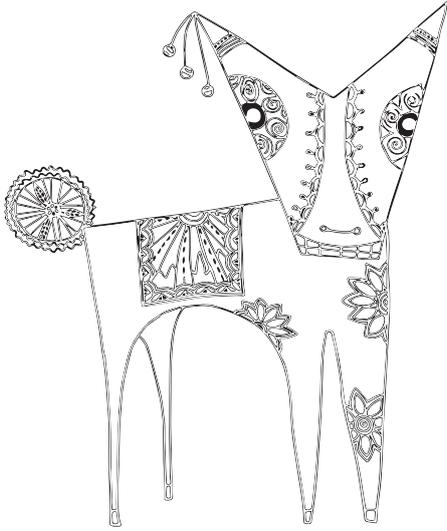


Los paradigmas biológicos que unificaron la biología actual



Hugo Gonzales Figueroa

Laboratorio de Biotecnología Animal
Facultad de Ciencias Biológicas
Universidad Ricardo Palma
hgonzales@urp.edu.pe
Lima, Perú

Hugo Mauricio Gonzales Molfino

Laboratorio de Biotecnología Animal
Facultad de Ciencias Biológicas
Universidad Ricardo Palma
Hugo.gonzales@urp.edu.pe
Lima, Perú

Resumen

El propósito de esta revisión es indagar la naturaleza integradora de las teorías de la evolución, celular, herencia y homeostasis que se convirtieron en los paradigmas centrales de la biología actual. En particular analizamos las características temporales de los procesos de cada una de ellas, que con sus interpretaciones y aplicaciones dieron lugar a los avances actuales que conocemos. La funcionalidad de las interpretaciones en nuevos dominios de la biología experimental proporciona al biólogo un valioso instrumento de clarificación de los marcos conceptuales con que trabaja, cuya organización formal resulta con frecuencia problemática. Es necesario que en un país como el nuestro, donde la ciencia es casi inexistente, los pocos científicos peruanos y los que guiamos el aprendizaje, en primera instancia percibamos significativamente las extensiones o cambios de paradigmas que ocurren en nuestras disciplinas científicas para reflexionar sobre sus logros de manera que sirvan como una vía de orientación para consensar las normas y reglas de los diseños tecnopedagógicos y de la práctica investigativa.

Palabras clave: Biología, paradigma, teorías de la evolución, diseños tecnopedagógicos.

Abstract

The purpose of this essay is to examine the integrative nature of the theories of evolution, cellular, heredity and homeostasis that have become the central paradigms of current biology. In particular, we analyze the temporal characteristics of the processes of each one of them, which with their interpretations and applications gave rise to the current advances that we know. The functionality of interpretations in new domains of experimental biology provides biologists with a valuable instrument for clarifying the conceptual frameworks with which they work, whose formal organization is often problematic. It is necessary that in a country like ours, where science is almost non-existent, the few Peruvian scientists and those of us who guide learning, in the first instance, significantly distinguish the extensions or changes of paradigms that occur in our scientific disciplines to reflect on their achievements so that they serve as a way of orientation to agree on the norms and rules of techno-pedagogical designs and investigative practice.

Keywords: *Biology, theories of evolution, techno-pedagogical designs.*

La ciencia es la disciplina que estudia exclusivamente los sucesos que ocurren naturalmente, y ofrece explicaciones naturales de los mismos, por lo que es útil para comprender y explicar cómo funciona la realidad natural, desde los conocimientos acumulados de hombres y culturas a partir del dominio del fuego y el manejo de herramientas de piedra, hasta el



secuenciamiento de los genes de especies de organismos vivos, incluyendo a la humana, cuyos logros han permitido y lo seguirán haciendo una mayor esperanza y calidad de vida en las poblaciones humanas.

La idea de paradigma, propuesta por Khun, se refiere a las realizaciones científicas universalmente reconocidas que, definen una disciplina científica, durante cierto tiempo, proporcionando modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica particular, que los reconoce como supuestos metafísicos y epistemológicos para su práctica posterior, hasta cuando se llega a la conclusión de que toda forma de explicar y entender los problemas es insuficiente o errónea y debe cambiarse por otro paradigma. (González F., 2005 pp. 13-54).

