

Se configura un nuevo paradigma en la teoría evolutiva

A new paradigm is configured in evolutionary theory

OSWALDO BÁEZ TOBAR

Universidad Central del Ecuador, Av. Universitaria, Quito 170129
oswaldobaez@hotmail.com

Milton Gallardo Narcici, Ph.D. (1947-2019) fue un destacado biólogo chileno que ha visitado el Ecuador en varias ocasiones; la primera fue durante su participación en el Programa Prometeo Viejos Sabios, que mantuvo por varios años la SENESCYT. Estudió Ciencias Biológicas en la Universidad Austral de Valdivia, obtuvo su doctorado en la New Mexico State University, USA, en 1984. Se especializó en Genética evolutiva de micromamíferos y la biología evolutiva. En este campo publicó 90 artículos en revistas científicas especializadas como: Nature, Biological Journal of the Linnean Society, Evolution, Journal of Mammalogy, Genomics, Biochemical Systematics, International Journal of Mammalian Biology, Genome Research, etc. Autor del libro: "EVOLUCIÓN: El Curso de la Vida", publicado el año 2011 en Buenos Aires, por la Editorial Médica Panamericana. En este magnífico tratado de evolución biológica, escrito por un científico latinoamericano, se aborda el apasionante tema de la evolución desde la perspectiva actual de la genética y la genómica.

Aparte de las actividades de asesoría en la SENESCYT para la planificación del desarrollo científico Milton Gallardo prestó apoyo

académico a la Carrera de Ciencias Biológicas y Ambientales, cuando formaba parte de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Central. Luego de leer con enorme interés su libro de Evolución y de escuchar sus conferencias sobre Genética en la Carrera de Ciencias Biológicas, tuve la oportunidad de dialogar con él sobre algunos temas de biología:

Doctor Gallardo: ¿Cuál es la trascendencia biológico-evolutiva del descubrimiento del ratón alotetraploide *Tympanonctomys barrerae*?

El conocimiento genético actual señala que no pueden existir mamíferos con duplicación genómica (tetraploides) debido a la disrupción que se genera en el mecanismo de determinación del sexo y la compensación de dosis génica entre autosomas y cromosomas sexuales. Por lo tanto, nuestro descubrimiento y posterior corroboración científica quebró un paradigma al demostrar no sólo su condición genómica doble, sino que además su origen es híbrido, por cruzamiento interespecífico.

Recibido 29-11-2019
Aceptado 20-12-2019

A la síntesis moderna de la evolución se le considera válida para explicar la microevolución, pero insuficiente para explicar la macroevolución. Fue necesario que la biología avanzara en áreas como la biología y la genética del desarrollo para poder sustentar con fundamentos las transformaciones macroevolutivas. ¿Cómo aporta las nuevas disciplinas a la explicación de los cambios macroevolutivos?

La Teoría Sintética de la evolución (= neodarwinismo), plasmada en los años 1930-1940 considera que todo el cambio evolutivo es dirigido externamente, por la selección natural y que dichos cambios, operando a nivel poblacional, dan cuenta de la evolución al alterarse las frecuencias alélicas. En esta teoría, los grandes cambios morfológicos se supone que surgen de la extrapolación de los cambios microevolutivos. Pero el avance de la biología molecular y la genética han evidenciado que esas premisas no son adecuadas para explicar la diversidad orgánica y que son los genes del desarrollo y su regulación diferencial lo que da cuenta de las modificaciones estructurales de los organismos. La biología del desarrollo puede explicar mediante mecanismos bien conocidos, cómo se modula el desarrollo ontogenético y cómo las alteraciones regulatorias producen novedades evolutivas. Esta disciplina no interpreta los hechos por extrapolación desde microevolución hacia la macroevolución, sino que los explica mediante mecanismos moleculares, que involucran redes de genes del desarrollo.

Parafraseando la ley filogenética de Haeckel: La ontogenia recapitula a la filogenia, ahora se afirma que la ontogenia crea la filogenia. Esta elegante expresión tiene una connotación científica muy profunda, que hace tambalear el paradigma biológico que sustentó por décadas la teoría sintética de la evolución. ¿Cuál es su apreciación al respecto de este tema?

Como dije anteriormente, el conocimiento de la biología molecular del desarrollo puede explicar empíricamente cómo se modifica la forma y, por lo tanto, cómo surgen las nuevas formas y planes anatómicos en plantas y animales. Por ello, los biólogos del desarrollo sostienen que esos mecanismos responsables de las modificaciones son los verdaderos artífices de la evolución. Los cambios en las frecuencias alélicas son incapaces de explicar cómo se originan las extremidades o los ojos. En cambio, la biología del desarrollo puede hacerlo empíricamente y con total claridad. Sin duda una visión que afecta profundamente nuestra percepción de cómo se explica la evolución biológica.

