

Ciencia, evolución y ética: de la herencia biológica a la herencia cultural

Prof. Dr. Mario Sapag Hagar (*)

La evolución: un gran proceso creador y unificador

Los sistemas basados en grandes ideas unificadoras suelen asociarse, conciente o inconcientemente, con pensamientos o creencias acerca del destino humano y de su origen.

Tal es el caso de la *teoría de la evolución biológica* de Darwin, a quien se le llamó acertadamente el "Newton de la Biología". El hizo que la evolución, como fuente creadora de materiales y formas, fuera un hecho inobjetable, un concepto unificador y un proceso comprensible en el que, a través de la orientadora *selección natural*, se generan inevitablemente nuevas formas, estructuras y funciones así como mejoras adaptativas al medio, las que se traducen en un avance en la organización general de los seres vivos.

Pero como las propiedades de los seres vivos se deben a las características e interacciones de las moléculas que las componen, en una verdadera suerte de anatomía molecular, los biólogos se han preocupado en perseguir a las moléculas que constituyen a los organismos vivos y, con ayuda de los cosmólogos, han rastreado su origen hasta la creación de la materia inanimada misma.



Las tres etapas de la evolución: Cosmogénesis, Biogénesis y Noogénesis. Dictaduras moleculares y universales bioquímicos

En una *primera etapa evolutiva o cosmogénesis*, iniciada hace unos 15.000 millones de años y caracterizada por la generación de materiales y formas inanimadas (evolución química) surgieron, a partir de los elementos simples como el deuterio, elementos, tales como el carbono, origen de los compuestos orgánicos simples y a su vez de estos otros más complejos como las bases púricas y pirimidínicas, fundamento de los ácidos nucleídos y de la información genética posterior que caracterizaría una de las propiedades esenciales de los seres vivos: la reproducción.

Se dieron así las condiciones en una forma continua, para el surgimiento, hace unos 3.000 millones de años, de la *segunda etapa evolutiva o biogénesis* caracterizada por la generación de seres vivos (evolución biológica) desde una célula o microorganismo primitivo hasta el hombre. Esta etapa fue posible gracias a la aparición de las dos condiciones o limitaciones inherentes a todo ser vivo: Capacidad de reproducción y aporte energético permanente.

a) La *reproducción* está asentada en mecanismos de información genética impresa como un "programa" en el DNA celular, en el que estarían los planes que rigen el desarrollo del futuro organismo, sus actividades y su comportamiento, así como su capacidad

(*) Profesor de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile. Miembro correspondiente de la Real Academia de Farmacia del Instituto de España.

de producir organismos semejantes y de variaciones a través de mutaciones recombinaciones, etc.

- b) La exigencia de un flujo permanente de materia, energía e información a través de una constante interacción con el medio constituyó la condición básica para el surgimiento de la vida. El proceso fotosintético, atrapador de la energía solar y transformador de ésta en energía química concentrada en las moléculas orgánicas, producidas a partir del material inorgánico (O_2 , H_2 , O , CO_2 , etc.), se convirtió en el nexo e interdependencia fundamental entre los reinos vegetal y animal a través del ciclo del CO_2/O_2 .

La evolución impuso, pues, *dos dictaduras moleculares*, la genética (DNA), y la energética (fotosíntesis), que hasta ahora el hombre no había podido modificar.

Existe una clara unidad estructural y funcional entre los diferentes seres vivos, en todo el abanico que va desde la bacteria hasta el hombre, pues muchas reacciones son básicamente idénticas. El código genético es el mismo y la maquinaria de traducción de la información del DNA en proteínas no difiere sustancialmente (este lenguaje bioquímico común es el que ha permitido la manipulación e ingeniería genéticas). La existencia de *universales bioquímicos* moleculares y funcionales constituye, pues, el fundamento unificador de todos los organismos vivientes.

