajo señalado se pueden resumir en los siguientes puntos:

1. Mezclar ciencia y religión. Ambas se sitúan en planos completamente diferentes.
2. Mezclar la perspectiva científica con las percepciones *folk* de la gente, tratando de congeniar también ambas.

3. Asumir que el diseño chapucero alude en último extremo a las relaciones entre la biología y Dios. Ese concepto en realidad no tiene nada que ver con lo que señala la autora: el diseño chapucero implica que el mecanismo evolutivo es un mecanismo ciego y oportunista.
4. Asumir que en la naturaleza existen chapuzas y errores; en realidad, esos errores no son tales, sino que son el resultado de un mecanismo que no puede ver hacia adelante y que por ello trabaja con lo que tiene a mano en cada momento.
5. Asumir que existe un debate científico entre el diseño inteligente y el diseño chapucero, colocando así a ambas perspectivas en el mismo plano (y de modo incoherente, pues señala al tiempo que el diseño inteligente “*carece de base científica*” y sus argumentos “*tienen una enorme debilidad*”; Prieto Santana, 2011: 165).
6. Asumir que la perspectiva del diseño inteligente ha logrado reabrir desde otra perspectiva el debate entre ciencia y religión.
7. Sostener que evo-devo es el proyecto de sinergia entre ciencia, filosofía y religión. Evo-devo no tiene absolutamente nada que ver con eso.
8. Asumir, al tiempo, que la evo-devo geneticista puede conseguir un holismo u organicismo que explique las propiedades de los seres vivos. Ese holismo en realidad se opone a la perspectiva evo-devo geneticista, que sólo ve genes. ■

NOTAS

- 1 Este trabajo ha sido realizado al amparo del proyecto de investigación “Biolingüística: evolución, desarrollo y fósiles del lenguaje” (ref.: FFI2010-14955/FILO), subvencionado por el Ministerio de Ciencia e Innovación y cofinanciado parcialmente por fondos FEDER.
- 2 Aunque el Neo-darwinismo consideró (y sigue considerando) el genotipo como el único *locus* de la selección natural, de modo que vinculó la actuación de este mecanismo con el plano genético exclusivamente, en la actualidad esa idea está siendo muy cuestionada, pues, según una visión más pluralista, la selección natural actúa en múltiples niveles de organización biológica (cf. la amplia discusión de Okasha, 2006). De todos modos, no entro en esta cuestión por no ser central para el presente trabajo.
- 3 De manera similar, pero mucho más recientemente, Marcus (2008) ha caracterizado a la evolución, en un sentido similar al de Jacob, mediante el término de *kluge*, proveniente de la ingeniería, y que implica una solución torpe e inelegante a un problema específico, pero que a pesar de ello funciona.
- 4 De modo equivalente, Carroll (2005: 9) caracteriza evo-devo como la comparación de genes de desarrollo entre muy variadas especies, de modo que esta disciplina se sitúa en el interfaz de la embriología y de la biología evolutiva.
- 5 Esto muestra también que, tal como se trató en el apartado 1, la evolución no construye nuevas estructuras a partir de la nada, sino a partir de lo que ya está disponible. Por ello, la evolución es parsimoniosa.

BIBLIOGRAFÍA

- Amundson, R. (2007). *The changing role of the embryo in evolutionary thought: Roots of Evo-Devo*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Atran, S. y Henrich, J. (2010). The evolution of religion: How cognitive by-products adaptive learning heuristics, ritual displays, and group competition generate deep commitments to prosocial religions. *Biological Theory*, nº 5/1, pp. 18-30.
- Ayala, F. (1994). *La teoría de la evolución. De Darwin a los últimos avances de la genética*. Madrid: Temas de Hoy.
- Baguña, J. y García-Fernández, J. (2003). Evo-Devo: The long and winding road. *International Journal of Evolutionary Biology*, nº 47, pp. 705-713.

