

EL ESPÍRITU CIENTÍFICO DEL SIGLO XX

La mecánica cuántica. La biología molecular y la neurociencia

Dr. Oscar Rubén Silva Neyra
Docente de la Facultad de Obstetricia y Enfermería - USMP

INTRODUCCIÓN

La producción de la inteligencia científica del siglo XX fue excelsa y trascendente. En el año 1900, último del siglo XIX, se abre el capítulo: Max Planck y los cuantos de energía se constituyen en las primeras señas de una serie sostenida de descubrimientos y teorías impresionantes. Es el inicio de un cambio sustantivo en conceptos y en perspectivas. "El espíritu científico" entra en una dinámica de progresos vertiginosos.

Agrandes rasgos el esquema del universo a fines del siglo XIX era -como afirma Manuel Rojas Arcidueñas- el siguiente: "había materia y energía irreductible una a la otra; la materia estaba formada por átomos en movimientos sujeto a ciertas "fuerzas" (inercia, atracción, gravedad) por lo que seguían determinadas leyes; la energía, ente inmaterial, invadía la materia fluyendo en gradiente. Para que las fuerzas pudiesen operar a distancia como es el caso de la atracción y la energía pudiese fluir, se postulaba la existencia de un cuerpo gaseoso sutil e imponderable: el éter. Todos los movimientos de los átomos y el flujo de la energía ocurrían en el espacio y en el tiempo, objetivos, absolutos: el espacio absoluto -había dicho Newton- permanece siempre igual e inmóvil y sin relación con ningún objeto exterior" (3).

Los experimentos de Michelson y Morey rechazaron la existencia del éter y desdibujaron la cosmovisión del universo de Newton.

Los conceptos de espacio, tiempo y masa fueron revisados y cuestionados. Para solucionar este problema fundamental es necesario estructurar un universo sin éter. Se desarrollaron dos grandes sistemas teóricos entre 1900 y 1927: la teoría de los cuanta de Max Planck (1858-1947), que trata de la unidad fundamental de materia y energía y la teoría de la relatividad de Albert Einstein sobre el espacio, el tiempo y la estructura del universo.

1. ENTRA EN ESCENA LA MECÁNICA CUÁNTICA

Luego llegó la Mecánica Cuántica, rica en producción teórica e innovadora en tecnología; su utilidad se extiende y se eleva a niveles nunca sospechados. Sólo hacer un listado de temas y logros es impresionante, citaremos

algunos de ellos: Schrödinger construye la teoría de la mecánica ondulatoria siguiendo el estilo más o menos especulativo que parte de Planck y continúa con Einstein y De Broglie.

Paralelamente, Heisenberg crea la mecánica matricial y enuncia el principio de la incertidumbre, apoyándose en la tradición empírica. Utilizando las radiaciones α y β , Rutherford propone un modelo atómico. En 1912, Bohr prepara otro modelo atómico introduciendo el cuanto de energía de Planck-Einstein. En 1925, Paul Dirac publica la ecuación relativista del electrón y abre el camino a la antimateria.

La electrodinámica cuántica, la teoría del electrón débil, los estudios sobre radiactividad etc., surgen durante el florecimiento de la mecánica cuántica. La vigencia y transferencia a otras disciplinas son también fecundas; los chips que son circuitos electrónicos en obleas planas de pocos centímetros de silicio, son útiles fundamentales en uso de computadoras, celulares y otros aparatos electrónicos.

Las teorías y técnicas de la Mecánica Cuántica ingresan finalmente al estudio de lo vivo. Físicos de la talla de DeLbruck estudian fenómenos biológicos, Schrödinger señala el rumbo de lo biológico y Crick y Wilking descubren la doble hélice del ADN, asociados al biólogo americano Watson. Se inicia así la era de la biología molecular.

2.- PREDICCIONES DE SCHRÖDINGER

Edwin Schrödinger, físico teórico, austriaco, premio Nobel (con Paul Dirac) en 1933, fundador de la Mecánica Cuántica y epónimo del modelo atómico, escribe hace sesenta años (1944) en Dublín un inspirado libro, pequeño y breve; "¿Qué es la vida?"(4). En él anticipó el futuro de una ciencia que precisamente no era la suya: la Biología.

La propuesta de Schrödinger tuvo una influencia seminal en los fundadores de la Biología Molecular. Solo dos ejemplos significativos: tuvo influencia en la decisión de Jean Watson para estudiar la determinación de la estructura del gen (2). Francis Crick reconoce una influencia similar.

¿Cuáles son estas propuestas que impactaron en el progreso del conocimiento biológico?

Crow ofrece a continuación un excelente epítome de las principales propuestas e intuiciones del libro. "Quizá fuese su caracterización del gen como un cristal aperiódico. Quizá fuese su visión del cromosoma como un mensaje escrito en clave. Quizá fuese su afirmación de que la vida "se alimenta de entropía negativa". Quizá fuese la idea de que la indeterminación cuántica al nivel genético se convierte, mediante multiplicación celular, en determinación molar. Quizá fuese su énfasis en la estabilidad del gen y facultad de perpetuar el orden. Quizá fuese su fe en que las obvias dificultades para la interpretación de la vida mediante principios no implican la necesidad de ninguna ley superficial"(1). Las respuestas llegaron en el transcurso de los años cuarenta y cincuenta del siglo XX.