La traducción de un mensaje (información) lineal, como el del DNA (secuencia de bases) en un espacial o tridimensional, como el de las proteínas (secuencia de aminoácidos que determinan la conformación espacial) es, sin duda, uno de los más relevantes aportes de la evolución molecular. El posibilitó que la información biológica (hormonas, neurotransmisores, antígenos, sustratos, moduladores alostéricos, etc.), al ser reconocida por receptores específicos, se tradujera en función o acción biológica. Los cambios conformacionales o alostéricos en la estructura tridimensional de las macromoléculas, se constituyó en el proceso químico clave que hace posible la regulación intracelular e intercelular.

El alosterismo une así el programa de información genética con el funcional, representado fundamentalmente por quienes ejecutan la acción (enzimas, proteínas transportadoras, etc.) y determinar las estructuras celulares es decir, las proteínas. La expresión misma de la información genética se hace gracias a la interacción del DNA con proteínas específicas de regulación (factores transcripcionales) en una suerte de superconocimiento o interacción biológica.

Junto a este gran universal bioquímico molecular de información-acción, que es el alosterismo, encontramos muchos otros en los distintos niveles de la organización molecular de la célula y del organismo, llegando,

incluso, a una universalidad en el plano atómico, pues el centenar de elementos existentes sólo unos pocos fueron seleccionados como constituyentes de la materia viva (C, H, O, N, P, S, Cl, I, Na, K, Ca, Mg, Fe, Zn, etc.).

A nivel molecular metabólico se utilizan las mismas coenzimas; a nivel energético el ATP es la molécula universal para las transacciones bioenergéticas intracelulares de prácticamente todos los seres vivos, como lo es la glucosa para las transacciones intercelulares.

Los universales extracelulares de información o comunicación intercelular (hormonas, neurotransmisores y factores de crecimiento) y los de transducción extra-intracelular por segundos mensajeros (AMP cíclico, Ca^{2+} , inositol-tris-fosfato, diacilglicerol, ADP-ribosa cíclica, etc.), se constituyeron en los grandes sistemas de relación de la célula con su mundo exterior y de éste con la información génica contenida en el núcleo celular. Se fue imponiendo así, a través de la evolución, un plan maestro, universal, para todos los seres vivientes, desde las bacterias al hombre.

La aparición de nuevas proteínas permitió la realización de nuevas funciones. Moléculas como los anticuerpos y hormonas como la ACTH, la interleukina-1 y la adrenalina, constituyeron complejos sistemas defensivos integrados con el sistema nervioso. Los cuatro sistemas informacionales, genético, endocrino, nervioso e inmunitario, pasaron a constituir la unidad de los organismos pluricelulares complejos.

La evolución biológica creó también *tres sistemas de memoria*: la genética (DNA), la *inmunológica* (formación de anticuerpos específicos) y la *neuronal*. Las dos primeras toman nota del pasado de la especie y del individuo y la última, la neuronal registra o recuerda los acontecimientos de la vida de cada ser y, en última instancia, como dice F. Jacob, adquirió la capacidad de inventar el porvenir. Es la extraordinaria evolución y desarrollo del sistema nervioso central del hombre el que determinó, hace poco menos de un millón de años atrás, junto con la lateralización del hemisferio cerebral izquierdo y el surgimiento del lenguaje, la aparición de la conciencia, la cual lo distingue de todos los otros seres vivos. Esta última y *tercera etapa evolutiva*, que siguió a la cosmogénesis y biogénesis, constituye, como la denominó Teilhard de Chardin, la *noogénesis* o evolución de la mente. Ella representa uno de los principales desafíos de la biología moderna, a su vez que su más grande potencialidad y promesa.