- Balarl, S. y Lorenzo, G. (2009). Computational phenotypes: Where the theory of computation meets Evo-Devo. *Biolinguistics*, nº 3/1, pp. 2-60.
- Benítez-Burraco, A. y Longa, V.M. (2010). Evo-Devo? — Of course, but which one? Some comments on Chomsky's analogies between the biolinguistic approach and Evo-Devo. *Biolinguistics*, nº 4/4, pp. 308-323.
- Blumberg, M.S. (2005). *Basic instinct. The genesis of behavior*. New York: Thunder's Mouth Press.
- Carroll, S.B. (2005). *Endless forms most beautiful: The new science of Evo Devo and the making of the animal kingdom*. New York: W.W. Norton & Co.
- Carroll, S.B. (2008). Evo-Devo and an expanding evolutionary synthesis: A genetic theory of morphological evolution. *Cell*, nº 134, pp. 25-36.
- Carroll, S.B., Gompel, N. y Prudhomme, B. (2008). Regulating evolution: How gene switches make life. *Scientific American*, May, pp. 32-39.
- Carroll, S.B., Grenier, J., y Weatherbe, E. S. (2004). *From DNA to diversity: Molecular genetics and the evolution of animal design*. 2nd edn. Malden, MA: Blackwell.
- Darwin, C. (1859). *The origin of species by means of natural selection, or The preservation of favoured races in the struggle for life*. London, John Murray. Trad. esp. (entre otras muchas), *Origen de las especies por medio de la selección natural o la conservación de las razas favorecidas en la lucha por la existencia*. Madrid: Akal, 1994, 2ª ed.
- Darwin, C. (1871). *The descent of man, and selection in relation to sex*. London, Murray. Trad. esp. (entre otras), *El origen del hombre y la selección en relación al sexo*. Barcelona: Petronio, 1973.
- Dennett, D.C. (1995). *Darwin's dangerous idea*. New York: Simon & Schuster. Cito por la trad. esp., *La peligrosa idea de Darwin*. Barcelona: Galaxia-Gutenberg, 1999.
- Dennett, D.C. (2006). *Breaking the spell. Religion as a natural phenomenon*. New York: Viking Press. Trad. esp., *Romper el hechizo. La religión como un fenómeno natural*. Buenos Aires y Madrid: Katz Editores, 2007.
- Gilbert, S.F. (2003). The morphogenesis of evolutionary developmental biology. *International Journal of Developmental Biology*, nº 47, pp. 467-477.
- Gilbert, S. y Burian, R.M. (2003). Developmental genetics», en B.K. Hall y W.M. Olson (Eds.). *Keywords & concepts in evolutionary developmental biology*. Cambridge, MA: Harvard University Press, pp. 68-74.
- Goodwin, B. (1994). *How the leopard changed its spots. The evolution of complexity*. New York: Charles Scribner's Sons. Cito por la trad. esp., *Las manchas del leopardo. La evolución de la complejidad*. Barcelona: Tusquets, 1998.
- Gottlieb, G. (2001). A developmental psychobiological systems view: Early formulation and current status. En S. Oyama, P.E. Griffiths y R.D. Gray (Eds.) *Cycles of contingencies. Developmental systems and evolution*. Cambridge, MA: MIT Press, pp. 41-54.
- Gould, S.J. (2002). *The structure of evolutionary theory*. Cambridge, MA: Harvard University Press. Trad. esp., *La estructura de la teoría de la evolución*. Barcelona, Tusquets: 2004.
- Griffiths, P.E., y Gray, R.D. (2001). Darwinism and developmental systems». En S. Oyama, P.E. Griffiths y R.D. Gray (Eds.). *Cycles of contingencies: Developmental systems and evolution*. Cambridge, MA: MIT Press, pp. 195-218.
- Griffiths, P.E., y Gray, R.D. (2005). Discussion: Three ways to misunderstand developmental systems theory. *Biology and Philosophy*, nº 20, pp. 417-425.
- Hall, B.K. (1999). *Evolutionary developmental biology*. 2nd edn. Dordrecht: Kluwer.
- Hall, B.K., y Olson, W.M. (2003). Introduction: Evolutionary developmental mechanisms. En B.K. Hall y W.M. Olson (Eds.). *Keywords & concepts in evolutionary developmental mechanisms*. Cambridge, MA: Harvard University Press, pp. xiii-xvi.
- Hall, B.K., Olson, W.M. (Eds.) (2003). *Keywords & concepts in evolutionary developmental biology*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Jablonka, E.; Lamb, M.J. (2005). *Evolution in four dimensions. Genetic, epigenetic, behavioral, and symbolic variation in the history of life*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Jacob, F. (1977). Evolution and tinkering. *Science*, nº 196, pp. 1161-1166.
- Jacob, F. (1997). *La souris, la mouche et l'homme*. Paris: Odile Jacob. Cito por la trad. esp., *El ratón, la mosca y el hombre*. Barcelona: Crítica, 1998.
- Johnston, T. (1987). The persistence of dichotomies in the study of behavioral development. *Developmental Review*, nº 7, pp. 149-182.
- Kaufmann, S. (1995) *At home in the universe. The search for the laws of self-organization and complexity*. New York: Oxford University Press.