3.- LA BIOLOGÍA MOLECULAR Y EL PARADIGMA DE LA INFORMACIÓN.

Investigaciones sustentadas por diversas disciplinas científicas integran métodos y laboratorios en busca de respuesta a la problemática en temas moleculares planteada por diversos estudiosos de lo vivo. Éstas provinieron de la Física, la Química, la Bioquímica, la Genética Clásica, la Bacteriología, la Virología, etc.. Las propuestas de Schrödinger fueron determinantes.

En 1953, en el Instituto de Cavendish de la Universidad de Cambridge, en Inglaterra, Watson y Crick recibieron información de imágenes de ADN cristalino preparadas con técnicas de difracción de Rx por Maurice Wilkin y Rosalind Franklin. Orientados por tales radiografías, diseñaron y descubrieron la estructura de doble hélice del ADN.

Se abre la compuerta: el enfoque molecular encuentra en la secuencias de bases nitrogenadas de los nucleótidos de doble hélice la información genética. La doble hélice además sugiere la réplica del material genético. Messelson y Stahl, un año después (1954), utilizando nitrógeno pesado prueba la teoría semiconservativa de la réplica del ADN.

Luego vendrá el manifiesto florecimiento de la Biología Molecular, que se expresa a la luz de descubrimientos sucesivos de investigaciones fundamentales, entre otros: Andre Lowff, Jaques Monod y Francois Jacob descubren la mecánica de la regulación genética y la teoría de operón. Robert W. Holley, Har Gobind Khorana y Marshall Nirenberg interpretan el código genético y definen su función en la síntesis de proteínas. Max Delbruck, Alfred D. Hershey y Salvador Luria, estudian los mecanismos de la replicación y la estructura genética de los virus.

4.- DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR A LA BIOTECNOLOGÍA.

El paradigma actual de la biología, encuentra esencia y fundamentos en tres disciplinas desarrolladas al ritmo y a exigencia de la segunda mitad del siglo XX.

Es a fines del siglo XX cuando la Biología Molecular, la Ingeniería Genética y la Biotecnología determinan sus perfiles y objetivos. El objetivo de la Biología Molecular es definir la complejidad de los organismos vivos en términos de las propiedades de las moléculas que los constituyen.

El gen es la unidad de información. Químicamente es un segmento de ADN (Ácido desoxiribonucleico). Su mensajero es el ARNm (Ácido ribonucleico mensajero) que al nivel de los ribosomas (órganulos celulares granulados) se expresa en la síntesis de proteínas. La Biología Molecular así, desde su elevado nivel de ciencia básica, informa a la Ingeniería Genética que busca con especializados y sofisticados métodos la manipulación del gen y la modificación provocada del patrimonio genético.

La tarea, vista teóricamente, es simple: alterar la secuenciación de las unidades constitutivas del ADN, los nucleótidos caracterizados por poseer cuatro bases nitrogenadas diferentes: adenina, guanina, timina y citosina. Transformada la constitución química del gen -genotipo- cambia también su expresión externa -fenotipo-. De esta manera, una nueva información genética identifica al organismo transgénico, quien lo aúna en su vida de individuo y la transmite a nuevas generaciones. En tal virtud, las mutaciones naturales espontáneas o imprevistas están a punto de recibir el desafío de las mutaciones planificadas y previstas y lograr resultados convenientes. Es cuando la Ingeniería Genética asume su rol de ciencia aplicada y sustenta una nueva tecnología: La Biotecnología.

Las técnicas de clonación (producción repetida de una parte o de todo el organismo), las técnicas de corte y empalme de fragmentos de ADN extraño a un genoma determinado (formación de quimeras), la utilización de vectores (plásmidos, carotes, etc.), el uso de tijeras y ligamentos genéticos (endoenzimas restrictivas y ligasas) y todo trabajo relacionado con el ADN recombinante, plantea la probabilidad de modificaciones de la naturaleza biológica de los genotipos y consecutivamente de sus fenotipos al nivel de proteína de la célula o de todo el organismo. De suerte que la Biotecnología nos acerca a la probabilidad de encarar la solución de problemas esenciales como: mejoramiento genético, prevención y terapia médica, selección artificial de fenotipos, elaboración de productos fermentados para la industria textil y el cultivo de pieles, el aumento de fijación de nitrógeno de diversas plantas, conversión de basura, producción de proteínas específicas en el ámbito industrial (ya se están produciendo insulina y hormona del crecimiento), etc.; todo lo mencionado utilizando el trabajo altamente eficiente de los propios seres vivos. Éstos constituyen algunos de los aspectos de la "revolución biológica".

El esfuerzo internacional se hace presente, con el proyecto GENOMA HUMANO (PGH): su objetivo

concluido fue la construcción de un mapa completo de la dotación genética humana. Su meta, también concluida, se expresa en la secuenciación de bases nitrogenadas del total de extrones del material genético de un individual (genoma) y mapeo molecular de los cromosomas. "El éxito del proyecto nos acerca al control definitivo de enfermedades, el envejecimiento y la muerte."

5. LA NEUROCIENCIA Y LAS IMÁGENES DEL CEREBRO EN FUNCIÓN.

La neurociencia, una novedad finisecular (del siglo XX), es tal vez la más prometidora y desafiante disciplina científica. Se organiza por integración de una vasta diversidad de asignaturas: la Fisiología y la Neurología, la Bioquímica y la Farmacología, la Genética y la Embriología, la Psicología y la Psiquiatría, la Informática y la Inteligencia Artificial, etc.. Pero el detonante para su desarrollo es, sin duda alguna, la Biología Molecular, que es el sustento de sus mecanismos bioeléctricos; y la Mecánica Cuántica, fundamento de las sofisticadas tecnologías, útiles para el acceso a la observación y el análisis.

Su objeto central es el sistema nervioso, compuesto de miles de millones de células llamadas neuronas. Cada neurona tiene cinco funciones, las cuales se reflejan en su estructura:

1. Las dendritas reciben información del medio y de otras neuronas.
2. El cuerpo celular cumple funciones metabólicas.
3. Suman las señales bioeléctricas (potenciales de acción) que provienen de sinapsis (continuidad fisiológica entre neuronas o entre músculo y neurona) y deciden si producen potencial de acción.
4. El axón conduce el potencial de acción auto propagado a su terminal de salida: La sinapsis.
5. Las terminaciones sinápticas transmiten la señal a otras células nerviosas, glándulas o músculos por mediación de intermediarios químicos denominados neurotransmisores. Estas sustancias actúan para excitar o inhibir la actividad de otras neuronas. Entre las más importantes citamos la acetilcolina, la dopamina, la serotonina, la norepinefrina, las endorfinas, etc..

Los tejidos nerviosos se organizan en órganos y estructuran el sistema nervioso que regula en coordinación con el sistema endocrino las funciones integrales del organismo. El sistema nervioso central esta compuesto por la masa encefálica y la médula espinal. El sistema nervioso periférico incluye al sistema nervioso somático (para los movimientos voluntarios) y al sistema nervioso autónomo (movimientos involuntarios), que a la vez esta integrado por dos partes: el sistema simpático y el parasimpático.

La primera estructura encefálica que encontramos en la parte superior de la médula es el bulbo raquídeo, que se encarga de controlar la respiración y el ritmo cardiaco, además es el puente que transmite información motora. La formación reticular excita y activa al organismo, pero también censura la información durante el sueño. El cerebelo se relaciona con el equilibrio y el control del movimiento.

El tálamo actúa como centro de relevo de la información sensorial; el hipotálamo mantiene la homeóstasis. El sistema límbico "cerebro viejo" controla diversas funciones básicas relacionadas con las emociones y la auto conservación, como la alimentación, la agresión y la reproducción. La corteza cerebral, "el cerebro nuevo", tiene áreas que controlan el movimiento voluntario (el área motora), los sentidos (el área sensorial) y el pensamiento, razonamiento, habla y memoria (el área asociativa).

¿Cómo la neurociencia investiga las principales partes del cerebro? Las exploraciones cerebrales han logrado reproducir imágenes del cerebro en pleno funcionamiento, sin tener que realizar cirugía alguna. Las principales técnicas de exploración son: el electroencefalograma (EEG), la tomografía axial computarizada (TAC), las imágenes por resonancia magnética funcional (IRMf), el dispositivo de interferencia cuántica de superconductores (DICS) y la tomografía por emisión de positrones (TEP). Estas atrevidas técnicas combinadas prometen y desafían descubrimientos que están orientados a comprender la compleja conciencia humana.

El estudio de la lateralización funcional de los hemisferios cerebrales es un primer avance: el cerebro izquierdo se desempeña mejor en las tareas verbales, como el razonamiento lógico, el habla y la lectura; el hemisferio derecho actúa mejor en tareas como la percepción espacial, el reconocimiento de patrones y la expresión de emociones.

CONCLUSIÓN

El siglo XXI promete superar enigmas nunca antes imaginados.

"Y desgraciadamente hombres humanos, hay hermanos muchísimo que hacer" (César Vallejo).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CROW, J. F., "Edwin Schrödinger and the Hornless Cattle Problem". *Genetics*, 1992, 130, p.237-239.
2. JUDSO. H. F., *The Eighth Day of Creation*. Nueva York, Simon & Schuster, 1978
3. ROJAS ARCIDUEÑAS, Manuel. *Historia de la Ciencia*. México, A. G. T. Editor S.A., 1990.
4. SCHRÖDINGER, E., *¿Qué es la vida?* Barcelona, Metatemas 1, 1983.