González Recio, (1990) precisa que:

El traslado de la interpretación estructuralista de las teorías al conocimiento biológico poseen un interés doble: sirve para contrastar la funcionalidad de tal interpretación en dominios de la ciencia experimental nuevos y, a la vez, proporciona al biólogo un valioso instrumento de clarificación de los marcos conceptuales con que trabaja —construcciones teóricas, por cierto, cuya vertebración formal resulta con frecuencia problemática (p.83).

La biología es la disciplina científica más diversa, comenzó como una ciencia de observación y se convirtió en un amplio conjunto de subdisciplinas, cada una con su propio conjunto de teorías, modelos, técnicas experimentales y enfoques para el estudio de la vida (Brownell et al., 2014). Las teorías elaboradas a partir de un programa de investigación tienen cierta perdurabilidad en el tiempo, y se van enriqueciendo con el aporte de un conjunto de investigadores (Carvajal Villaplana, 2002). A partir del siglo XIX, la acumulación de conocimientos en los distintos campos de la biología, alcanzaron el nivel crítico necesario para pasar de la descripción elemental a las primeras y más importantes generalizaciones de esta ciencia (Peinado, 2001); producto de la discusión e interpretación de evidencias empíricas de los grandes pensadores de esa época que dieron lugar a las teorías de la evolución, celular, herencia biológica y homeostática, que fueron aceptados como los paradigmas que unificaron la biología actual y permitieron generar innumerables avances en las ciencias de la vida; porque siempre proponen problemas que los científicos, al resolverlos, han podido establecer, por ejemplo, las relaciones entre las plantas y los animales, la interacción dinámica

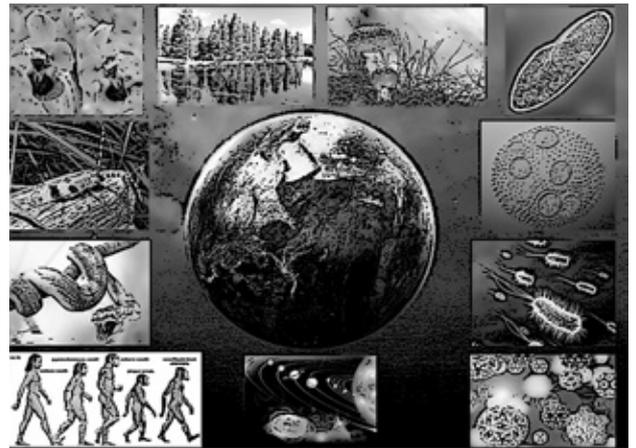


Imagen tomada de <http://cienciasbasicasnaturales.blogspot.com/2018/11/ciencias-naturales.html>

de los niveles de organización conectados entre sí por diversos mecanismos de retroalimentación que incrementan su complejidad desde las moléculas hasta el ecosistema, entre otros (Ledesma Mateos, 2002). Sin embargo, existen objeciones a cada una de estas teorías que han dado lugar a la extensión de sus postulados o a un cambio de paradigma.

En relación a estos paradigmas centrales, se describen los fundamentos de cada uno de ellos y los cambios que han ocurrido desde el momento de su aceptación por las comunidades científicas.

Teoría de la evolución

Darwin junto con Wallace en 1859 fueron los primeros que definieron la selección natural como un mecanismo concreto para explicar el cambio. Esta propuesta científica convenció al mundo científico de la realidad de la evolución biológica, porque la encontraron mucho más integradora y flexible para incorporar los nuevos conocimientos provenientes de las disciplinas biológicas en formación a lo largo del siglo XIX, como la sistemática basada en criterios de parentesco, la anatomía y embriología comparada, y la paleontología científica (Andrade Pérez, 2009 p.64).