La epigenética aporta a la explicación de la biología del desarrollo y por lo tanto a los procesos macroevolutivos. Podemos decir: lo que no pudo explicar la genética de transmisión puede hacer la genética del desarrollo.

¡Desde luego! El estudio de la epigenética ha demostrado que los cambios más trascendentales en la modificación de la forma vienen dados por regulación diferencial de genes y no por la frecuencia de los mismos, en las poblaciones. Los cambios epigenéticos son alteraciones en la regulación génica (encendido y apagado de genes) que son transitorios y no alteran la estructura del ADN como las mutaciones puntuales. Por ejemplo, la metilación del ADN o de las histonas que conforman los nucleosomas, es un cambio epigenético y por lo tanto, no deja huellas en la estructura del ADN. La metilación impide la transcripción por modificación pasajera de las moléculas reguladoras del proceso de formación de las proteínas; no por modificar al ADN en sí.

La biología del desarrollo se sustenta en una sólida base genética, con lo cual es posible evidenciar cómo se construye

un organismo. Esto es un avance muy grande en la explicación causal de la morfoanatomía. ¿Va a tener un efecto en la anatomía descriptiva clásica?

Sin duda que tendrá efecto. Las grandes diferencias anatómicas pueden obedecer a pequeños cambios regulatorios mientras el resto del genoma permanece invariante. En la visión clásica, se supone que las grandes diferencias anatómicas se deben profundas remodelaciones del genoma y por lo tanto se utilizan como base sobre la cual erigir una clasificación y la jerarquía linneana. En cambio, en conocimiento del desarrollo está demostrando que las diferencias anatómicas no son buenos indicadores de parentesco ni de diferencias genéticas masivas.

En el capítulo 13 de su libro Evolución: el curso de la vida, expresa: “El nuevo concepto de gen es relacional y su papel es entorno dependiente. El gen unitario es una metáfora obsoleta”. Al conocer cómo están constituidos los genes y cómo se expresan. ¿Cómo definirlos en el marco de la biología moderna?

Los genes siguen siendo definidos como segmentos del ADN con propiedades generadoras de proteínas. Pero las proteínas que forman no tienen una función estructural, sino regulatoria (factores de transcripción). Otro aspecto que ha cambiado es la forma de interpretar la acción génica. Antes se creía que los genes actuaban independientemente en el desarrollo. Ahora se ha visto que las cascadas ontogenéticas corresponden a una serie de eventos regulatorios interconectados y altamente redundantes, de modo que un gen puede ser causa de un proceso determinado, como también ser consecuencia de otro. Las interacciones complejas hacen necesario hablar de la acción génica en términos de sus relaciones con otros genes y sus productos; y no como unidades individuales, aisladas en

el desarrollo ontogenético. Los estudios genómicos han dado amplio apoyo a esta nueva visión, señalando que los circuitos del desarrollo están “orquestrados”, es decir, formando redes de información.

¿Cuál ha sido la trascendencia del conocimiento de la genómica y la proteómica en la biología evolutiva?

Los avances principalmente genómicos han permitido corroborar muchas hipótesis basadas en estudios citogenéticos, inmunológicos, moleculares y morfológicos. Las comparaciones intergenómicas señalan que las duplicaciones génicas (y genómicas, así como las secuencias repetitivas, no corresponden a basura genética. Por el contrario, representan materia prima para nuevos genes. El material repetido puede entrar en un proceso de neofuncionalización, contribuyendo a la complejización de la malla de genes que controlan ciertas estructuras. La proteómica en cambio no tiene mucho que decir puesto que no son las proteínas estructurales lo que importan en el desarrollo, sino las reguladoras, como factores de transcripción.

En su libro plantea la necesidad de una segunda síntesis de la evolución. ¿Cuáles son los fundamentos de la segunda síntesis? ¿Ésta es una ampliación de la teoría sintética (la síntesis expandida) o se distanciará de ella? ¿Qué debería contener?

Desde hace siete años aproximadamente se está planteando desde diferentes disciplinas de la biología evolutiva que la Teoría sintética o neodarwinismo no puede dar cuenta de la evolución de la forma. Por ejemplo, se objeta el modelo multifactorial de la genética cuantitativa, basada en múltiples alelos porque los análisis genómicos no lo sustentan. Por el contrario, no son alelos con efectos infinitesimales lo

Se configura un nuevo paradigma en la teoría evolutiva Oswaldo Báez Tobar • VÍNCULOS-ESPE (2020) VOL. 5, No.1:9-13

que explica la variación continua, sino pocos genes con efecto aditivo, sujetos a su interacción con otros. Se objeta además que la genética cuantitativa se preocupe *a priori* de probar el rol de la selección natural en todo rasgo con valor adaptativo potencial. Entonces, se vislumbra una nueva formulación evolutiva cuya hipótesis nula debería asumir que todo rasgo resulta de procesos aleatorios, no selectivos. Una vez que ésta haya sido puesta a prueba y falseada la hipótesis nula (en un marco hipotético-deductivo), debería iniciarse el estudio de los posibles escenarios adaptativos. Los mecanismos se demuestran; ¡no se presumen!