**El hombre, la evolución y la cultura.
El sentido de la totalidad de la vida**

El hombre ha sido, gracias a su inteligencia y conciencia, el testigo de toda esta prodigiosa secuencia

evolutiva, constituyéndose en sí mismo en objeto de investigación molecular en la que la genética, la bioquímica y la biología molecular representan la culminación de un incesante buscar y cumplir con el anhelo socrático de conocerse a sí mismo. Ha sido un largo camino que nos llena de asombro ante el maravilloso plan gestador de la vida y la conciencia que John Austin Baker ha resumido muy bien al decir:

"Cuando consideramos la sencillez de alguna unidad fundamental del universo, como el átomo de hidrógeno, y el hecho de que su potencial para el cambio se limite, según parece, al ascenso o descenso de su nivel de energía y a la mayor o menor excitación de sus componentes, cuando reflexionamos en que con esto se hicieron el colibrí y la ballena, la mente de Aristóteles y de un Einstein, la música de Händel y las palabras de Shakespeare, el David de Miguel Ángel y la valentía de los hombres buenos, ningún milagro ni portento despertará jamás en nosotros tanta admiración como la realidad del orden natural y el misterio del alma humana".

En los seres humanos, la diversidad natural queda reforzada por la diversidad cultural, producto del notable desarrollo del sistema nervioso. La cultura, una característica de la vida humana como tal, es un modo específico del "existir" y del "ser" del hombre y a través de ella él se distingue y se diferencia de todo lo demás que existe en el mundo visible, no pudiendo prescindir de ella. El hombre es el único sujeto de la cultura y también su único objeto y su término y lo es en el conjunto integral de su subjetividad espiritual y molecular. Esta *herencia cultural* comparte con la *herencia biológica* la propiedad de evolucionar, pero lo hace mucho más rápidamente que ésta. Como basta apreciar en el enorme contraste entre el mundo cultural, social y tecnológico del hombre de hoy y el de hace unos 20.000 años, los cuales, sin embargo, biológicamente no diferían entonces sustancialmente. El hombre vive una vida verdaderamente humana gracias a la cultura que el mismo genera. El hombre, y sólo el hombre, es "autor" o artífice de la cultura y sólo el hombre se expresa en ella y en ella encuentra su propio equilibrio.

No es posible conocer, la realidad vital del hombre, trabazón entre su realidad biológica y su realidad cultural, si no dilucidamos la relación y equilibrio entre el hombre y el universo. De hecho el mantenimiento de la vida misma depende de la capacidad del organismo para adaptarse a los cambios del medio en que vive.

La Biología es capaz de darnos una visión integrativa del hombre en base a un número reducido de conceptos fundamentales. Entre ellos sobresalen la teoría de la evolución de Darwin y la teoría del código genético, pilar de la Biología Molecular. Pero a pesar de los

avances que ambas han significado en el conocimiento profundo del hombre y de sus circunstancias evolutivas y funcionales y, a pesar de Copérnico y de Darwin, el hombre sigue considerándose el centro del universo. Despreciando el delicado equilibrio natural derivado de su circunstancia evolutiva y molecular, no toma conciencia de su realidad biológico-cultural a la que continuamente amenaza de muerte con la contaminación y depredación (disminución de la capa atmosférica de Ozono, uso indiscriminado de plaguicidas, desechos radioactivos e industriales, etc.). Para construir un mundo más estable y humano, es indispensable tener presente esta dimensión integrativa del hombre a la luz de sus circunstancias biológicas, producto de su herencia genética y de su herencia cultural.

Tal desafío y tarea pueden ser facilitados por la alentadora perspectiva que está abriendo, por ejemplo, la *ecología* la cual entre todas las ciencias modernas es la que mejor ha redescubierto *el sentido de la totalidad de la vida*. Y ello, a partir del campo de las ciencias experimentales, que ha sido, hasta ahora, precisamente el símbolo del saber especializado, fraccionador, disgregante. La ecología está luchando por recordar al hombre dos verdades fundamentales. Primeramente, que la vida resulta de un *equilibrio global de factores*. Y, en segundo lugar, que si no se respetan todos esos factores (suelo, clima, flora y fauna), la vida biológica muere (H. Alessandri). Estas afirmaciones también valen para la *vida humana* como tal, incluyendo y, a la vez, trascendiendo lo biológico. Porque el ambiente vital del hombre su "casa" o "ecosistema" total, es propiamente su cultura.

El problema de la contaminación ambiental no podrá resolverse deteniendo el progreso de la ciencia, como pretenden algunos, lo que por lo demás no va a ocurrir. Por el contrario, la solución de éste y de otros problemas que aquejan a nuestra sociedad dependen, cada vez más, de la aplicación responsable de nuestros conocimientos (Por ej. introducción de bacterias, construidas por ingeniería genética, para degradar petróleo contaminante o eliminar plaguicidas). No condenar sistemáticamente a todas las sustancias potencialmente peligrosas, sino sólo aquellas no controlables, las no sujetables a normas necesarias. Existe un clima anti-científico en algunos sectores de nuestra sociedad, que parecen incapaces de comprender el valor del conocimiento para el bienestar de la humanidad. En la frase del físico norteamericano I. Rabi: "Para muchos miembros de nuestra sociedad el hombre de ciencia es un personaje misterioso y contradictorio que siembra bombas atómicas con una mano, mientras regala penicilina con la otra".

Es necesario que quienes ocupan puestos directivos en la sociedad estén en condiciones de comprender y

utilizar los conocimientos que poseemos, a fin de que sus decisiones se traduzcan en resultados beneficiosos para todos los miembros de la misma.

Hoy, y cada día en mayor medida, la salud es para el hombre el resultado de una serie de acciones ideadas por la inteligencia humana. Como consecuencia de este proceso, hoy *la salud es simultáneamente objeto de derecho y materia de deber*. El hombre, en bien de la salud de los demás, tiene el deber social de estar sano y de evitar que el ambiente que lo rodea pueda ser causa de enfermedad. Si, como con razón se dice, la libertad de cada uno debe terminar donde empieza la libertad de los demás, igual habrá de decirse que la salud de una persona debe prolongarse hasta procurar la salud de las personas que la rodean. En la promoción social de la salud, ha dicho P. Laín Entralgo, son dos los recursos principales: la técnica y el amor.

El hombre como interventor de la Evolución biológica: el genio en la botella

Es esta capacidad extraordinaria del sistema nervioso humano la que ha permitido al hombre imitar a la naturaleza e incluso modificarla, cortando DNA, uniendo fragmentos, insertándolos, etc. Con ella ya está en condiciones de modificar o intervenir a voluntad las memorias genética e inmunológica e incluso la del sistema nervioso mismo, traspasando con ello el umbral de su propia evolución. Ello puede implicar grandes beneficios (corrección de enfermedades hereditarias, etc.) pero también de graves riesgos para el futuro del hombre.

Lo que seguramente molesta no es el peligro, por cierto controlado tras las recientes exigencias y acuerdos adoptados voluntaria y responsablemente por la comunidad científica, de superar las fronteras permisibles en la manipulación de bacterias y virus, sino más bien la idea de que pueden extraerse genes de un organismo y transplantarlos en otros o incorporar nueva información genética al patrimonio natural. Eso es lo que molesta y da al DNA recombinante un halo de misterio, sobrenaturalidad y de potencial generador de situaciones contra natura, de monstruos y pesadillas que dejan, como lo ha expresado F. Jacob, un gusto a sabor prohibido.

Es esta ingeniería genética la que asusta a muchos y ha servido para acusar a los científicos de atentar contra la calidad de la vida e incluso de hacerla peligrar, constituyéndose con ello en una de las principales causas de desconfianza hacia la biología. Se repite así el problema del genio encerrado en la botella, como cuando los científicos advirtieron sobre el mal uso de la energía atómica para el futuro de la humanidad. Afortunadamente, y al igual que entonces, los científicos se han esforzado, responsablemente, como hemos dicho,

en establecer rigurosas normas éticas que rigan la experimentación genético-molecular.

Ciertamente que los adelantos científicos pueden servir para lo mejor y lo peor, es decir, ser al mismo tiempo fuente de bienestar y de males.

La Ética y el futuro de la Evolución Biológica

† El problema del futuro es, sin duda, el problema ético del control del hombre sobre su propia evolución biológica. Los poderes de la evolución descansan ahora en sus manos y el hombre, por ser el único animal dotado de conciencia y, por tanto, de responsabilidad, está obligado a asumirla. No sin razón J. Huxley decía que el hombre es la evolución hecha consciente de sí misma. El conocimiento, fruto de la conciencia y base de la auténtica libertad espiritual del hombre y, sin duda, una de sus más poderosas expresiones, ha originado *la técnica* con que ahora el hombre está en condiciones de liberarse de una de las dos grandes dictaduras que condicionan la evolución biológica: la de la herencia molecular encerrada en el DNA.

El hombre debe escoger metas y esa elección nos involucra en sopesar valores, incluso todo un sistema de valores. Los científicos no pueden hacer esta elección de metas por sí solos en nombre de sus conciudadanos, ni pueden medir y sopesar valores con precisión y objetividad, pero los asiste el importante deber social de informar y exigir de los ciudadanos, y también de sus gobernantes, una discusión y consideración de todos aquellos problemas amenazantes o riesgosos que surgen de los descubrimientos científicos y de la amplificación del poder humano. La ciencia ya no es, y no puede serlo nunca más, a decir de B. Glass, la torre de marfil del recluso, el refugio del hombre asocial. La ciencia ha establecido su base social y ha insistentemente solicitado el apoyo de la Sociedad y, por tanto, no sólo ha adquirido responsabilidades sociales sino que además ha comprendido cuáles son sus propios principios éticos fundamentales.

Pero también es necesario recalcar que la investigación es un proceso sin fin, del que difícilmente se puede asegurar cómo evolucionará y por ello no es posible "a priori" escoger ciertos aspectos de la ciencia y desechar otros. Como lo ha indicado Lewis Thomas, la ciencia, o la tenemos o no la tenemos. Y si la tenemos no podemos tomar de ella sólo lo que nos guste. Hay que aceptar también su componente imprevisto e inquietante.

El científico puede hacer el bien o dañar a otros hombres a través de su Ciencia y con ello recibir gratitud o acusaciones, recompensa o recriminación. La Ciencia no es sólo saber es también hacer y es en lo que hace donde ha encontrado su espíritu.

Lo importante es hacerlo con responsabilidad social y guiado por valores éticamente aceptables, utilizando al máximo nuestra imaginación para servir al hombre.

REFERENCIAS

1. Alessandri, H. Nuestra Misión: Ser Alma del Mundo. Edit. Patris, Santiago (1985).
2. Estrella J. "Tres Creadores: El Big-Bang, el ADN, la Mente". Cuadernos Universidad de Chile Nº 6, p. 9-24 (1986) Edit. Univ. Santiago.
3. Estrella, J. "Conocimiento y Biología". Hachette, Santiago, (1991).
4. Jacob, F. "El Juego de lo posible". Grijalbo S.A. Madrid (1982).
5. Jacob, F. "La Lógica de lo Viviente", Edit. Universitaria, Santiago (1973).
6. Juan Pablo II. "El Hombre, la Cultura y la Ciencia" Discurso UNESCO. Edit. Salesiana/Patris, Santiago (1985).
7. Laín Entralgo, P. "La Salud y la Enfermedad". En "Los Estudios de un joven de Hoy". Fundación Universidad-Empresa, Madrid (1982).
8. Monod, J. "El Azar y la Necesidad". Ediciones Orbis, S.A., Buenos Aires (1985).
9. Roa, A. "Investigación Científica Biomédica; fundamentos éticos y antropológicos. Hacia una ética de los principios". Anales del Instituto de Chile, pp 97-119 Santiago (1988).
10. Sapag-Hagar, M. "La circunstancia Bioquímica y Patológica del Hombre". Rev. Col. Quim. Farmacéut. 45 (3) 74-78 (1989).
11. Sapag-Hagar, M. "Importancia de la Biorregulación Celular en la Patología Humana". Edit. Universitaria, Cuadernos Universidad de Chile Nº 4 pp. 15-52 (1985). Santiago.
12. Sapag-Hagar, M. "La Unidad Bioquímica del Hombre". Revista Colegio Químico-Farmacéutico 34, 7-17 (1978).
13. Teilhard de Chardin. "El Fenómeno Humano". Ed. Taurus, Madrid (1965).