Esta teoría recoge un conjunto de conocimientos y evidencias observadas por Darwin que explican cómo aparecen nuevos seres vivos (De Haro, 1999). Los elementos esenciales de esta teoría están asociados al gradualismo, a la diversificación a partir de ancestros comunes a lo largo de diversas líneas de descendencia, y al mecanismo de selección natural operando, generación a generación, en las poblaciones (Lessa E, 2009). En resumen, se puede afirmar que la propuesta de que el



«Transcurrieron cien años de la obra de Darwin para que la comunidad científica incorporara como principio selectivo al pensamiento biológico el neodarwinismo o síntesis moderna (1942), en la cual se utiliza la genética de poblaciones para analizar la selección natural sobre la variabilidad hereditaria mendeliana existente en las poblaciones de una determinada especie, considerando a la población como unidad evolutiva en lugar de la especie.»»

mecanismo causal de selección natural es la causa de la transformación gradual de las especies; y constituye un nuevo modo de concebir la naturaleza. Una de las dificultades de esta teoría, era la imposibilidad de entender los mecanismos de la herencia. Darwin elaboró una hipótesis a la que denominó pangénesis, según la cual todas las células del cuerpo de un ser viviente, de acuerdo a las influencias que recibían del ambiente, producían unas partículas «gémulas» que circulaban por el organismo con información sobre las características del «modelo» o «pangeno» a transferir y se acumulaban en los gametos; estas sustancias disminuían en caso del desuso de un órgano específico y se incrementaban en caso de uso (Arcanjo y Silva, 2017, p. 710).

Esta fue una alternativa para explicar la variación y la adaptación, a la vez que los condicionamientos del ambiente, que permitían, en forma de «presiones ambientales», seleccionar algunos de esos modelos a expensas de otros, por consiguiente la especie evolucionaba (Andrade Pérez, 2009 p.74). Su teoría de la pangénesis no convenció a casi nadie y la cuestión de las causas de la variación continua no tendría fuerza suficiente para producir las modificaciones necesarias que dieran origen a nuevas especies, era necesaria una

discontinuidad, una ruptura, la aparición de novedades que fueran radicales (linajes mutantes) y no conservaran la capacidad de mezclarse *a posteriori* con los individuos promedio (Andrade Pérez, 2009 p.71).

Transcurrieron cien años de la obra de Darwin para que la comunidad científica incorporara como principio selectivo al pensamiento biológico el neodarwinismo o síntesis moderna (1942), en la cual se utiliza la genética de poblaciones para analizar la selección natural sobre la variabilidad hereditaria mendeliana existente en las poblaciones de una determinada especie, considerando a la población como unidad evolutiva en lugar de la especie. La síntesis moderna, con su extraordinario alcance y potencial para proyectar una enorme cantidad de investigaciones, mantuvo su hegemonía por tres décadas, incluso nadie duda que en sus lineamientos generales sigue siendo la teoría de la evolución por excelencia. Sin embargo, los resultados experimentales en epigenética y campos relacionados a la investigación biológica, dieron cuenta que esta teoría requería de una extensión o reemplazo (Noble, 2015, p. 7).

Fue a partir de los 80 cuando se retomó la idea de enlazar nuevamente los conceptos de evolución con los del desarrollo embrionario en virtud del progresivo conocimiento del control genético del desarrollo, dando lugar al nacimiento de la teoría Evo-Devo, utilizando para su análisis programas de investigación de la genética evolutiva del desarrollo, de la embriología y de la morfología comparada, principalmente, los cuales permiten relacionar la visión morfofisiológica con la visión génica del desarrollo embrionario, así como la biología evolutiva ecológica del desarrollo, todos ellos orientados a la integración de los procesos del desarrollo con los procesos evolutivos, cuyo objetivo fundamental es relacionar los cambios que se localizan en el origen de los grandes grupos con cambios en patrones espaciales o temporales de expresión de los genes relevantes para el desarrollo (Rendon y Folguera, 2014 p. 404). En este contexto, se puede decir que la teoría Evo-Devo es una extensión del neodarwinismo.

Teoría de la herencia mendeliana

Mendel desarrolló la teoría de la herencia afirmando que los factores hereditarios se segregan durante la formación de gametos y tienen efectos dominantes y recesivos. Su teoría no fue unánimemente aceptada por los científicos contemporáneos, pero él no mostró ninguna ambición de defenderla en público. Estaba convencido de que su trabajo sería reconocido a su debido tiempo cuando dijo «meine zeit wird



«La teoría celular es uno de los grandes triunfos de la biología y su historia debería ocupar una posición más central de la que actualmente tiene porque desde su formulación ha tenido una evolución gradual por las nuevas ideas y observaciones seleccionadas por su «aptitud» en términos de cuán confiables son y qué tan bien describen la naturaleza (Toulmin, 1967).»

kommen» («mi hora llegará») (Brem, 2017 pp. 4-8). Los hallazgos de Mendel estaban una generación por delante del desarrollo general de las ciencias naturales, y la sociedad de su década no estaba preparada para reconocer su descubrimiento trascendental; en efecto, la validez de la teoría de Mendel fue confirmada 30 años después por otra generación de genetistas, quienes descubrieron que las leyes de Mendel no solo explicaban los efectos genéticos cualitativos, sino que también representaban la base de la genética cuantitativa, desafortunadamente los autores de estos descubrimientos tuvieron que darse cuenta de que no fueron ellos los primeros en descubrir los principios de la herencia (Sandler y Sandler, 1986).

Teoría celular

La teoría celular es uno de los grandes triunfos de la biología y su historia debería ocupar una posición más central de la que actualmente tiene porque desde su formulación ha tenido una evolución gradual por las nuevas ideas y observaciones seleccionadas por su «aptitud» en términos de cuán confiables son y qué tan bien describen la naturaleza (Toulmin, 1967).

En 1838, el botánico Matthias Jakob Schleiden sugirió que todos los elementos estructurales de las plantas estaban compuestos por células o sus productos, y al año siguiente fue elaborada una conclusión similar para animales por el zoólogo Theodor Schwann, y

años después el aforismo de Virchow «*omnis cellula ex cellula*» se convirtió en la base de la formación de tejidos cuando los mecanismos de la división celular no eran tan explícitos. Se necesitaron dos siglos de investigación después de las primeras observaciones de la vida microscópica para que se formulara la idea de que todos los seres vivos están compuestos por células o sus productos y resultó aún más difícil aceptar que el tejido nervioso está compuestos por células individuales (Mazzarello, 1999).

El desarrollo de la teoría celular es un ejemplo convincente de cómo se puede encontrar en la historia de la ciencia ideas que aparentemente son «incorrectas», pero que pueden ser altamente productivas para los avances científicos. También es interesante ver lo difícil que fue llegar a una teoría celular general (los buenos microscopios eran esenciales, al igual que los métodos para preparar los tejidos); los tejidos vegetales y animales no se parecen a primera vista y cómo una teoría basada casi por completo en una simple observación fue aceptada por la comunidad científica y permitió llegar a los avances actuales en este nivel de complejidad de la vida (Wolpert, 1995).

Los avances tecnológicos están permitiendo extender esta teoría, por ejemplo, en la actualidad hay suficiente evidencia científica de que la bioinformación electromagnética es la responsable de la comunicación celular. Las células emiten luz de baja intensidad, emisiones ultradébiles de fotones, a ritmos específicos constantes que hacen posible los procesos metabólicos celulares. En este contexto, el intercambio y la transferencia de información a través de los biofotones deberían incluirse como características esenciales de la vida (Dalmau-Santa Maria, 2013, p. 57).

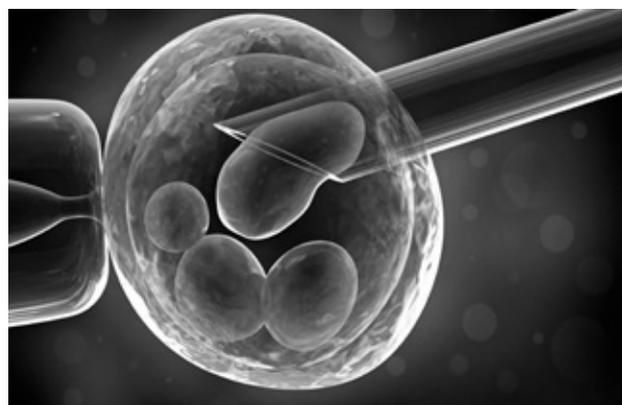


Imagen tomada de <http://www.cofa.org.ar/wp-content/uploads/2014/07/celulasmadre.jpg>



Imagen tomada de <https://www.shutterstock.com/es/image-illustration/digital-blue-dna-wallpaper-innovation-medicine-749136616>

Teoría de la Homeostasis

La idea de que los organismos vivos mantienen un medio interno estable en un ambiente inestable, surgió por primera vez en 1878, cuando Claude Bernard describió la capacidad que tiene el cuerpo para mantener y regular sus condiciones internas; en base a estas ideas, Walter Bradford Cannon formuló en 1926 el concepto de homeostasis en un intento de extender y codificar el principio de un ambiente corporal interno constante a pesar de las grandes oscilaciones del medio externo (Cooper, 2008). La homeostasis se ha convertido en uno de los conceptos más importantes de las ciencias de la vida porque los sistemas vivientes requieren de mecanismos de retroalimentación que mantengan estable su medio interno intracelular a pesar de los cambios en el medio externo, la homeostasis asegura el funcionamiento adecuado del cuerpo, ya que si las condiciones internas están reguladas pobremente, el individuo puede sufrir grandes daños o incluso la muerte (Brito y Haddad, H; 2017, p. 104).

Sin embargo, todos los modelos científicos finalmente encuentran nuevos hechos que no encajan en él, y este es ahora el caso de la homeostasis. La investigación sobre los sistemas de transducción de señales que regulan la expresión génica, o que causan alteraciones bioquímicas de las enzimas existentes, en respuesta a estímulos externos e internos, deja en claro que los sistemas biológicos están continuamente haciendo adaptaciones a corto plazo tanto a los puntos de ajuste como al rango de capacidad «normal», las que ocurren típicamente en respuesta a cambios relativamente leves en las condiciones, a programas de entrenamiento físico o subtóxicos, niveles no dañinos de agentes químicos. En este contexto, la homeostasis adaptativa se puede entender como la expansión o

contracción transitoria del rango homeostático en respuesta a la exposición a moléculas o eventos de señalización subtóxicos, no dañinos, o la eliminación o el cese de tales moléculas o eventos. Puede ser útil especialmente en estudios de estrés, toxicología, enfermedades y envejecimiento. (Davies, 2016). Es importante entender que en los próximos años la biología formará parte del motor de la innovación en la nueva bioeconomía global, mucho de lo que aprendemos sobre la forma y función de los organismos vivos, los seres humanos incluidos, así como la interacciones entre los organismos y su entorno, es el resultado de los avances recientes en la investigación de esta ciencia. Bajo este contexto debemos enfocarnos en el desarrollo tecnológico realizado en las últimas décadas en el área de la biotecnología, lo que ha reflejado que los costos en diferentes bioprocesos ha sido importante en el camino de la innovación (Olds, 2017, pp. 5-6).

Como se puede apreciar, los paradigmas biológicos mantienen sus esencias originales y las extensiones o cambios obedecen a los avances de la ciencia y la tecnología, a pesar de que desde mediados del siglo XX se han venido replanteado las bases de la ciencia y de sus métodos sin un sustento epistemológico que le dé sentido, cosa que no debe ocurrir en ninguna disciplina científica (Miguélez, 2011).

En este sentido, es necesario que en un país como el nuestro, donde la ciencia es casi inexistente, los pocos científicos peruanos y los que guiamos el aprendizaje, en primera instancia percibamos significativamente las extensiones o cambios de paradigmas que ocurren en nuestras disciplinas científicas para reflexionar sobre sus logros y poder usar con mayor precisión los conceptos relacionados con la complejidad de nuestras realidades actuales para consensar las normas y reglas de los diseños tecnopedagógicos y de la práctica investigativa.

Referencias bibliográficas

- Andrade Pérez, E. (2009). «Darwin o el falso conflicto entre la teoría de la selección natural y la hipótesis de la pangénesis». En *Acta Biol. Colomb.*, 14(S).
- Arcanjo, F. G., y Silva, E. P. (2017). «Pangénesis, genes, epigénesis». *Historia, Ciencias, Saude-Manguinhos*. 24(3), 707-726. Recuperado de <https://doi.org/10.1590/s0104-59702017000300009>
- Brem, G. (2017). «150 años Gregor Mendel-from counting peas to gene editing». En *Lohmann Tierzucht*, 51(1).



- Brito, I.; y Haddad, H. (2017). «A formulacao do conceito de homeostase por Walter Cannon». En *Filosofia e Historia Da Biologia*, 12(1).
- Brownell, S. E.; Freeman, S.; Wenderoth, M. P.; y Crowe, A. J. (2014). «BioCore Guide: A tool for interpreting the core concepts of vision and change for biology majors». En *CBE Life Sciences Education*, 13(2), 200–211. Recuperado de <https://doi.org/10.1187/cbe.13-12-0233>
- Carvajal Villaplana, A. (2002). «Teorías y modelos: formas de representación de la realidad». En *Comunicación*, 12(001).
- Cooper, S. (2008). «From Claude Bernard to Walter Cannon. Emergence of the concept of homeostasis». En *Apetite*, 51(3).
- Dalmau-Santa María, I. (2013). «Biofotones: una interpretación moderna del concepto tradicional Qi». En *Rev. Int. Acupuntura*, 7(2).
- Davies, K. J. A. (2016). «Adaptive homeostasis». En *Molecular Aspects of Medicine*, 49. <https://doi.org/10.1016/j.mam.2016.04.007>
- De Haro, J. J. (1999). «El origen de las teorías evolutivas». En *Bol. S.E.A.*, 26.
- Gonzales F, H. (2005). «¿Qué es un paradigma? Análisis teórico, conceptual y psicolingüístico del término». En *Investigación y Postgrado*, 20(1).
- González Recio, J. (1990). «Elementos dinámicos de la teoría celular». En *Revista de Filosofía*, III(4). https://doi.org/10.5209/rev_RESF.1990.v4.12921
- Ledesma Mateos, I. (2002). «La introducción de los paradigmas de la biología en México y la obra de Alfonso L. Herrera». En *Historia de México*, I-II (1).
- Lessa, E. (2009). «Vigencia del Darwinismo Cogency of Darwinism». En *Gayana (Concepción)*, 73.
- Mazzarello, P. (1999). «A unifying concept: The history of cell theory». En *Nature Cell Biology*, 1(1). <https://doi.org/10.1038/8964>
- Miguélez, M. M. (2011). «Paradigmas emergentes y ciencias de la complejidad». En *Opción*, 27(65).
- Noble, D. (2015). «Evolution beyond neo-Darwinism: a new conceptual framework». En: *Journal of Experimental Biology*, 218(1). <https://doi.org/10.1242/jeb.106310>
- Saldivia, Z. (n.d.). «Principales paradigmas que han marcado la evolución de las ciencias». En *Eleuteria*. ISSN-e 1990-2433, N° 3, 2007. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2386826>.
- Sandler, I., y Sandler, L. (1986). «On the origin of Mendelian genetics». En *Amer. Zool*, 26.
- Toulmin, S. (1967). «The evolutionary development of natural science». En *Am Sci*, 55(4).
- Wolpert, L. (1995). «Evolution of the cell theory». En *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, 349.

Recibido el 16 de septiembre de 2020

Aceptado el 30 de octubre de 2020

