

*¿Un nuevo paradigma biológico?*

# Hacia una biología cuántica

ALEJANDRO NAVARRO B.\*

**L**a Mecánica ha sido a la Física lo que la Evolución a la Biología. Ambas han desempeñado un papel de vanguardia dentro de sus disciplinas fomentando una vigorosa investigación en torno a ellas; quizá más importante aún ha sido su papel como prototipos de pensamiento físico y biológico.

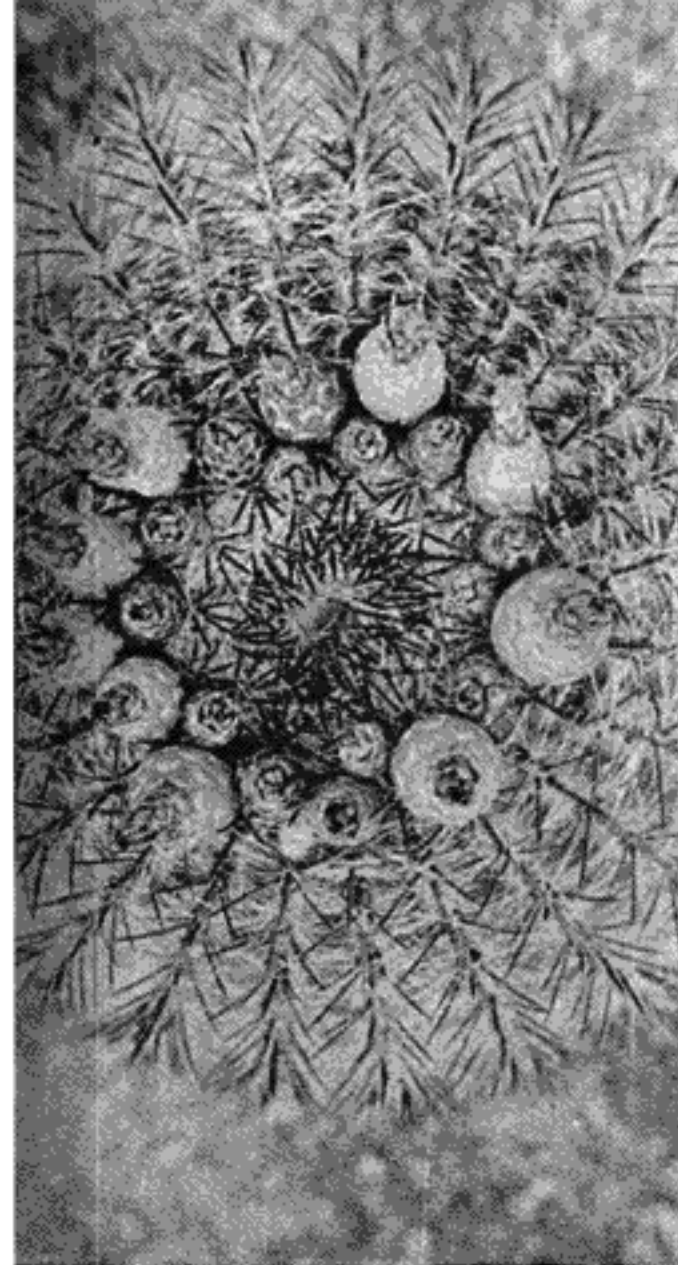
En el caso de la Física, decimos que uno de sus miembros asume una visión mecanicista del mundo cuando cree que toda la Física presenta una estructura similar a la de la mecánica y además piensa que cualquier fenómeno físico debe validarse de acuerdo con las reglas que se derivan de ella. Bajo esta forma de analizar los hechos, en el caso de la luz pensaría: si la luz es una onda, debe existir un soporte material donde se propague, luego entonces existe el éter. Lo anterior se validará al medir la velocidad relativa de la luz con respecto al éter. Es de todos conocido el fracaso estrepitoso de las deducciones anteriores y el importante papel que jugó este fracaso para promover el nacimiento de la teoría de la Relatividad.

En el caso de la Biología nos topamos con una situación más estrecha. No es solamente la falta de una teoría que rivalice



Diego Rivera

\* Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM



con la teoría evolutiva, sino también la existencia de un pensamiento que postula como una necesidad el observar en Biología todo hecho bajo el prisma evolutivo. Esto surge al darnos cuenta que un organismo representa un ente histórico. Cada organismo no sólo nos cuenta la historia de sus antepasados, también constituye una propuesta para la historia por venir. Así pues, debemos explicar la estructura y el comportamiento de los seres vivos como una consecuencia de su pasado, es decir, de su evolución.

Ahora bien, las formas en que tradicionalmente se han estudiado la Evolución y la Mecánica Clásica, muestran semejanzas que por su interés vale la pena destacar.

El problema central de la Mecánica Clásica se ha planteado de la siguiente manera:

- a) Dada una partícula cuyas características conocemos.
- b) La colocamos con una velocidad inicial dada, en un medio ambiente del que tenemos una descripción completa.
- c) ¿Cuál es entonces el movimiento subsecuente de la partícula?

El problema central de la Evolución se ha planteado en forma análoga:

- a) Dado un ser vivo cuyas características conocemos.
- b) Lo colocamos con una frecuencia alélica inicial dada, en un medio ambiente del que tenemos una descripción completa.
- c) ¿Cuál es entonces el cambio subsecuente en sus frecuencias alélicas?

Las respuestas a estos problemas están dadas por las leyes de Newton en el caso de la Física y por los principios de Darwin en el caso de la Biología.

A semejanza de la primera ley de Newton que establece que un cuerpo se mueve en forma rectilínea en ausencia de fuerzas, la Teoría Evolutiva cuenta con la ley de Hardy-Weinberg que establece que en ausencia de fuerzas evolutivas —mutación, migración, deriva y selección— las frecuencias de los genes permanecen constantes de generación en generación. De esta forma, encontramos que el panorama de la Biología Evolutiva coincide curiosamente con el propuesto por la Mecánica Clásica. Tenemos una primera ley Hardy Weinberg de carácter ideal, pues se aplica a poblaciones de tamaño infinito y miembros que se aparean al azar, y que establece la permanencia de las frecuencias alélicas en ausencia de fuerzas evolutivas. Como ocurre en la Mecánica, esta primera ley no es más que un marco de referencia que debe adaptarse a un mundo real permanentemente lleno de fuerzas. Así como los físicos coinciden en que un móvil siempre tiene que enfrentarse a la fricción, existe consenso entre los biólogos en que un ser vivo siempre debe enfrentarse con la mutación. Esta juega el papel que en la Física tiene la fuerza de fricción, oponiéndose a la tendencia natural. Darwin afirmó que junto con la mutación, la selección es la otra causa fundamental del proceso evolutivo.

Curiosamente, la selección es una fuerza parecida a la gravitación pues depende de la interacción entre las propiedades del cuerpo y las del ambiente.

Todos conocemos el enorme éxito y el gran avance que el pensamiento mecanicista ha conferido a la Biología y

a la Física. En esta última, por ejemplo, nos hizo entender que la caída de una manzana y el movimiento de la Luna no son dos hechos esencialmente distintos. En Biología hemos comprendido que el asombroso acoplamiento entre el diseño de un ser vivo y su ambiente, no es más que un resultado de la interacción entre las fuerzas *mutación-selección*.

Fue así como la Mecánica Clásica llegó a su cúspide a finales del siglo pasado, mientras que los estudios evolutivos seleccionistas alcanzaron la suya a principios de la década de los sesentas en este siglo. Es interesante encontrar declaraciones coincidentes de prestigias autoridades en ambas ramas, donde se hace hincapié en la fortaleza de las teorías clásicas.

Extrañamente, estas declaraciones fueron seguidas en ambas ciencias de nuevos descubrimientos a nivel microscópico, los cuales pusieron en duros aprietos a las teorías que se pensaba habían llegado a su culminación. Previamente, tanto en Biología como en Física, se pensaba que el nivel microscópico se comportaba como una colección de miniaturas que obedecían a las leyes comprobadas a nivel macroscópico. Un gas se modelaba como una colección de átomos en forma de esferas; se buscaba deducir sus propiedades macroscópicas del cumplimiento de las leyes tradicionales por cada esfera. En el ámbito de la Biología, se pensaba en un ser vivo como una colección de genes, cada uno de los cuales estaba sujeto a la selección natural.

De la misma forma en que los newtonianos no consideraban el azar como una variable importante, pues sólo era una medida de su ignorancia o falta de control en las condiciones iniciales, para los darwinistas el destino de un gen estaba muy improbablemente determinado por el azar. Suponían que las poblaciones eran suficientemente grandes y que las mutaciones siempre afectaban al fenotipo del portador, haciendo irrelevante la deriva génica. La deriva génica es la fuerza evolutiva que surge como consecuencia del tamaño finito que realmente tienen las poblaciones de seres vivos. Ocasiona que el destino de una mutación siempre tenga una cierta componente aleatoria dada por la probabilidad que tiene un gen de ser o no muestreado en esa generación; esto se debe a que sólo una cierta proporción de todos los gametos posibles es utilizada.

Resumiendo, podemos afirmar que los físicos no sospechaban que el nivel microscópico pudiera ser intrínsecamente azaroso ni los biólogos pensaban que el destino de una mutación pudiera estar regido por el azar.

La Física sufrió a principios de este siglo la Revolución Cuántica, que no significó solamente un giro para ella, sino también un giro filosófico que todavía no ha sido asimilado del todo. La Biología vive en nuestros días la controversia Neutralista-Seleccionista. Ambas son esencialmente idénticas: han ocurrido como consecuencia de las dificultades que las teorías clásicas han afrontado para entender los fenómenos observados a nivel microscópico.

La Revolución Cuántica ha destruido los pilares de la ciencia tradicional: principio de objetivización, principio de causalidad, principio de comprensibilidad y principio de continuidad. Su desarrollo mostró que la realidad se divide en dos grandes áreas de comportamiento distinto: el macrocosmos y el microcosmos.

La Teoría Evolutiva de la mutación y la deriva génica, mejor conocida como la Teoría Neutral, exige a los biólogos un cambio de pensamiento que muchos sin duda no aceptarán. Destruye el principio de causalidad en el caso de las mutaciones, ya que una mutación neutral no tiene efectos fenotípicos. Es una Teoría Evolutiva cuyos cimientos son principalmente matemáticos y provienen de la teoría estocástica de la Genética de Poblaciones. Su elemento rector es el azar: las mutaciones surgen al azar y su destino al interior de las poblaciones está fundamentalmente regido por él. Este es quizá el punto que más trabajo cuesta entender a quien tradicionalmente ha estudiado al ser vivo como si fuera una maquinaria, usando como herramienta principal el esquema causa-efecto. Bajo este esquema, el surgimiento del orden a partir del caos parece una contradicción, aunque existan claros ejemplos cotidianos como el del reloj automático, que convierte los movimientos azarosos de los brazos en movimientos ordenados de las manecillas.

El sueño principal del esquema mecanicista en evolución, de correlacionar uno a uno genotipo-fenotipo, queda destruido. La Teoría Neutral permite infinidad de configuraciones genotípicas para un mismo fenotipo. Esto no suena tan lejano a un físico, quien entiende cabalmente que un sistema, con una cierta configuración macroscópica estable, tiene infinidad de configuraciones microscópicas compatibles con ella.

La Teoría Seleccionista ve reducido su terreno de aplicación al nivel macroscópico-fenotípico; en el nivel molecular la Teoría Neutral seguirá ganando terreno. Los trabajos que más nos ayudarán a entender lo anterior serán aquellos que tiendan puentes conceptuales entre estas dos áreas. Recientemente el Dr. Kimura\* creador de la Teoría Neutral, estableció que en el caso de un carácter fenotípico que es el resultado de la interacción de muchos genes y que se encuentra sujeto a selección estabilizadora, el comportamiento de las mutaciones en cada gen individual es neutral. Esto es intuitivamente entendible, si pensamos que el cambio en un gen casi no tiene repercusiones sobre el cambio del carácter fenotípico. Para la Física, este tipo de fenómenos es común, es decir, un sistema acepta fluctuaciones locales azarosas sin que se vea afectada en absoluto la propiedad macroscópica con la que se trabaja. Lo que hoy llamamos controversia Neutralista-Seleccionista quizá sea la punta de un iceberg que anuncia un cambio en el paradigma Biológico, como el que sufrió la Física a principios de este siglo. A fin de cuentas:

¿Qué tan independiente ha sido la Biología al enunciar sus Teorías? ⊕

#### REFERENCIAS

- \* Kimura, M. Possibility of extensive neutral evolution under stabilizing selection with special reference to non-random usage of synonymous codons. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*: 78 5773-7.

#### LECTURAS RECOMENDADAS

1. M. Kimura, *The neutral theory of molecular evolution*. Cambridge University Press, Cambridge England, 1983.
2. Albert Einstein y Leopold Infeld, *La Evolución de la Física*, Salvat editores, Barcelona 1986 (Biblioteca científica Salvat).
3. John H. Cambell, *Autonomy in Evolution*. En el libro: *Perspectives on Evolution*. Sinauer 1982, cap. 11.
4. T. S. Kuhn, *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. FCE, 6a. reimpresión, México 1985.
5. Paul Davies, *Otros Mundos*. Salvat editores, Barcelona 1986 (Biblioteca Científica Salvat).
6. George Gamov, *Treinta años que conmovieron la Física*. EUDEBA, 2a. ed., Buenos Aires 1974.

## ENTRE LA GUERRA Y LA PAZ



### Anton-Andreas Guha FIN DIARIO DE LA TERCERA GUERRA MUNDIAL

Empezó la guerra. La cuenta regresiva se ha echado a andar. Precisa, inexorable e incontenible.

Algunos políticos y militares en Washington y en Moscú, funcionarios de un aparato sobre el que han perdido todo control, escriben el último capítulo en la historia de la humanidad, que no ha pasado de ser un cuento o una caricatura... y nosotros podemos decir que lo estamos viviendo.

### Owen Greene, Ian Percival e Irene Ridge INVIERNO NUCLEAR

Esta obra intenta despertar nuestra conciencia a las graves consecuencias derivadas de un holocausto nuclear, que sería definitivo.