- Lehrman, D.S. (1953). A critique of Konrad Lorenz's theory of instinctive behavior. *Quarterly Review of Biology*, nº 28, pp. 337-363.
- Longa, V.M. (2001). Sciences of complexity and language origins: An alternative to natural selection. *Journal of Literary Semantics*, nº 30/1, pp. 1-17.
- Longa, V.M. (2006). Sobre el significado del descubrimiento del gen *FOXP2*. *Estudios de Lingüística. Universidad de Alicante*, nº 20, pp. 177-207.
- Longa, V.M. (2008). Una visión crítica sobre la noción de 'programa genético' desde la biología y la lingüística: consecuencias para la conceptualización de la ontogenia del lenguaje. *Verba*, nº 35, pp. 347-385.
- Longa, V.M. y Lorenzo, G. (2011). Theoretical linguistics meets development. Explaining the Faculty of Language from an epigeneticist point of view». En C. Boeckx, M^a.C. Horno Chéliz y J.L. Mendivil Giró (Eds.). *Language from a biological point of view: Current issues in Biolinguistics*. Manuscrito.
- Lorenzo, G., y Longa, V.M. (2003). *Homo loquens. Biología y evolución del lenguaje*. Lugo: Tris Tram.
- Lorenzo, G., Longa, V.M. (2009). Beyond generative geneticism: Rethinking language acquisition from a developmentalist point of view. *Lingua. International Review of General Linguistics*, nº 119/9, pp. 1300-1315.
- Marcus, G. (2008). *Kluge. The haphazard construction of the human mind*. New York: Houghton Mifflin Company.
- Mayr, E. (1963). *Animal species and evolution*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Mayr, E. (1991). *One long argument. Charles Darwin and the genesis of modern evolutionary thought*. Cambridge, MA: Harvard University Press. Trad. esp., *Una larga controversia. Darwin y el darwinismo*. Barcelona: Crítica, 1992.
- Moore, D.S. (2001). *The dependent gene. The fallacy of 'nature vs. nurture'*. New York: Henry Holt.
- Müller, G.B. (2007). Evo-devo: Extending the evolutionary synthesis. *Nature Review Genetics*, nº 8, pp. 943-949.
- Okasha, S. (2006). *Evolution and the levels of selection*. New York: Oxford University Press.
- Oyama, S. (1985). *The ontogeny of information: Developmental systems and evolution*. Cambridge: Cambridge University Press. Hay 2ª edn. revisada, Durham: Duke University Press, 2000.
- Oyama, S., Griffiths, P.E. y Gray, R.D. (Eds.) (2001). *Cycles of contingencies: Developmental systems and evolution*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Prieto Santana, M^a.D. (2011). Diseño inteligente o diseño chapucero? Sobre Darwin, la Biología y Dios. *Aula de Encuentro*, nº 14, pp. 163-170.
- Pyysiäinen, I., y Hauser, M. (2009). The origins of religion: Evolved adaptation or by-product? *Trends in Cognitive Sciences*, nº 14/3, pp. 104-109.
- Raff, R.A. (2000). Evo-devo: The evolution of a new discipline. *Nature Review Genetics*, nº 1, pp. 74-79.
- Robert, J.S. (2002). How developmental is evolutionary developmental biology? *Biology and Philosophy*, nº 17, pp. 591-611.
- Robert, J.S. (2003). Developmental systems theory. En B.K. Hall y W.M. Olson (Eds.). *Keywords & concepts in evolutionary developmental biology*. Cambridge, MA: Harvard University Press, pp. 94-97.
- ROBERT, J.S. (2004). *Embryology, epigenesis, and evolution: Taking development seriously*. New York: Cambridge University Press.
- Robert, J.S., Hall, B.K., y Olson, W.M. (2001). Bridging the gap between developmental systems theory and evolutionary developmental biology. *BioEssays*, nº 23, pp. 954-962.
- Sampedro, J.L. (2002). *Deconstruyendo a Darwin. Los enigmas de la evolución a la luz de la nueva genética*. Barcelona: Crítica.
- Solé, R.V., y Goodwin, B. (2000). *Signs of life. How complexity pervades biology*. New York: Basic Books.
- Weber, B.H., y Depew, D.J. (2001). Developmental systems, Darwinian evolution, and the unity of science. En S. Oyama, P.E. Griffiths y R.D. Gray (Eds.). *Cycles of contingencies: Developmental systems and evolution*. Cambridge, MA: MIT Press, pp. 239-253.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Longa Martínez, V.M. (2013). Sobre el mecanismo evolutivo y Evo- Devo. Discusión crítica de Prieto Santana. *Aula de Encuentro*, nº 15, pp. 141-153.

*Víctor M. Longa es
Doctor en Filología Hispánica y
Profesor Titular de Lingüística General en el Departamento de Literatura Española, Teoría
de la Literatura y Lingüística General
de la Universidad de Santiago de Compostela
Correo-e: victormanuel.longa@usc.es*

REFLEXIONES

Artículo enviado: 27 de agosto de 2012

Artículo aceptado: 14 de septiembre de 2012