El paradigma neodarwiniano de evolución orgánica se concentra fundamentalmente en los cambios genéticos en el ADN, pero el desarrollo no se explica así; sino por cambios epigenéticos extensamente conocidos. La regulación también es mediada por micro ARNs que no tienen cabida en la síntesis moderna, basada en el ADN y la transmisión vertical de genes. Tampoco el modelo del desarrollo basado en genes individuales es válido pues son redes génicas lo que explica la modificación de la forma.

Respecto a si esta nueva teoría debería ser una expansión de la anterior u otra nueva, hay opiniones divididas. Personalmente pienso que debería formularse una nueva teoría, que se erija sobre las bases darwinianas, pero que sus predicciones y alcance fuesen más amplios y pluralistas, dando cabida a otros mecanismos evolutivos, más allá de la selección natural.

Theodosius Dobzhansky uno de los más connotados neodarwinistas ya expresó que a la teoría sintética le faltaba el enfoque ecológico. ¿Cuál es su apreciación sobre este componente que al parecer hacía falta a la síntesis moderna de la evolución?

La síntesis moderna se basa fundamentalmente en la genética de la transmisión vertical de la información (i.e., de ancestros a descendientes). En esta formulación, el ambiente es un agregado sin conexión sólida y bien justificada. El punto es que la selección natural tiene un perceptor externo que es el ambiente y, por lo tanto, su estudio debería formar parte de la síntesis y no un acompañante laxo.

Al parecer está gestándose un nuevo paradigma. ¿Cómo aprecia la comunidad científica el nuevo paradigma: ¿ECO-EVO-DEVO?

La visión ECO-EVO-DEVO intenta hacer el nexo entre la biología molecular del desarrollo y el ambiente, como modificador del determinismo génico. Los organismos no están “presos” de sus genes, sino que el diálogo entre moléculas y ambiente desemboca en nuevas oportunidades.

Al parecer la segunda síntesis estaría en la frontera teórica del neodarwinismo que le aproximaría al lamarckismo.

Efectivamente pues la epigénesis con su memoria transgeneracional que borra las marcas epigenéticas en los gametos y la reactiva en la descendencia, destila un tufillo lamarckiano que ya ha sido reconocido por la comunidad científica. Desde esta perspectiva, una nueva teoría evolutiva amalgamaría ciertos aspectos de dos pensamientos clásicos: el darwinismo y el lamarckismo; pero no sería ninguno de ellos.

Para un biólogo evolutivo visitar Galápagos es una oportunidad extraordinaria. ¿Qué impresión tuvo al visitar las islas?

Que estaba en un lugar único, con una amalgama de flora y fauna endémica que lo distingue del resto del mundo y en donde se aprecia

dramáticamente las adaptaciones morfológicas de las especies a los recursos disponibles, a las condiciones ambientales que imperan en las diferentes islas y según la exposición a la luz solar, humedad y vientos. Pero, además, el poblamiento de las islas demuestra cómo la vida logra establecerse y mantenerse en lugares extremadamente remotos, y continuar con la cadena de sucesos que la autoperpetúan.

A manera de conclusión

El pensamiento evolutivo de Milton Gallardo Narcisi es, ciertamente, muy amplio, lo cual le permite abordar cuestiones muy controvertidas de la evolución, en especial aquellas en las cuales el neodarwinismo no ha logrado dar respuestas convincentes, como la macroevolución, la emergencia de novedades evolutivas y la relación entre ontogenia y filogenia. Con nuevos elementos de biología teórica y filosofía de la ciencia se adentra en el análisis epistemológico de la teoría evolutiva, para luego proponer una visión más amplia e innovadora de la evolución de la vida.

Cabe mencionar que la visión innovadora de la evolución biológica -analizada en este diálogo- está mucho más desarrollada en la edición digital de su libro: *Evolución: El Curso de la Vida*. (1) Gallardo Narcisi llega a la siguiente conclusión: “A todas luces se requiere un modelo empírico más inclusivo, sustentado en la ontogenia... La evolución es un proceso intrínsecamente de intercambios genéticos... Su comprensión no se logrará por analizar la arquitectura resultante, sino por entender el proceso que le da forma”.

En efecto, los estudios referentes a la evolución en años recientes se centran en los procesos ontogenéticos, porque estos imponen limitaciones y direccionamientos a los fenómenos evolutivos, es decir “la ontogenia no solo recapitula a la filogenia, sino que la crea”. Es imperativo, por lo mismo, estudiar la evolución con horizontes más amplios.

Gallardo, M.H.2017. *EVOLUCIÓN. EL CURSO DE LA VIDA*. Primera edición electrónica. <http://sitiosciencias.uach.cl/EvolucionElCursodelaVida2017.pdf>

VÍNCULOS
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE