

Un área de trabajo interdisciplinaria

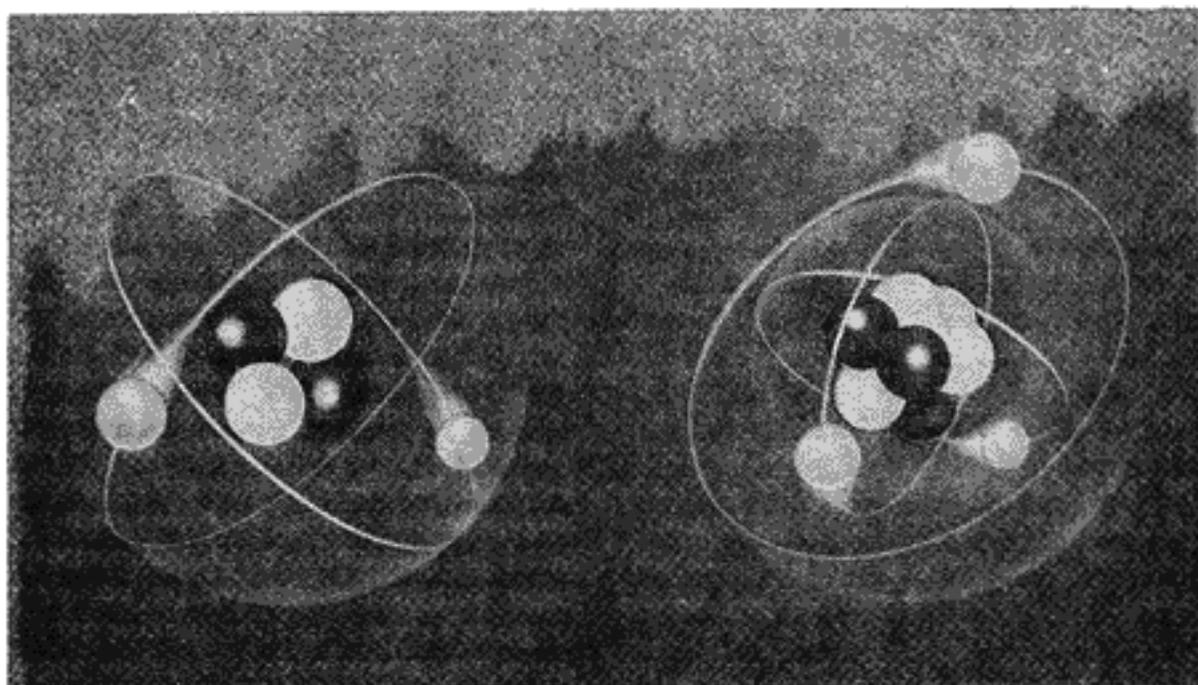
Biofísica: integración de una disciplina en desarrollo

JESUS CERVANTES S.*

El desarrollo de la biología ha estado condicionado hasta nuestros días, por una constante relación con la física y en ciertos momentos incluso, también por una decisiva influencia, no sólo ante el aspecto de la inevitable presencia de parámetros o factores físicos en diversos niveles de los fenómenos biológicos, sino por la influencia que el determinismo físico y sus consecuencias propagan en el terreno epistemológico. Sin embargo, el impacto que en las últimas décadas está la biología ejerciendo sobre el conocimiento, introduce nuevos elementos que transforman su relación con la física y orientan, en consecuencia, los conceptos de causa, interacción y azar hacia nuevas perspectivas, contribuyendo así a la tendencia actual en el conocimiento científico y en la propia física, al efectuar amplios y profundos cuestionamientos internos en todos los planos; sobre el aspecto del determinismo y las leyes que pretenden explicar los fenómenos complejos con ciertos grados de organización y donde participan múltiples cuerpos y otras estructuras o componentes materiales.

Debido a la incipiente pero activa investigación y nuevos enfoques de los fenómenos físicos cooperativos (lasers, inestabilidades hidrodinámicas, etc.), en-

* *Profesor del Departamento de Física, Facultad de Ciencias, UNAM.*



El grado de complejidad de los fenómenos biológicos es enorme. Ciencias como la física aportan día a día nuevos elementos que permiten explicar estos fenómenos.

tre subsistemas y de las mismas interrogantes abiertas con las formulaciones de la mecánica cuántica (recuérdese la polémica —si bien con un carácter especulativo— sobre la idea de la voluntad del electrón y sus proyecciones sobre el libre albedrío y el cerebro propuestas por Eddington, que de alguna forma se concretan con el concepto de vitalidad tan caro a la biología), la física aborda la descripción estocástica de los efectos cooperativos, arrojando nuevas respuestas sobre el carácter determinista de las leyes y parámetros en la naturaleza. En los fenómenos de la biología claramente se reconoce la interacción

compleja y cooperativa de distintos agregados, desde el nivel molecular hasta el ecológico, que por una parte, guardan una estrecha relación con los modelos físicos cooperativos y por otra, aportan ideas no únicamente en lo que concierne a su área, sino también al conocimiento de fenómenos de orden social o del individuo; conviene señalar que esta nueva actitud tiende a trasladar, a semejanza de como la física ha hecho con la propia biología, causando deformaciones y excesos a estos aspectos de la naturaleza a través de la llamada sociobiología por ejemplo.

Tomado de Science and Technology



Los eternos cuestionamientos entre el determinismo de las leyes y la explicación de los fenómenos complejos que ocurren en la naturaleza, continúan transformando las relaciones entre las ciencias.

Tradicionalmente, la biofísica es considerada como el área donde se pretenden unir ambas disciplinas para llegar a convertirse en una disciplina propia; sin embargo, su difusión, enseñanza y desarrollo usualmente presenta dificultades de precisión con respecto a sus límites y campo de trabajo, en parte debido a la cambiante y polémica relación mencionada arriba. Esta exposición intenta hacer un resumen y clasificación breve de los distintos niveles que abarca el estudio e investigación de la biofísica, con la importante aclaración de que estos niveles guardan una estrecha relación entre sí y su distinción es formal, ya que se entrelazan en el análisis específico de cualquier fenómeno biológico.

El nivel del conocimiento de los parámetros y factores propiamente físicos en los fenómenos biológicos. A partir de los componentes y estructuras fisicoquímicas que se presentan desde la biología molecular hasta el individuo (en temas como la fisiología general o la fisicoquímica), se investigan los mecanismos específicos que participan y definen el comportamiento biológico. Los aspectos electroquímicos o mecánicos en los cuales las propiedades coloidales y de tensiones eléctricas o mecánicas de la vida juegan un papel central, constituyen una constante referencia básica al funcionamiento y desarrollo de las estructuras biológicas (desde los tejidos más sencillos hasta los más complejos en el cerebro). Sus bases están orientadas principalmente a producir resultados técnicos-experimentales o bien médico-instrumentales. A nivel de la ecología, el desarrollo de nuevos conceptos e ideas a través de una base de mediciones físicas, comienza a adquirir terreno en temas como la geobioquímica o geomicrobiología.

A partir de la evolución y de nuevos enfoques de la teoría matemática (sistemas dinámicos, procesos estocásticos, etc.) y las experiencias acumuladas en la con-

ceptualización de la naturaleza por medio de modelos, así como el enfoque ingenieril de la teoría de sistemas, hacen de la simulación de fenómenos biológicos una actividad cada vez más amplia. Así es como el funcionamiento integral del sistema circulatorio, respiratorio, nervioso, etc. y los fenómenos de la morfogénesis, metabolismo, homeostasis se busca representarlos por ecuaciones diferenciales ordinarias y/o parciales acopladas a partir de elementos mecánicos, hidrodinámicos o de reacciones químicas moleculares. Muy ligado a lo anterior, se hallan los fenómenos de oscilaciones biológicas fuera del equilibrio (aunque no son los únicos detectados, pues existen lejos del equilibrio, oscilaciones termoquímicas, electroquímicas de otros tipos, todas ellas susceptibles de representarse por ecuaciones de conservación en términos de las densidades promedio de las concentraciones o energías internas y los flujos de difusión y calor) cuya explicación depende: de la formulación de sistemas dinámicos acoplados en varias posibles formas de variable biomoleculares, nerviosas, de población, etc.; de la existencia y comportamiento de ciclos límites en estos sistemas y de las características de estabilidad que posean: o bien, en una aproximación más compleja y no determinista, de las formulaciones estocásticas que abordan las fluctuaciones para describir las reacciones biomoleculares, interacciones nerviosas o ecológicas. Ambos procedimientos buscan definir la existencia de relojes biológicos, en particular algunos, en forma de una "mecánica estadística" de sistemas cooperativos acoplados y con características oscilatorias.

La biotecnología de alimentos, medicinas o materiales depende cada vez más de la modelización de poblaciones en el funcionamiento del biodigestor. Por su parte, la biónica alcanza resultados en el terreno de la ingeniería e incluso del arte o la arquitectura, a través de la simula-

ción de las formas biológicas para las aplicaciones y diseños de estructuras arquitectónicas y/o de maquinarias.

La termodinámica de los procesos no lineales irreversibles y de la mecánica estadística estocástica se encuentran en un permanente proceso de investigación y revisión, alrededor de aspectos centrales de la biología como son: la autorregulación, autoreproducción, estabilidad y organización. Las nociones de fluctuación y cambios de orden en las estructuras biológicas se conectan a la definición de las estructuras disipativas y los fenómenos de bifurcación a partir de la evolución universal ($dP_e/dt \leq 0$), que proporciona y determina la información de la termodinámica fuera del equilibrio, bien para estados estacionarios cerca del equilibrio o de los estados lejos del equilibrio, bajo la suposición del equilibrio local de la función de Gibbs.

P_e = Producción de Entropía

Este marco que busca constituirse como la base termodinámica de las formulaciones específicas que se desarrollan en el nivel anterior, está sujeto a cuestionamientos teóricos y también a desarrollos y verificaciones experimentales que terminen por descartarlo o bien modificarlo.

En gran medida, el instrumental matemático y las actitudes filosóficas y de corte epistemológico que conforman los desarrollos recientes de los niveles mencionados en la biofísica, se sustentan en el enfoque supuestamente generalizador de la teoría de sistemas y cibernética, dando lugar a una fuerte actitud organicista o biologicista en la reflexión de naturaleza que permea áreas como la sociología, economía, etc. Por su parte y a pesar de que se ha establecido de manera natural e indiscutible, la tajante separación entre la naturaleza animada e inanimada, la física no se encuentra exenta de la influencia de esta actitud que tiende a cuestionar y transformar la tradicional relación de la biología con la física, e ir un poco más allá en problemas conceptuales viejos, pero dinámicamente cambiantes, originados en la teoría física: la causalidad y el azar en la naturaleza.

Por lo tanto, en nuestra época, para avanzar en las tareas de investigación, difusión y enseñanza de las áreas de la biología y la física, la incorporación de un programa permanente en la disciplina de la biofísica, se presenta como una opción importante. ⊕