

Canto General!

Canto General!

Una vez pudo emerger la Vida acá en la Tierra no tenía muy garantizada su permanencia y desarrollo, ya que las mismas condiciones que la hicieron posible también pudieron conspirar en su contra. Bien, el hecho es que hubo y habemus Vida. La Vida es el más épico de los poemas, todo un Canto General, además de ser el más complejo de los enigmas aún sin dilucidar.

Si el ¡Canto General! de Neruda es una serie de sagas sobre toda la gesta de América, igual debe ser cantada así toda la gesta de la Vida, evocándola e invocándola en toda su majestuosidad. El Canto General de la Materia en Movimiento nos revela los comienzos de la historia del Mundo y su continuidad en la infinitud cósmica, desde que los núcleos y protones empezaron a transformarse en átomos pesados y moléculas simples, generándose luego las moléculas complejas y las biomoléculas que estructurarían la Célula o la Vida.

Hoy sabemos mucho de la historia de la Vida, pero no nos ponemos de acuerdo al preguntarnos por su Arché, siendo que hace 2.500 años en Jonia una comunidad de filósofos ya se preocupaba por saber si era el Ápeiron, el Agua, el Aire, el Fuego o las Homeomerías.

Es el Canto General sobre cómo la Vida ha venido organizándose progresivamente por azar, posibilidad o necesidad, transformándose de

estructuras simples a estructuras más complejas, hasta incluirnos.

Entre las teorías sobre el origen de la Vida, una de de las más plausibles es la Biogénesis (Francisco Redi) que, contra la común creencia en la generación espontánea de la vida a partir de materia orgánica en descomposición, desde el siglo XVIII nos dice que “la vida sólo puede surgir de una vida preexistente”, reafirmada luego por Louis Pasteur (1822-1895) al demostrar que efectivamente “Omne vivum ex ovo”. Como esta teoría de la Biogénesis también implica la existencia de un antepasado común de todos los seres vivos, aún se le objeta el porqué entonces se presenta tanta variedad de organismos y, si la vida era originada por otro organismo vivo, cómo se originó la primera forma viviente.

La respuesta sería que la Vida es beneficiaria del progresivo proceso de evolución química donde las moléculas inorgánicas terminaron transformándose en biomoléculas, las pioneras de la evolución de los vivientes. Si para surgir y resistir la Vida debió esperar la emergencia de su prerequisite sine-quantum del H₂O (Agua), entonces el arché de la Vida sería el OH (Alcohol). De ahí en adelante la Vida emprendería, por cuenta propia, su gran Gesta.

Así, la Vida ha surgido de la materia inerte o de moléculas inorgánicas, en procesos graduales de

63 REEVES, Hoover. *La más bella historia del mundo*; edit. Andrés Bello, Chile, 1998, págs. 17-63. Los límites de la Física se sitúan a temperaturas de 1032 grados (la “temperatura de Plank”), donde las partículas estarían sometidas a campos de gravedad tan demasiado fuertes que no sabríamos calcular sus propiedades.

millones de años y circunstancias convenientes, ¿abiogénesis?, y no es que la biogénesis no va más, sino que son teorías complementarias que desvirtúan la tal generación espontánea.

En la constelación de la "Molécula"

Dicen que hace quince mil millones de años unas partículas llamadas Quark se combinarían de tres en tres "quarks"; 2 quark "down" y 1 quark "up" que produce "nucleones" de neutrón y de 2 quark "up" y 1 quark "down" que produce "nucleones" de electrón; que al bajar la temperatura a unos 10(12) grados⁶³ dichos "nucleones" serían afectados por la "fuerza nuclear" y se generaría otra partícula de "dos protones y dos neutrones" y que esta partícula pasaría a ser el "núcleo atómico del Helio".

Que luego, al bajar la temperatura muy por debajo de los 10(32) grados se presentaría la irrupción de "núcleos de Hidrógeno", que más tarde se combinarían con los núcleos de He en una proporción de 75% núcleos de H y 25% núcleos de He, redundando esto en la aparición de la "fuerza electromagnética" requerida para situar en la órbita de los "núcleos" a los electrones, produciéndose entonces los átomos de Hidrógeno y Helio.

Que después, el He se desencadenaría en reacciones nucleares donde 3He producirían el átomo de Carbono y 4He el átomo de Oxígeno. Ya con H, He, C y O se presentarían combinaciones entre ellos, constituyéndose en moléculas y atmósfera de metano y amoníaco, para millones de años después bajo el influjo de la "fuerza gravitacional" condensarse en masa de Astros, y en algunos se generarían Agua y Vida.

Hoy ya sabemos cómo entre los Elementos sus átomos de cargas de electricidad contrarias, y bajo cierta fuerza de atracción, se atraen y combinan en compuestos para formar "moléculas". Pero, átomos de igual carga que se rechazan, también pueden conformar moléculas de elementos, puesto que O₂, F₂ y S₈ también son "moléculas". Existen moléculas monoatómicas (Cu, Fe, Au, Ag), moléculas diatómicas (N₂, F₂, H₂), moléculas tetra-atómicas (X₄), moléculas octo-atómicas (Y₈), moléculas poli-atómicas (CO, H₂O, HNO₃).

En la conformación de "moléculas" de un mismo elemento, ninguno de sus átomos pudo incurrir en la pérdida de alguno de sus electrones, ya que los otros átomos por pertenecer al mismo elemento también quieren replicar lo mismo, lo que redundaría en que tengan que combinarse entre sí sin tener que desnaturalizarse desprendiéndose de alguno

de sus electrones periféricos, sino que han tenido que compartir en préstamo y temporalmente esos electrones con los de otros átomos. Esto, porque entre los átomos se completan cada uno su incompleta estructura de electrones, así fuese al precio de tener que conformar "moléculas".

Si nos fijamos en la punta de nuestro lápiz y sacamos de ahí un diminuto granito, veríamos cómo ese minúsculo grano está conformado por miles de millones de átomos de Carbono ordenados en capas (moléculas) con estructura hexagonal, capas que se apilan unas sobre otras sin enlazarse químicamente. Un átomo es más pequeño que 1/10.000 del tamaño de una bacteria.

En las "moléculas" de compuestos, constituidas por dos o más clases distintas de átomos, cada uno de los átomos busca arreglárselas con la limitación de no poder completar su estructura dentro de su respectivo Elemento y, debido a que no existen esas cargas eléctricas contrarias que los unan entre sí, aprovechan la oportunidad de encontrarse con átomos de otros elementos que les facilitarían combinarse perdiendo y ganando electrones.

Al producirse estas liberaciones y capturas, mientras que una clase de átomos pierde un electrón la otra lo gana, dotarían a los átomos de las cargas eléctricas contrarias requeridas para que atrayéndose puedan combinarse y formar las "moléculas" de compuestos.

Al chocar dos átomos puede ocurrir que se transfieran los electrones que le sobran a uno de ellos hacia el átomo que le faltan electrones; o también puede ocurrir que los dos átomos que chocan permanezcan en contacto entre sí y terminen compartiendo sus electrones. En uno y otro caso los átomos que chocan, en circunstancias ordinarias, permanecerán unidos; y esta combinación estable de átomos es conocida como "molécula".

Si aprendiéramos a diseñar la distribución atómica como lo hace la Naturaleza, podríamos establecer un inesperado e in-imaginado control sobre la Materia que nos rodea, o sobre nuestros cuerpos; ya que unos átomos puestos en orden de una manera componen aire, tierra y agua, y con otro diseño, los mismos átomos formarían una naranja.

Esto es, siguiendo unas determinadas leyes los "elementos" (átomos) se combinan para formar "compuestos" (moléculas), con la particularidad de que las propiedades de los compuestos son

distintas de las propiedades de los elementos que contienen.

Nada permanece estable a escalas moleculares.

Una molécula de oxígeno viaja por el aire a una velocidad de 1.700 kilómetros por segundo, y en un segundo choca 5 mil millones de veces con el resto de las moléculas. Con respecto al tamaño de una "molécula", un cm³ de Gas es un conjunto inimaginablemente grande de moléculas; la burbuja más pequeña observable en un vaso de cerveza contiene varios miles de moléculas.

Cuando se combinan átomos diferentes para formar moléculas, las sustancias resultantes son llamadas "compuestos", como el agua (H₂O). Hay dos clases de compuestos, los Orgánicos y los Inorgánicos; los compuestos orgánicos tienen átomos de Carbono en su estructura y los compuestos inorgánicos no tienen átomos de Carbono en sus estructuras.

Se define a la "molécula" como la parte más pequeña de un compuesto que mantiene las propiedades de este compuesto y no la de los elementos que la conforman; o como la partícula más pequeña de una sustancia que mantiene las propiedades químicas específicas de dicha sustancia.

Otra definición de la Molécula la describe como una partícula constituida por átomos que presentan la mínima cantidad de un cuerpo que puede existir en estado libre; la Molécula es una de las tantas formas que se da la Materia, en forma de dos o más átomos en enlace covalente.

Una "molécula" puede estar conformada por dos, tres, cuatro, cinco y más átomos. Existen "moléculas" necesariamente conformadas por millones de átomos en contacto, como las largas cadenas de átomos de carbono que caracterizan las moléculas de las proteínas, de los ácidos nucleicos del cuerpo humano y de los tejidos vivos. También existen algunas moléculas elementales en la naturaleza formadas por sólo un átomo, como las de los gases Argón, el Helio y Xenón; la mayoría de las moléculas elementales están formadas por dos o más átomos, como el Oxígeno (O₂), el Hidrógeno (H₂), etc.

La Molécula sería la partícula indivisible de cualquier compuesto, sustancia o cuerpo químico, siendo el nivel en el que se encuentra la primera y más importante característica que diferencia la materia viva de la materia inanimada.

La materia viva está constituida por moléculas de complicada estructura (macromoléculas), como las proteínas (enzimas), que confieren

propiedades nuevas capaces de explicar la manera de actuar propia de la Célula.

Los organismos vivos son sistemas de moléculas encadenadas que pueden organizarse en estructuras tridimensionales, llevar a cabo sus reacciones químicas (metabolismo), almacenar las instrucciones de su propia reproducción, usar esa información para reproducirse a sí mismos y evolucionar a través de mutaciones, alteraciones en la duplicación del material genético, selección natural, azar, etc.

La partitura de la "Vida"

La Vida es simple contingencia en el largo proceso de la Materia en Movimiento. La Química no estudia sólo la Materia en estado inmutable y estático, sino en movimiento y desarrollo, demostrándose que las leyes generales de la química también son aplicables a los cuerpos orgánicos. Esto da al traste con la teoría que niega cualquier nexo entre la naturaleza viva y la naturaleza muerta, ya que la Naturaleza es Una.

Los átomos que conforman las moléculas de la materia inerte son los mismos que constituyen las moléculas de la materia viva, sólo que mientras en la inorgánica (inerte) se unen en moléculas simples, en la viviente se constituyen en moléculas tan complejas como los genes, el ADN, el ARN, los aminoácidos, las proteínas, etc.

La unidad básica de la materia viva es la Célula, pero el origen, desarrollo y progresión de la materia viva se debe en principio a la concurrencia de factores físicos y químicos, los que según sea el grado e intensidad de interacción y reacción serían los responsables del florecimiento de la vida viral, la vida bacteriana, la vida celular, la vida vegetal, la vida animal, la vida humana y la Gaia. Según sea la estructura generada y adoptada por la célula en su aglutinación o conglomeración con determinada función, dicho agregado de células asumiría su función de conformar tejidos, órganos, cuerpos, 'cuerpo y mundo' y 'Éllyolon'.

La Vida es un hecho que, a pesar de ser tan evidente y cotidiano, aún no ha podido definirse, pero mientras se discute si la Vida es materia envuelta en energía o es energía con contenidos de materia, digamos que es uno de los fenómenos fundamentales del Cosmos, como quiera que a pesar demostrarse tan elemental o silvestre a nuestra simple vista, en realidad es de tal complejidad que es de las cosas escasas del Universo.

Cuando hablamos de Vida tendemos a

relacionarla con los cuerpos animados, olvidando que mucho antes de nosotros ella pudo emerger acá en la Tierra bajo la forma micro-orgánica de una "molécula en crecimiento" que cibernéticamente pudo auto-organizarse tomando, canalizando y metabolizando la energía de su entorno.

En la Tierra se presentarían las condiciones para que, por sus especiales características, varios elementos químicos (inorgánicos) adquirieran el estatus de "protovida". Las moléculas orgánicas no son más que el ensamble de los inorgánicos átomos de C, encadenados indistintamente con los inorgánicos átomos de O, H, N, P y S. Veamos:

Las estructuras de los seres vivientes se constituyen con base en compuestos orgánicos, por moléculas que haciendo uso de una especie de "memoria química"⁶⁴ sucesivamente van transmitiendo "forma e información" a otras moléculas y se van reconociendo entre sí.

Son moléculas con la característica que al ser conformadas por cuatro o más elementos siempre poseerán el extraordinario e importante átomo de Carbono, puesto que la plástica y versátil geometría del Carbono le permite relacionarse de múltiples maneras con los demás átomos, formando estables estructuras moleculares y largas cadenas orgánicas, además de su capacidad para conducir fluidamente electrones de un extremo a otro de dichas cadenas. Esta sería la base de la constitución de las redes nerviosas naturales y de las artificiales redes de comunicaciones.

Esto es, en la Tierra las moléculas vivientes son producto del ensamble del átomo de C con otros átomos, siendo seis los átomos fundamentales en la estructuración de las moléculas, sobre las cuales reposa la fabricación de las células y de la vida misma, además de que sin la existencia del Hidrógeno (H) no pudo haberse iniciado ningún proceso de la Vida, ya que el H también funge de enlace o puente en la constitución del abecedario genético.

De todos los 20 elementos más comunes presentes en nuestro sistema solar,⁶⁵ en la Tierra se encuentran en el mismo orden jerárquico descendiente de abundancia el H, el O, el C, el N, el S y el P. Los principales constituyentes químicos de la Vida en la Tierra son el ensamble de átomos que producen: "H y O", → Agua, o el compuesto

con la función de servir de "solvente universal de la vida"; "C, H y O", → Carbohidratos, o el compuesto con la función de servir de "fuente de energía de la vida"; "C, H y O", → Grasas, o el compuesto con la función de servir de "almacén (depósito) de energía de la vida"; "C, N, H, O", → Metano, Amoníaco y cadenas de Aminoácidos; "C, H, O, N y P", → ADP-ATP Adenosín fosfatos, o el compuesto con la función de servir de "transportadores de la energía de la vida"; "C, H, O, N y P", → ADN-ARN Ácidos nucleicos o compuestos cuya función es servir de "patrones para síntesis de proteínas"; "C, H, O, N, P y S", → cadenas de aminoácidos, → Proteínas, → moléculas vivientes, → la Célula, → la Vida, o los compuestos con la función de "estructurar y facilitar las reacciones químicas para la aparición de la unidad fundamental de la vida y la vida misma".

Las "moléculas orgánicas" fundamentales en la construcción de la Vida, o los cuatro grandes grupos de sustancias esenciales para la Vida (el cuarteto de la vida), son los "ácidos nucleicos", los "carbohidratos", los "lípidos" y las "proteínas". Estos cuatro tipos de compuestos se organizan para formar las estructuras de una Célula.

Compuestos más complejos que las moléculas ordinarias son las combinaciones químicas de grupos iguales de átomos encadenados en forma de unas macromoléculas conocidas como "macro polímeros", entre los que se encuentran las celulosas, almidones, albúminas, plásticos o cauchos, cuya especial particularidad es servir de insumo (albúmina) para formar materia viva, esclarecer la esencia de los fenómenos de la vida y poder incidir en la dirección de los procesos vitales.

Engels, Darwin, Asimov y Humberto Maturana, entre otros, afirman cómo fue de necesaria la producción de una molécula orgánica (biomolécula), la "proteína", para que la Vida se hiciese posible. La molécula de "proteína" sería el producto de un proceso de reacciones encadenadas circularmente, que de manera auto-poiética (por sí mismo-hacer) generaría el sistema de una molécula orgánica con capacidad de tomar distancia con respecto al entorno y, de esta manera, procurarse autónomamente su estructura, auto sostenerse y auto generarse; es

⁶⁴ El mundo molecular es un mundo de "señales", siendo su lenguaje la Química.

⁶⁵ En su orden de abundancia en el sistema solar: H, He, O, C, N, Si, Mg, Ne, S, Ar, Al, Fe, Ca, Na, Ni, P, Cr, Mn, K y Cl.

decir, la molécula orgánica de la “proteína” forma parte de un círculo virtuoso o proceso cibernético de auto producción y retroalimentación.

Las moléculas orgánicas y la misma Célula existen muchos millones de años antes que la vida humana. Fue hace 4.500 millones de años que emergieron de la sopa química de nuestro Planeta las primeras bacterias, pero sólo en los últimos doscientos años pudo tenerse conocimientos sobre la “teoría de la célula”, la naturaleza de la división celular, la base celular de la reproducción, la teoría de la evolución, el hecho de que las bacterias y los virus son agentes transmisores de enfermedades, la Herencia (Mendel), la genética, etc.

Aún no se ha esclarecido el enigma de ¿Qué es la Vida?, ni hay respuesta definitiva, ya que son muchas las hipótesis y las teorías igualmente plausibles que una vez proclamadas lo que hacen es abrir mucho más el abanico de las preguntas sobre el concepto de la Vida. Se ha intentado definir la Vida desde la física, la química, la biología, la antropología y la filosofía, encontrándose que son definiciones bien distintas entre sí, y dentro del campo conceptual de cada una de estas ciencias también son múltiples las definiciones de la Vida. La paradoja de la Vida está en que al emerger ella y garantizar su permanencia en la Tierra sería el monstruo o canibal de aquel proceso de surgimiento de la Vida a partir de las combinaciones de C, O, H, N, P y S, puesto que si hoy quisiéramos replicarlo combinando las mismas moléculas partícipes en la generación de la Vida ya nos han preavisado de que sería algo imposible porque las condiciones de varios miles de millones de años atrás no son las mismas de hoy, siendo que la misma Vida las consumiría sin darles oportunidad de proliferar ni evolucionar.

“Hoy, los mismos seres vivos aniquilarían todo intento de aparición de una vida nueva... Apenas nacida la vida, ha quemado los puentes detrás de ella... En cierto modo, la vida contaminó la Tierra”⁶⁶

Un denominador común para conciliar los intentos por definir la Vida desde las diferentes disciplinas sería el concepto de la “Termodinámica”, estableciendo hasta qué punto la Vida es un fenómeno físico-energético que sí está o no está en equilibrio termodinámico, está o no está resistiéndose al segundo principio de la Termodinámica; así como fenómeno químico y

biológico se nos muestre como lo más complejo y organizado.

Una definición de la Vida desde la biología nos retrotraería a la misma química, sobre todo cuando descubrimos que un “gen” por sí solo o totalmente aislado no es Vida propiamente dicha, sino algo esencialmente químico. Una definición ensayada desde la psicología nos mostraría que no somos una abstracción sino un ‘Éllyolon’, presentándose otra discusión sobre el tipo de ‘Yo’, si es un Yo cerrado o abierto; discusión que en nuestro caso hemos querido saldar optando por un constructo abierto y formando parte integral de la comunidad humana, biótica y cósmica, el ‘Éllyolon’, lo que estaría en concordancia con una definición de la Vida a partir de todas las dimensiones (física, química, biología, psicología, filosofía) y con la concepción de que la Vida es uno de los frutos de la Materia en Movimiento o del largo proceso de evolución de la Materia.

Con base en el axioma de que el tiempo es un presente, el filósofo alemán George Simmel (1858- 1918) presenta uno de los conceptos de la Vida que más se ha aproximado a la comprensión de la realidad de la ‘vida humana’. La vida es ‘más vida’ y ‘más que vida’, puesto que es de su esencia el trascender de lo actual a aquello que no es su actualidad; es ‘más vida’ porque arrastra hacia sí algo para convertirlo en su vida y es ‘más que vida’ porque trasciende de sus propios contenidos a una actitud creadora en que lo producido no se subjetiva.

Esto es, la vida es un modo de existencia que ‘no’ reduce su realidad al momento “presente”, sino que es una continuidad en que el ‘pasado’ existe realmente penetrando en el ‘presente’, y el ‘presente’ existe realmente dilatándose en el ‘futuro’; no obstante, la vida vivida subjetivamente se siente como algo real en una extensión ‘temporal’, y, como el hombre se propone siempre un fin futuro, el ‘presente’ de la vida consiste en que ésta ‘trasciende el presente’, ya que el ‘futuro’ es un punto inmóvil separado del ‘presente’.

Naturaleza material de la Vida

La Vida, como todo el mundo restante, es de naturaleza material; no es más que una forma especial de existencia de la Materia, que se origina y destruye de acuerdo con determinadas leyes. Toda la historia de la ciencia de la vida nos muestra lo fecundo que es el camino en el estudio de la

66 DE ROSNAY, Joel. *La más bella historia del mundo*; edit. Andrés Bello, Chile, 1998, pág. 87

naturaleza viva sobre la base de la observación objetiva, de la experiencia y de la práctica social histórica; esto es, la Biología aún tiene mucho por hacer, como la más protagonista de las ciencias contemporáneas.

A diario observamos que los seres vivos nacen de otros semejantes. El ser humano nace de otro ser humano, la ternera de una vaca, el polluelo sale del huevo puesto por una gallina, los peces nacen de las huevas puestas por otros peces análogos, las plantas salen de semillas que han madurado en plantas semejantes. Pero no siempre ha debido ser así.

Nuestro Planeta, la Tierra, tiene un origen, tuvo que haberse formado en cierto período. ¿Cómo aparecieron en ella los primeros antepasados de todos los animales y de todas las plantas?

En el intento de explicar el origen y la variedad de las especies, muchas grandes inteligencias, como la del sabio sueco Carlos Linneo (1707-1778), no encontraron otra salida que recurrir a las hipótesis creacionistas y la participación de las leyes divinas, como si las parejas de uno y otro sexo obedecieran al plan divino de la creación, ya que toda forma de vida sería sólo y sólo sí producto de la creación y, por tanto, serían realidades invariables en el transcurso de los tiempos.

La idea del “desarrollo de la naturaleza viva” es sustentada en 1809 por el naturalista francés J. B. Lamarck (1744-1829) al cuestionar a Linneo y su hipótesis de que la Especie era de una invariabilidad absoluta en la Naturaleza, como si las especies biológicas fuesen eternas e inmutables.

Una vez Lamarck se afirma en su idea del desarrollo biológico de especies mutables, precisa que el factor fundamental del proceso evolutivo son las condiciones del medio ambiente, en las que se encuentran las causas determinantes de los cambios de los organismos vivos; es decir,

¡La Epigénesis! Así, las circunstancias exteriores determinarían, pero no de manera exclusiva, la forma y la organización de los animales, la mutabilidad de las especies biológicas, la aparición de especies nuevas y su adaptación a las condiciones del medio ambiente en que viven.

Además de la incidencia del medio sobre la formación de los organismos vivos, Lamarck considera que la herencia de los caracteres adquiridos también cumple su papel; sólo que interpretaba el proceso de desarrollo de la naturaleza viva como puramente cualitativo y desprovisto de saltos o interrupciones de

la gradualidad. Y consideraría Lamarck que el recurrente uso de un órgano redundaría en su mayor desarrollo y perfección; que los cambios adquiridos por los organismos bajo el influjo exterior se fijan y transmiten por herencia a las generaciones siguientes; que en la propia naturaleza no habían especies estables delimitadas entre sí, sino que sólo existían formas de organismos en tránsito gradual y cuantitativo a otras formas.

Pero el proceso de desarrollo de la Naturaleza viva empieza a hacerse más entendible con los grandes descubrimientos, a comienzos del segundo tercio del siglo XIX, de la Teoría Celular. En 1837, el fisiólogo y embriólogo Checo Jan E. Purkinje (1787-1869), expone sus conclusiones acerca del descubrimiento de las células nerviosas y de las células ganglionares del cerebelo. Demuestra que la célula no era aquel espacio vacío rodeado de una membrana sólida, sino que contenía una sustancia primaria, el protoplasma, y explica que había se daba una evidente unidad estructural de los animales y los vegetales.

El científico alemán Teodoro Schwan (1810-1882), después de arrojar su revolucionaria tesis de que “toda vida surge de la interrelación producida entre las fuerzas físicas y químicas comunes”, profundiza la idea de J. E. Purkinje al exponer de manera más amplia que, una vez estudiado el cartílago y la médula espinal de los animales, efectivamente formaban parte de una misma unidad el mundo animal y vegetal, puesto que había observado la estrecha correspondencia entre las células animales y las células de las plantas.

Con base en estos estudios, la comunidad científica de la época concluiría que el crecimiento y desarrollo de los seres vivos se producía en coherencia con la identidad de las leyes desarrollo de las células animales y vegetales, y que la íntima relación existente entre uno y otro reino de la naturaleza orgánica obedecía al hecho de que existe un principio general de desarrollo para las más diversas partes elementales del organismo, y este principio es el de la formación de “células”.

Neguentropía y Vida

La Materia en Movimiento, como la Vida, se va abriendo paso transformando energía química en energía mecánica, en medio de procesos simultáneos de organización y desorganización, entre momentos cibernéticos y termodinámicos.

Una respuesta a la manera evolutiva como surgiría la vida sobre la Tierra sigue provocando

una maraña de hipótesis. El conocimiento de las leyes de la termodinámica nos permite esbozar respuestas con base en preguntas como ¿es la Tierra un sistema aislado, o no aislado y/o cerrado?, ¿es el Universo un sistema aislado?, ¿qué cantidad de energía recibe la Tierra y cuánta cede al ambiente?, ¿el Universo recibe o cede energía del ambiente que lo rodea constituido por el vacío absoluto?

Según sea nuestra capacidad para encontrar respuestas a estas preguntas, las más difíciles que pueden hacerse, así será nuestra concepción sobre el origen de la vida en la Tierra, el origen y evolución de los vivientes, el origen del Hombre, el futuro de la Tierra y el futuro del Universo.

Iñaki Gil de San Vicente considera cómo en la naturaleza la aparición espontánea de estados estructurados se produce cuando se obliga a un sistema abierto, o capaz de intercambiar materia y energía con su entorno, a traspasar cierto punto crítico por un continuo aporte de materia o energía; cómo a medida que un sistema físico de estas características se aleja del equilibrio, la existencia de un solo estado se convierte en inestable; cómo cuando una o varias magnitudes alcanzan un valor crítico particular, dicho sistema “salta” de improviso a alguno de varios estados que pueden exhibir, o no, mayor organización; cómo la formación espontánea de estados más estructurados se relaciona con un pequeño número de grados de libertad llamados “grados de orden”; cómo estos parámetros de orden describen la cooperación global de los componentes del sistema, el cual origina el tipo de comportamiento dinámico autoorganizado; cómo los ensayos embriológicos realizados recientemente prueban, sin lugar a dudas, que no todos los cambios continuos son posibles en el desarrollo morfológico de los individuos; cómo existiría un umbral de alteraciones por encima del cual la configuración de una estructura biológica quedaría trastocada de manera brusca (catastrófica).

Ahora, es en el mundo físico, químico, biológico, psíquico y concienencial de la Materia en Movimiento que el fenómeno de la “entropía” se manifiesta como desorden y no susceptible de reversarse, puesto que la flecha del Tiempo va hacia futuro a golpes de Entropía. No obstante, en los sistemas biológicos es frecuente encontrarnos con

procesos de desorden tendiendo al orden, cuyo sentido es de “entropía negativa” (neguentropía).

Como la Vida es producto de la lucha entre entropía y neguentropía, tendría que auscultarse hasta dónde dicha neguentropía no es más que el movimiento del pasajero que dentro del tren se desplaza en la dirección norte-sur, pero el tren marcha en la dirección entrópica sur-norte, lo que terminaría mostrándonos al pasajero dirigiéndose en la misma dirección sur-norte del tren.

Quiérase o no, la “entropía” (degradación, muerte) necesariamente termina ganándole el pulso a la “neguentropía”.

“La ciencia que nos enseña lo que va a pasar estudiando lo que ya ha sucedido dejó de ser la “maestra de la vida”, necesitando convertirse en una ciencia esencialmente abierta a un futuro que no se sabe cómo se va a desarrollar... Todo el Universo tiene una historia, sigue una línea, marcha hacia delante. El Universo es un enorme proceso, que no ha llegado a término porque se perfecciona... El Universo es irreversible”⁶⁷

El hecho de que pueda interpretarse que la segunda ley de la termodinámica admite de manera temporal la “neguentropía” (construcción de orden a partir del caos) se debe a que la Vida es considerada como un sistema abierto dentro de ese gran sistema cerrado que sería el Universo, y éste no podría disminuir su “entropía”

No es fácil llegar a comprender el concepto de “Neguentropía”, mucho más cuando éste no se relaciona tanto con los conceptos de energía, temperatura, presión o calor, como sí con el concepto de “Información”.

La Neguentropía está estrechamente relacionada con la Información de un determinado sistema, siendo que ella es la capacidad que tiene la Información de dar las claves para producir Trabajo y aumentar el orden del sistema, pero la Información a su vez depende del grado de complejidad y heterogeneidad del ordenamiento estructural del sistema que proviene, y a su vez este sistema requiere de disponer de las condiciones que le faciliten obtener grandes cantidades de energía libre.

La “neguentropía” se manifiesta en forma de Información y Energía potencial. Si el aumento de “entropía” significa pérdida de Información, la captación de “neguentropía” del medio exterior

67 TEILHARD DE CHARDIN, Pierre; citado por Fernando Riaza, en *Teilhard y el Trabajo*, editorial ZYX, Madrid, 1967, pág. 30

(alrededores) es ganancia de Información. Del medio ambiente, el Sol es el que nos proporciona la mayor Información en forma de energía libre útil.

En el caso de ir descendiendo la temperatura de un sistema, la cantidad de energía no aprovechable para trabajo podría empezar a aprovecharse, utilizándose plenamente una vez la temperatura llegare al cero absoluto, puesto que a la temperatura del cero absoluto la "entropía" sería cero; y en el supuesto caso de que el sistema fuera cerrado, una disminución de su temperatura no haría disminuir la "entropía". La *Vi a* es la expresión más familiar de Neguentropía.

El proceso "anti-entrópico" de la Vida pudo haberse insinuado desde el mismo momento que del plasma ionizado inicial del Universo emergiera esa estructura ordenada del primer átomo de Hidrógeno; y una vez la biomolécula, se nos mostraría como una de las estructuras más ordenadas, complejas, heterogéneas, desequilibradas e inestables, poseedora de la mayor Información y, por tanto, de una entropía menor que la entropía cero.

Los seres vivos, por ser los sistemas más abiertos de los sistemas posibles, son los únicos con capacidad de captar 'neguentropía' al tiempo que atrapan, conservan, liberan e intercambian energía libre, haciéndose así posible su heterogéneo y complejo orden estructural. Entre estos sistemas, el más abierto, ordenado, estructurado, complejo, heterogéneo y organizado, como el de mayor capacidad de captar neguentropía es el 'Éllyolon'.

Por el contrario, en un sistema cerrado no podría captarse neguentropía, ya que ésta depende de la posibilidad y capacidad del sistema de intercambiar energía con sus alrededores; y así como uno puede llenar los alrededores de entropía, no puede hacerlo con la neguentropía. La estructuración de orden sólo ocurre dentro del sistema mismo, al costo de generar mayor desorden entrópico en sus alrededores.

A mayor ritmo de crecimiento de los organismos vivos, mayor captación de 'neguentropía' del medio ambiente, que empezaría a recibir las grandes dosis de entropía expulsada desde el interior del sistema; siempre y cuando se dé la proporcionalidad de que es mayor la entropía eliminada dentro del sistema (out-put)

que la entropía insuflada dentro del sistema (input) por el trabajo químico y mecánico.

La Neguentropía se capta en el momento que los organismos cumplen con sus funciones de alimentación, respiración, reproducción, adaptación, asimilación, ¡educación!

La Neguentropía es una propiedad de los sistemas abiertos, captada la mayor neguentropía por los organismos vivos y entre éstos lo hace con mayor intensidad el 'Éllyolon'. El crecimiento en 'intensión' del 'Éllyolon' es del tipo $2 + 2 = 5$, tal como lo hacen todos los organismos vivos durante su reproducción y desarrollo.

La Información, la Comunicación y los sistemas compuestos heterogéneamente de Materia y Energía se estructuran y organizan merced a la captación de neguentropía del medio ambiente; es decir, la capacidad que da la Información para producir Trabajo y aumentar el orden del sistema sólo es posible en la medida que se dan las condiciones de captar orden del medio exterior.

En el ciclo de la vida, y la vida es un evento energético, todo ser viviente (monera, hongo, protista, planta o animal) para crecer y moverse tiene necesidad de energía noble, la que termina degradándose en energía térmica para luego ésta ser dispersada en el ambiente circundante.

De ahí que la energía noble, tan utilizada por todos lo vivientes, necesite regenerarse. El motor de esta regeneración es un proceso representado por las plantas con su función clorofílica, que fijan en su interior parte de la energía recibida de los rayos del sol, acumulándola en forma de energía química, la que es consumida para su crecimiento; luego los animales herbívoros toman de las plantas la energía necesaria para vivir, y a su vez serán alimento para los animales carnívoros. Por tanto, la energía solar es la que alimenta el motor de la vida sobre la tierra.

"En cualquier caso, en el marco del presente ciclo la naturaleza es capaz de dispensar a la Tierra y a sus huéspedes, durante un futuro aún prolongado, todo cuanto sirve para renovar los ciclos del movimiento y de la vida. A menos que el hombre, poniendo los frutos de su conocimiento al servicio de una estúpida presunción, decida él mismo borrar la vida de este grano de polvo inmerso en la infinidad del espacio"⁶⁸

La virtuosidad del fenómeno de la Vida se explicaría, entre otras, por el carácter

68 SILVESTRINE, Vittorio. *Qué es la entropía*; edit. Norma, Bogotá, 2000, pág. 138

autorregulador de la “neguentropía” (cibernético); pero un desconocimiento de la ley de la conservación y transformación de la energía consistente en la indestructibilidad cuantitativa y cualitativa del movimiento, y de que el movimiento no puede existir plasmado en una sola forma, puesto que nunca cesará de transformarse de una forma a otra, podría llevarnos a renegar de la “entropía”, creyendo que la virtuosa complejidad creciente de la evolución de la Vida se debería exclusivamente a la “neguentropía”.

Ante la inexorabilidad de la “entropía”, de una energía que se transforma y se degrada (Entropía) hacia un equilibrio termodinámico del Universo, debe resaltarse la función excepcional de esos núcleos de organización que son la Vida, que por su capacidad de integrar estructuras ordenadas puede acumular “neguentropía” en forma de energía potencial y de información. Esto ha hecho decir a algunos que la Vida es la gran excepción del Universo, el gran bien que vale la pena vivir, puesto que en la infinitud del Cosmos la Tierra es la única partícula que ha podido acumular de la manera más ordenada posible esa “neguentropía” que es la Vida.

Los sistemas organizados como la Vida irían temporalmente en contravía de esa gran tendencia de la marcha del Universo que es la “entropía”, lo que paradójicamente sería confirmado por la segunda ley de la termodinámica, en el sentido de que dicha ley admite ordenamientos transitorios o temporales de acumulación de orden como la “neguentropía” de la Vida, ya que esto sería compensado por las mayores acumulaciones de “entropía” generadas por la Vida en sus alrededores.

Una Célula, por ejemplo, es un sistema abierto que se comporta en desequilibrio “termodinámico” con capacidad de mantener un estado estacionario, en el sentido que funciona como un sistema isotérmico que captura la energía libre de sus alrededores, procesándola, conservándola y liberándola, de tal manera que disminuye su propia “entropía” aumentando la de su entorno.

Cualquier organismo vivo tiende a producir la mayor cantidad posible de Trabajo utilizando el menor consumo posible de Energía, es decir, la Vida tiende a economizar energía, atrapándola, procesándola y liberándola, pero ante todo ahorrándola; y busca sus toques de orden al darse sus estructuras, puesto que nada más ordenado que una estructura.

Origen de la Vida en la Tierra

“No saber nada de lo ocurrido antes de nuestro nacimiento, es seguir siendo por siempre niños”

Cicerón.

A partir de los conceptos fundamentales de Materia, Movimiento, Espacio, Tiempo y Espacio-Tiempo, podemos explicarnos un Universo que eclosionaría hace quince mil millones de años en forma de una gran espiral logarítmica; un sistema solar conformándose desde hace cinco mil millones de años, según las leyes reguladoras del comportamiento de las fuerzas y las partículas, como las fuerzas gravitatorias, electromagnéticas y nucleares (fuerte y débil); unas teorías fundamentales como la relatividad (restringida y general), la cuántica y la termodinámica; el establecimiento de la relación dialéctica entre Materia y Energía y la constatación de cómo la fuerza gravitatoria deforma la trama del espacio-tiempo en la descomunal escala del cosmos.

Ahora, nada más pertinente que entrar a preguntarnos “cuándo”, “dónde” y “cómo” apareció la Vida acá en la Tierra.

De considerar descartada cualquier posibilidad “creacionista”, no queda esclarecido ni mucho menos cancelado el debate sobre el origen de la Vida, ya que corresponde ver entonces si desde su origen la Vida siempre se ha manifestado mediante procesos organizados (organismos) portadores de la molécula ADN que han evolucionado hasta el homo sapiens sapiens; o si ha sido el fruto de la “generación espontánea” por la cual los organismos vivos emergerían abruptamente de otros compuestos orgánicos (materia orgánica); o si es efecto de la “migración” de formas de vida errabundas por el cosmos; o si ha sido producto de la materia inerte transformándose en moléculas de aminoácidos y compuestos orgánicos; o si ha sido tan sólo un asunto del azar, entre otras hipótesis.

Una explicación plausible sobre el origen de la Vida en la Tierra no podría pasar por alto observaciones sobre los extremófilos o cómo los organismos nos han podido medrar en los ambientes más insólitos y extremos, tanto a temperaturas por encima del punto de ebullición como por debajo del punto de congelamiento; cómo la Energía por sí sola no ha podido mantener una biogénesis, ni la química por sí sola podría explicar el proceso de la Vida; cómo se delimita la frontera entre la Química y la Vida, ya que todo lo que nos rodea, tocamos y olemos es básicamente

químico, pero todos los organismos conocidos se basan en el ADN; no procedería, por tanto, establecer diferencias tajantes entre la Naturaleza y la Química.⁶⁹

Este problema del "Origen de la Vida" en la Tierra se presta para la desbordada especulación, como si el límite fuese la imaginación, ya que es igual de probable su exclusiva emergencia acá en la Tierra o ser un legado del espacio sideral.

El Origen de la Vida es un fenómeno natural que acá en la Tierra pudo darse de manera gradual, o por causalidad, o por casualidad, como también es altamente probable que nos viniese de afuera. Si desde un tiempo muy anterior a la formación del Planeta Tierra deambulan por la infinitud del Cosmos millones de trillones de meteoritos impregnados de "aminoácidos", "proteínas" y "bacterias", es altamente probable que hayan caído en una infinitud de planetas con las condiciones propicias para fertilizar procesos de Vida, los que luego en nuestra Tierra evolucionarían hacia la vida humana.

Tampoco la Vida no ha emergido para perdurar eternamente, ya que en todo momento estamos ante el riesgo de ser alcanzados por las interestelares ondas radiactivas, las que a su paso han venido acabando y esterilizando en todo lugar algunos vestigios de Vida, sin descartarse que una de dichas ondas podría esterilizar de un tajo a toda la Vida.

Entre las hipótesis o teorías más plausibles sobre el Origen de la Vida en la Tierra se han publicado con relativo éxito la "teoría de la "sopa química" (Oparin); la teoría de los "extremófilos", de la vida emergiendo de las condiciones extremas de las altas temperaturas propia de los fluidos volcánicos o de las profundidades del mar; la teoría " panspérmica" de los microorganismos caídos del espacio estelar. Unas según cierto gradualismo de causalidades físico-químicas; otras según casualidades de sucesos aleatorios.

Entre las teorías de que la Vida nos ha caído de los cielos,⁷⁰ dejando en igualdad de condiciones a la vida extraterrestre⁷¹ y terrestre, vale tener presente que la mayoría de los meteoritos que caen sobre la Tierra provendrían de Marte, tal vez

expulsados por rebote una vez el Planeta rojo fue chocado por cometas, portando agua congelada, aminoácidos y bacterias congeladas.

Con respecto a las teorías que explican el surgimiento de la Vida en la corteza terrestre, son igual de plausibles la de las moléculas orgánicas simples que lograrían sintetizarse al recibir tormentas eléctricas, provenientes de los rayos del sol, como la que nos habla de combinaciones en seco entre los elementos Fe, S, Piritas genéticas y otros elementos yacientes en las arcillas genéticas, sin necesidad de la presencia del agua.

Sobre la teoría gradualista de la Vida emergiendo en la misma corteza terrestre, merced a la combinación de los elementos C, H, O, N, S y P, no olvidemos que en las mismas nubes estelares atómicas y radiactivas ya viene el carbono, el hidrógeno, el nitrógeno, el oxígeno y la silicona, entre otros elementos y compuestos.

También es altamente probable que la Vida sólo pudo provenir de otra vida que ya existe, pero igual de probable es que el "mundo viviente" pudo constituirse a partir de la materia inerte de los átomos de carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno, con la participación eventual de otros átomos de azufre, fósforo y potasio. De la estructuración de estos átomos en moléculas encadenadas de aminoácidos, nucleótidos y azúcares, surgirían las Proteínas, el ADN, la Célula y la Vida organizada, en principio la vegetal, como si la inteligencia de la materia inerte y viviente fuese una sola y la misma, una inteligencia colectiva.

"90% del cuerpo (biomasa) de un vegetal es carbono, hidrógeno y oxígeno tomados del aire por fotosíntesis (sol y atmósfera); la fotosíntesis ecuatorial es la mayor del mundo, con exhuberancia de selvas hechas con atmósfera y sol, y esta es la clave de la vida (riqueza) vegetal, e indica la vocación ideal ecuatorial; el árbol ecuatorial crece 5 veces más rápido. El 98% de cualquier planta es energía solar vuelta materia; las plantas se nutren de manera autótrofa, utilizando la energía solar y el agua y las sales minerales del suelo para sintetizar materia orgánica"⁷²

El origen de la Vida es un secreto tan bien guardado que para escudriñarlo con algún grado de certeza tendríamos que infiltrarnos en la logia de sus fundadores, aquellos que 4.500

69 La Naturaleza está conformada casi toda por los 90 Elementos básicos y cada una de las cosas tendría que ver con alguno de los 20 millones de compuestos químicos en que se han combinado dichos Elementos.

70 En las tierras desérticas de Chihuahua (México) se han encontrado primitivas Bacterias calcinadas y fosilizadas, las que también son motivo de estudio en la Antártida.

71 Este concepto de vida extraterrestre es muy relativo, en el sentido de que todo en la Tierra ha venido de los cielos, es decir, nada más extraterrestre que lo terrestre.

72 FORERO BÁEZ, Roberto. Agricultura ecológica ecuatorial; Revista Soluciones Agrarias nº 1, Bogotá, 2004

millones de años atrás emergerían como nuestros primeros antepasados, las Bacterias. Parece que hace unos 2.500 millones de años atrás, éstas empezarían a conspirar en sectas de a cuatro bacterias, poniéndose de acuerdo en conformar el consorcio o truts (unión temporal) de la primera célula vegetal. Y ésta pudo sobrevivir sintetizando la energía del Sol, pero aún nosotros los animales no hemos podido descubrir el secreto de vivir del aire, necesitando consumir materia orgánica para sobrevivir.

¿Geología de la Vida o Vida de la Geología?

Según sea la concepción que se tenga sobre el "Movimiento", y según se asuma la química y la física, así será la concepción sobre la Vida.

Sobre esto ya se han reseñado ejemplos, como el de W. F. Ostwald y su teoría basada en el supuesto de que la Energía existe "por sí misma", poseyendo elasticidad y trasladándose a través del vacío absoluto sin un portador material que la contenga, permitiéndonos desplazarnos de un lugar a otro.

No se descartan del todo teorías sobre el origen de la Vida acá en la Tierra como la posibilidad de que la vida en la Tierra se debería a la visita de cuerpos estelares portadores de vida. Recordemos que esta misma idea la tuvieron Empédocles de Agrigento (-484-424) con la vida provocada por la caída de un león del cielo; Anaxágoras (-500-

428) con la vida a partir de unas semillas fértiles llegadas del espacio infinito a través del agua lluvia; Avicena (980-1037) con la vida producto de la caída del cielo de una vaca durante una tormenta; o la teoría de la "panspermia" cósmica, expuesta oficialmente en 1865 por el médico alemán H.

E. Richter, de los gérmenes que se encuentran viajando dispersamente por el Universo, los que pueden llegar a depositarse en los planetas en movimiento. Aunque ya en 1821 el científico francés Sales Guyon de Montlivault exponía su teoría de los "cosmozoarios" consistente en que de la Luna llegaron las primeras semillas para la Vida en la Tierra; y en 1834 J. J. Berzelius insinuaba que en ciertos meteoritos se podían encontrar compuestos de carbono "caídos del cielo".

Hoy se siguen estudiando los meteoritos en búsqueda de indicios de vida, y se ha encontrado en ellos esporos de bacterias y bacterias vivas, idénticas a las formas que hay en la Tierra, pero

no podría descartarse que podrían ser casos parecidos a los de la supuesta "generación espontánea" de la vida, a reseñar más adelante, o simples contaminaciones con las bacterias terrestres.

Esto nos llevaría a tener que preguntarnos inmediatamente en qué momento la sucesiva presencia de tan ilustres visitantes pudo encontrar agua en la superficie de la Tierra, puesto que es impensable la vida en la Tierra sin la disponibilidad del agua. Al preguntarse sobre la sustancia vital provocadora de la vida en la Tierra, de verdad que no es fácil pensar una respuesta olvidándose del "agua" (Thales de Mileto). En 1904 René Quinton sostenía que, al observar que en el interior de todo ser vivo se encontraba algún líquido, todos los seres vivos provenían del agua marina.

"Quinton considera que el mar tenía antiguamente una concentración en sales de ocho a nueve por mil con temperatura de unos 44° C., condiciones aproximadamente semejantes a las del protoplasma de los animales superiores. Así las especies que dejaron de ser marinas en un principio, conservaron una concentración en sales semejante a la que tenían en tiempos de vida marina."⁷³

También la Vida pudo no originarse de la materia inerte, existiendo por siempre en la Tierra, incluso cuando ésta era masa fundida, lo que llevaría a pensar en que, así fuese masa líquida en ignición, la Tierra sería como un solo organismo, cuya vida se manifestaría por el Movimiento de su Sustancia (Movimiento → Vida). Pudo ser que al enfriarse la Tierra las partes que se solidificaron constituirían la materia inerte y las que se conservaron en estado líquido o gaseoso adquirirían el aspecto del "protoplasma" de hoy.

Con la teoría del químico sueco Svante Arrhenius (1907) se quiso zanjar el asunto con su hipótesis extrema de que la vida era eterna; que la vida siempre habría existido migrando a través del espacio, en forma de esporas que escapaban al azar de la atmósfera de un planeta y luego eran impulsadas a través del espacio por la presión de la luz procedente del sol, colonizando así nuevos planetas. Pero esta interesante hipótesis de la presión de la luz como una fuerza impulsora, ya predicha por Maxwell, y pudiendo existir en algún lugar esporas resistentes a las radiaciones ultravioletas del espacio cósmico, sería derrotada

73 SORIANO, Lleras Andrés; *Elementos de Biología*, Universidad Nacional, Bogotá, 2ª edic., 1950, pág.50

por sucesivas investigaciones donde las esporas constituidas por proteínas y ácido nucleico no soportaron estos rayos, muriendo en el acto.

“Svante Arrhenius piensa que los seres vivos no pueden ser transportados en los meteoritos puesto que éstos, como se sabe, llegan a la Tierra en estado incandescente porque, según Lockyer, atraviesan la atmósfera a una velocidad de 40 a 60 Km./seg., lo que se ha calculado que puede elevar su temperatura hasta 6.000°., provocándose así la destrucción de la materia viva⁷⁴

Si en todo momento podemos ver cómo en nuestro Planeta la Vida está representada por la gran variedad de organismos, cualquier estudio de la Vida no debería enfocarse sólo a partir de organismos aislados, a la luz de las leyes biológicas (leyes de la vida), sino también a la luz del estudio de los procesos que darían lugar a su origen; es decir, la aparición de la Vida y su consecuente evolución necesita explicarse, además de las leyes biológicas, a la luz de las leyes físico-químicas. Todo esto, porque la materia inorgánica y la materia orgánica son una sola y la misma Materia en Movimiento.

Ir en la búsqueda de una relación entre la Geología y la Vida no significa que estemos negando la biogénesis de la Vida o que la Vida no sea producto de un largo, lento e intenso proceso de “quimio-bio-génesis” en desarrollo, cosa esta que sí negaría George Cuvier (1769-1832) cuando en 1821 publicara la absurda teoría de los cambios repentinos producidos por los cataclismos, negando el desarrollo en la naturaleza y la propia idea del desarrollo al considerar que en la Tierra se contarían tantas eras geológicas como cataclismos hubiesen ocurrido en su superficie.

En el Fausto, de Johan Wolfgang Goethe (1749-1832), encontramos una oposición a la teoría de los “cataclismos” que pretendía explicar el desarrollo de la Tierra y de la Naturaleza viva mediante acontecimientos fortuitos que no respondían a ninguna causa y que, por tanto, modificaban periódicamente el globo terrestre quebrantando así los nexos reales entre las diferentes fases de la vida en la Tierra. La Naturaleza se debía, según Goethe, a sus propias leyes que explican

la vinculación íntima entre todos los procesos terrestres, ya que “no hay porqué dividir la naturaleza en cáscara y almendra, ya que toda ella es indivisible”

Pero una teoría como la del meteorito que en pleno auge de la era cretácica hace 65 millones de años nos impactara, probablemente en lo que hoy conocemos como el golfo de México, desatando huracanes y mega-tsunamis de terroríficas y rasantes ondas expansivas arrasando toda la circunferencia superficial de nuestro Planeta, no estaría en la de los cataclismos, ya que no extinguió toda la Vida en el Planeta, sino a una que otra especie viviente, en particular a los Dinosaurios.

De haber tenido la poderosa fuerza mecánica ondulatoria desatada por el impacto un efecto Radiactivo, sí estaríamos hablando del cataclismo que acabaría con todo vestigio de vida, pero a pesar de lo súbito de la catástrofe la inteligencia animal sí pudo adaptarse a las nuevas condiciones, hasta el punto de que la vida ha seguido evolucionando en nuevas especies como la humana.

No estamos blindados ante las catástrofes que nos caigan de los cielos, ni es mucho lo que podamos hacer de repetirse un evento que altere y recomponga todo el mapa de la geografía animal, pero sí podríamos ser providentes y providentes para no correr la misma suerte de los Dinosaurios supervivientes que terminaron pereciendo de física hambre, puesto que el polvo terráqueo cubriría por mucho tiempo nuestra atmósfera, impidiendo así el paso de los rayos de sol, provocando el marchitamiento de los bosques y cortando de tajo el ciclo natural de la cadena alimenticia.⁷⁵

Mientras no se presenten otras evidencias, son igualmente plausibles otras versiones como las cuatro grandes extinciones sufridas por la Tierra en sus 5.000 millones de años de existencia, siendo la de los Dinosaurios la quinta de ellas y tocándole a los humanoides testimoniar otras extinciones menores como las provocadas por las glaciaciones, o algún otro meteorito, u otra contingencia.

Los científicos estudian entre otras causas aquellas que responsabilizan de las extinciones a

⁷⁴ *Ibid.*, pág. 54

⁷⁵ *Se tienen evidencias de grandes extinciones debidas a la fracturación de los continentes (Pan-gea) hace 420 y 200 millones de años, y también se ha comprobado que en muchas de las grandes catástrofes los mayores sobrevivientes han sido los animales, como en el reciente Tsunami del mar indochino que produjo la muerte de 300.000 humanos, mientras que no se tuvo noticia de un solo animal marino o terrestre que hubiera muerto en dicha catástrofe.*

los cambios del eje magnético de la Tierra, con sus respectivas variaciones catastróficas de la geología y de los climas, o a ciertos virus, enfermedades y/o hambrunas, o a cierta degradación y de generación esterilizante⁷⁶ de la capacidad de procrear, la que también pudo afectar a los grandes Saurios no mamíferos haciéndolos entrar en el mismo estado endémico de infertilidad que extinguiría su respectiva línea genética, y sin ninguna posibilidad de recurrir a la tan “mal comprendida” clonación. No obstante, y esto es lo más dramático, ahora nos preocupamos porque la gran sexta extinción no sea la provocada, por primera y única vez, por la misma especie humana.

En la estrecha relación entre la geología y la vida se resalta que además de la Vida tener que ver con las sustancias inorgánicas y orgánicas, con seres Inertes que no tienen ni han tenido vida y, por supuesto con seres que poseen la propiedad de la vida, también es procedente ver en qué sentido la geología y la vida han podido retroalimentarse. Tanto los seres vivos como los inertes son Materia constituida de átomos y moléculas, de moléculas formadas por elementos químicos (inertes) como carbono, nitrógeno, hidrógeno, oxígeno, hierro y calcio, cuyo comportamiento puede explicarse con base en ciertas leyes físicas y químicas que afectan lo mismo a un ser vivo que a uno inerte, además de que las reacciones energéticas fundamentales de los procesos químicos se explican por igual en los organismos vivos y en la materia inerte.

Las sustancias inorgánicas no están vivas, pero forman parte de los seres vivos y los procesos vitales; las aguas y las sales minerales son inorgánicas pero nutrientes de la vida vegetal y animal. Y si en la Tierra desde hace 4.500 millones de años se da la estrecha relación entre la Vida y la Geología, donde los protozoos (bacterias primitivas) aprendieron a alimentarse de minerales, porqué considerar éstos como materia inerte, siendo que son alimento de la Vida; si han sido los incontables mega trillones de bacterias las que a través de los tiempos se han ido precipitando, fosilizando y acumulando junto a iguales cantidades de excrementos y fósiles crustáceos en forma de rocas, porqué no considerar las rocas como materia viva.

Si la Tierra va rauda por el Cosmos a más de 100.000 Km./h, nave y hogar de todos que nos

lleva como formas más o menos organizadas y complejas de Vida, por qué la Vida no podría ser Geología; si la Geología se la pasa atrapando, liberando y conservando energía, porqué la Geología no podría ser Vida. De darse en todo lugar del Cosmos la estrecha relación entre Vida y Geología observada en la Tierra, lo que ha llevado a los científicos a concluir que significa lo mismo expresar que “la Geología es un proceso biológico” y que “la Vida es un proceso geológico”, nos llevaría a reflexionar que si los entes inorgánicos y los entes orgánicos están conformados por las mismas partículas, porqué entonces seguimos hablando de materia inerte y de materia viva, cuando en últimas todo puede verse como la Materia en Movimiento.

Ahora, si la “evolución del Hombre es un caso especial de la evolución de las especies, ¿la evolución de las especies es un caso especial de la evolución geológica de la Tierra?, ¿la Tierra es un caso especial de la evolución del sistema solar?, ¿el sistema solar es un caso especial de la evolución de la Galaxia?

La Vida es polvo estelar

Hoy tenemos evidencias de la Vida como producto de unos aminoácidos, a la par formando parte de ciertas proteínas como prerrequisito sine-quanum de generación de la Vida; como viajera invitada del polvo cósmico, a pesar de la misma Tierra, donde ésta tan sólo sería otro vertedero más de esa infinidad de meteoritos.

Si por el Cosmos van los raudos Cometas en apacible marcha a más de 130.000 Km./h llevando en sus entrañas las condiciones para la Vida, como energía y esperma cósmico, incluso a la vida misma en forma de rocas de agua congelada, biomoléculas, etc., y si la Vida es Materia en Movimiento, qué duda entonces de que somos polvo de estrellas.

Si a las extremas temperaturas, que en el Cosmos son mínimas y máximas, la vida ha supervivido y conservado la competencia para desarrollarse, queda en entredicho si sólo con las condiciones químicas de los entornos es suficiente condición para que emerja la vida. Y si la química es condición imprescindible de la vida, ¿acaso los elementos químicos no son polvo estelar?

Hay quienes piensan que el próximo gran hito de “especiación” se tendría que dar en algún

76 Motivo de alarma tiene que ser al actual descenso de la tasa de fertilidad de la humanidad.

ambiente extraterrestre, lo que es plausible, pero ¿qué pasaría si el Movimiento, por ejemplo, produce un pequeño y gradual cambio en la inclinación del eje de la Tierra?, modificando significativamente su trayectoria y respectivas velocidades de precesión, rotación y traslación, estableciendo otro tipo de comunión con el Sol.

Al recibirse otras cantidades, intensidades y cualidades de la nutrientes luz, se alterarían ni más ni menos nuestros regímenes de Ingestión, Absorción, Fotosíntesis y Fagocitosis, implicando cierto tipo de mutaciones. Esto es, sería como si la especie hubiese emigrado a otro Planeta, encontrando otras condiciones eco-ambientales, pero siguiendo acá en la Tierra, permitiendo nuevos e interminables procesos de “especiación”.

Ya se están aislando genes para alterarlos, incluso seleccionando genes (eugenética) de ciertos organismos vivos para insertarlos en otros, aunque aún no se han podido insertar genes en las células de seres vivos, pero a partir de las células embrionarias madres tomadas de nuestro cordón umbilical se han podido activar procesos de regeneración de tejidos y órganos de seres vivos, y ni para qué hablar de las potencialidades de la clonación.

De una u otra manera, serían como procesos de “especiación” adelantados acá en la Tierra.

El momento Biomolecular de la “Vida”

El peso de la Célula, que es la unidad más completa y eficiente de la Vida, está constituido en un 70% por una sustancia química, el Agua H₂O. Y, El Agua es determinante en la Vida y en las cuatro grandes familias de moléculas orgánicas: Carbohidratos (Glúcidos), Lípidos, Aminoácidos y Ácidos nucleicos (Nucleótidos).

Los Carbohidratos son azúcares con la función de ser fuente de energía y conformar la estructura de las células; los Lípidos son insolubles en agua y tienen la función, además de proporcionar energía al organismo, de formar las membranas celulares; los Aminoácidos son unidades básicas con la función de componerlas Proteínas que, además de estructurar las células, cumplen el servicio de ser nutrientes y reserva; los Ácidos nucleicos, ADN y ARN, están formados por cadenas de nucleótidos y son los responsables de la información genética.

Esto es, algunos biocompuestos orgánicos como los Carbohidratos y los lípidos funcionan como los almacenes energéticos requeridos para los trabajos de la Vida; otros, como los Aminoácidos, cimientan la competencia de los organismos para reconstituir permanentemente esos compuestos

nitrogenados que tanto necesitan consumir para poder vivir, las Proteínas.

Pero, la Vida no pudo darse de no contar con el aporte de los “biocompuestos inorgánicos” como el Agua, las sales minerales y las vitaminas, que también fungen de ser representativas de la Vida. El Agua refrigera el trabajo de los organismos vivos y disuelve los compuestos orgánicos; las sales minerales se ocupan de regular el equilibrio entre las bases y los ácidos, fortalecer el aparato óseo, formar glóbulos rojos y conformar los tejidos; las vitaminas se ocupan del crecimiento, fortalecimiento y desarrollo de los productos de la célula como tejidos, órganos y cuerpos.

Los procesos de la formación de las proteínas, coacervados y “cobiones” son el punto de partida de la producción de la Vida, generada ésta tras extensos e intensos procesos simultáneos de interacciones físico-químicas y biológicas; pero no podríamos pensar que ello aparecería de la nada, sino debido a la pre-existencia de otras sustancias básicas y fundamentales en la formación de la Vida que, siendo químicas, podríamos llamarlas “bioelementos primarios” (H, O, C, N, S y P) y “bioelementos secundarios” (Na, Cl, K, Mg, Fe, Y). Y estos “bioelementos” se combinarían para conformar “biocompuestos” orgánicos e inorgánicos.

Bioquímica, Biogénesis y Teorías de la Vida

Entre la quimiogénesis de la vida y la biogénesis de la Vida se encuentran múltiples versiones del proceso de desarrollo de la Vida, igual de interesantes y unas más plausibles que otras.

A veces olvidamos que la Vida es producto de la Materia en Movimiento; que la Vida es miles de millones de años anterior al Hombre; que es el Hombre quien depende de la Vida y no la Vida del Hombre; que la Vida no es un atributo de los seres orgánicos, sino de un holismo inorgánico-orgánico como el cuerpo vivo que es nuestro planeta Tierra; que el Hombre no es tan poderoso como para destruir totalmente la Vida, pero sí lo suficiente para autodestruirse él mismo; que la Vida no es una cosa sino un proceso; que la Vida es la que impone sus reglas al juego de la evolución; que en la medida que nuestra perturbación del proceso de la Vida sea irreversible, entonces la Vida podría prescindir de nosotros, pero nosotros nunca podríamos prescindir de la Vida; que producto de nuestra ignorancia y desquicie afectamos tanto el equilibrio del cuerpo vivo planetario que lo que estaría ad portas de la extinción no es la Tierra (Gaia) sino el Hombre

mismo, y tan sólo él, ya que después de la extinción del proyecto humano quedarían vivas otras especies, y en caso de también extinguirse éstas quedaría la Vida del complejo entramado de micro-organismos con la capacidad de reiniciar a su manera los respectivos procesos de evolución y especiación, que por supuesto no sería una evolución hacia la re-aparición del Hombre.

Por ejemplo, la desaparición de la capa de ozono no es una amenaza para la Vida, sino para la supervivencia de aquellas especies que afectadas directamente por los rayos ultravioleta adquirirían enfermedades degenerativas e irreversibles, en particular la especie humana. La Tierra no necesita que nosotros la salvemos; nosotros mismos seríamos los llamados a auto salvarnos.

Desde la Bio-química se ha tratado de esclarecer cómo la Vida es una fuerza interna sustancial, que a partir de una determinada combinación de los Elementos (químicos) primarios de la Naturaleza pudo darse una determinada organización en aminoácidos, los que se organizarían en proteínas, organizándose a su vez éstas en células y generándose otras organizaciones más complejas como las Móneras (cianobacterias, bacterias), Protistas (algas, protozoos), Hongos (levaduras, mohos), Vegetales (fanerógamas, criptógamas) y Animales (invertebrados, vertebrados).

Todos estos procesos de organización de la Vida se harían al fragor del metabolismo, el crecimiento, la reproducción, la adaptación y la transformación en función del medio ambiente, determinados por éste y en capacidad de transformarlo, y, en no pocos casos, independientemente con respecto a las restricciones del medio ambiente; que cuando se adapta al medio ambiente es supervivencia y cuando pasa por encima de sus restricciones es transformación liberadora.

Desde la Física también se ha querido ver la Vida como aquella energía (fuerza) que trasciende a los cuerpos (moneras, protistas, hongos, plantas, animales) que la poseen, puesto que la destrucción del cuerpo no significa destrucción de la energía que tenía, sino su transformación.

No se ha podido llegar aún al punto de poder esclarecer cómo a pesar de saber casi con exactitud cuáles son los elementos, los compuestos y los orgánulos constitutivos de la Célula, y si después de desagregados todos ellos se pusieran sobre una de las mesas del más prestigioso de los laboratorios, ningún equipo de científicos por más brillantes que fuese, ni por más nano-tecnología que esté a su disposición, ha

podido rearmar todas estas partes en el Todo de la Célula del que provienen.

Aún nadie ha podido sintetizarla Vida, ni siquiera al nivel de una proto-célula, pudiéndose esperar tan sólo cierta síntesis de determinada bio-molécula; como tampoco aún se ha podido decir: Esta es la fuerza o energía que es hálito de Vida; lo que se hace más complejo si observamos que todo lo vivo está formado por elementos inorgánicos, moléculas inorgánicas y orgánicas, sustancias inorgánicas y orgánicas y micro-organismos.

La Vida no podría comprenderse sólo a partir de poner mayor énfasis en la bioquímica o en la biogénesis, lo que no deja de ser una necedad, puesto que a la luz del sentido común y de los hechos tozudos ofrecidos por sus desarrollos teóricos y prácticos una y otra teoría son necesariamente complementarias. Es mucho más reciente la historia de la Bioquímica que la de la Biología, siendo la Bioquímica una ciencia relativamente joven de algo más de 100 años, como tan reciente son:

La Teoría de la Herencia por los cromosomas (W. Sutton, Th. Boveri); los trabajos genéticos de Thomas

H. Morgan; el descubrimiento de la naturaleza de las enzimas en 1897, de los grupos sanguíneos por Karl Landsteiner en 1900 y de la primera Hormona en 1901; el descubrimiento en 1908 del primer virus animal (D'Herelle); el descubrimiento de las "auxinas" y su aplicación al crecimiento acelerado de los vegetales (Boysen Jensen, Fritz Went); el descubrimiento del desarrollo embrionario animal en 1920 (Hans Speman); el descubrimiento en 1927 de la aplicación de los rayos X en genes de animales y plantas para alterar los agentes hereditarios (J. Muller, J. Stadler); la producción artificial de especies de plantas por G. D. Karpechenko en 1927; la modificación de genes y la producción de nuevas formas de vida en la Tierra en 1930 (R. A. Fisher,

J. B. S. Haldane, Sewall Wright); el descubrimiento de las vitaminas (A, C, D, E); la aplicación de la química en la inducción de mutaciones (J.

A. Rapoport, Ch. Auervach, F. Oehlkers); el descubrimiento en 1950 de la doble espiral de la estructura de la molécula ADN por J.D. Watson y F.

H. Crick, quienes pudieron explicar cómo el ADN transmitía información al ARN y cómo el ARN a su vez especifica la estructura del aminoácido de la proteína (polipéptidos en cadena); el desarrollo

de las bases para la producción de genes artificiales por Arthur Kornberg; el descubrimiento en 1960 de las vitaminas B-12, ácido fólico, piridoxina, nicotinamida; el aislamiento (descubrimiento) por primera vez en 1969 de un solo "gen" de cierto micro-organismo, permitiendo poderlo hacer también con todos los seres vivos, lo que abriría la posibilidad de investigar sobre la clonación de individuos de las especies y el descubrimiento del mapa del genoma humano, etc.

Si en la Vida primero es la "estructura" y luego la "función", para producir Vida en un laboratorio tendría que empezarse por diseñar y producir el esqueleto sobre el cual estructuraríamos una determinada molécula, a la cual se le darían los ensamblados adecuados ¿tipoproteico? Que procesen una determinada información y activen la función de producir una célula, la que a su vez necesitaría adquirir la función de reproducción celular, etc., pero podría resultar inútil esta pretensión de recetar la producción de vida, como si esta fuese una pócima de agua, aminoácidos, proteínas, ATP, etc., cuando aún estamos desentrañando todos los recovecos de la estructura de los seres vivos, y la mejor definición de la Vida todavía es una hipótesis.

Entre todos los existentes lo que distingue a los seres vivos (organismos) de los seres inertes es la más compleja "organización" de los seres vivos y su capacidad de "reproducción", ya que la Reproducción es la característica de Vida que permite al individuo hacer copias de sí mismo. Si algunas moléculas orgánicas son capaces de hacer duplicados de ellas mismas, ellas carecerían de las otras características de los seres organizados.

El proceso de la Vida es un fenómeno relacionado con acontecimientos inicialmente fisicoquímicos y luego biológicos (orgánicos), que encuentran su punto crucial en el momento que el ADN permite las condiciones para que dentro de la Célula se desarrolle el proceso bioquímico de producción de proteínas tan fundamental al proceso de la Vida.

La Bioquímica resulta ser es una secuencia de eventos de fluctuación energética, preámbulo de la Biogénesis, formando parte de la continuidad evolutiva de la materialidad de un Mundo en el que sus "organismos" están constituidos por elementos químicos, en una magnitud tal que de los 92 "elementos naturales" conocidos sólo 25 elementos forman parte de la materia viviente. De estos 25 elementos, el Carbono, el Oxígeno, el Hidrógeno

y el Nitrógeno están presentes en el 96% de las moléculas de la Vida, estando los elementos restantes en el 4% de la Materia viva, sobre todo el Fósforo, el Potasio, el Calcio y el Azufre; y cómo dicho proceso tiene que ver con una Vida que es Una, es decir, cuyos cinco Reinos de las "Moneras", los "Protistas", los "Hongos", las "Plantas" y los "Animales" disponen de la misma esencia o del mismo código genético común.

Eso de que la Vida sólo procede la Vida (omnis cellula es cellula), sin tener que remontarse a la explicación causal a partir de la materia inerte, siendo que la Vida no podría provenir de la nada, sería el campo de la Biogénesis. De la Vida ser un evento energético, el axioma de la Biogénesis quedaría así: "Un determinado ser vivo habrá procedido de otros seres vivos pre-existentes, ya que los seres vivos no podrían originarse de materia inerte, a menos que ésta se sitúe espontáneamente en un campo de densidad de energía adecuado." El fisiólogo alemán Rudolf Virchow (1821-1902), fundador de la patología celular, enuncia la teoría de que "todos los seres vivos provienen de otros preexistentes (progenitores) y portadores de las mismas características físicas y genéticas".

A la luz de la "biogénesis", cabe decir que la "ontogénesis" se refiere al desarrollo individual de los organismos vivos, a través de sus dos fases de "embriogénesis", en la que se fecunda el huevo como célula única y totipotente, y la de maduración sexual, reproducción y envejecimiento.

A los seres vivos los caracteriza el movimiento, la sensibilidad (irritabilidad), el intercambio de materia y energía con el medio, el metabolismo, la organización de las funciones vitales y, en especial, el hecho de ser organismos, puesto que constan de partes o subsistemas bien estructurados y a su vez son sistemas parciales de otros seres vivos. La Vida es una "Función".

La Vida (Célula), gestada como un proceso de emergencia, desarrollo y evolución puramente química (célulaquímica), para después desarrollarse como vida micro-orgánica (biocompuestos), vegetal (célula vegetal) y animal (célula animal), hoy ya no es posible que surja en la Tierra a partir de la simple concurrencia de la energía de las radiaciones ultravioleta y de la radiactividad. Claro que no, ya que dicha condición energética ha desaparecido del medio ambiente terrestre.

"La vida ya no puede originarse y desarrollarse merced a un proceso de evolución puramente química. Por un simple hecho, las formas de energía que la hicieron surgir en un principio-la energía de las radiaciones ultravioleta y la radiactividad - han cesado prácticamente. Por otro lado, las formas de vida bien establecidas consumirían con gran rapidez cualquier molécula orgánica que se originara en forma espontánea. Por estas dos razones no existe virtualmente la posibilidad de un resurgimiento independiente de lo inanimado en lo animado (salvo por alguna futura intervención del ser humano, si llega alguna vez a descubrir el procedimiento) Hoy en día la generación espontánea está improbable, que puede ser considerada como básicamente imposible"⁷⁷

Una respuesta clara y rotunda sobre cómo empezó la vida no la hay porque, dice Asimov, al iniciarse ella no pudo nadie estar presente allí para que así lo testimoniase.

Si la Tierra tenía al principio una atmósfera rica en compuestos de hidrógeno como amoníaco, metano, cianuro de hidrógeno, sulfuro de hidrógeno y vapor de agua, para que se iniciase la vida en un mundo como éste es preciso que las moléculas elementales que existían al principio se combinaran entre sí para construir moléculas complejas; y la construcción de estas moléculas requirió del aporte de energía suministrado por el Sol, sobre todo de sus rayos ultravioletas.

La teoría de Haeckel afirma que el origen de la vida en nuestro planeta pudo haberse iniciado con la aparición de los primeros seres vivos vegetales en el fondo de los mares. En el fondo del mar, las variaciones del ambiente son lentas e imperceptibles, lo que hace más fácil la conservación de cualquier ritmo metabólico. Allí ocurre una especial agrupación de complejas moléculas de carbono, creándose así los anillos propios de la serie orgánica de la química que harían surgir las primeras "micelas" protoplásmicas.

En este primitivo "protoplasma", sus micelas se afectarían por cambios bruscos del ambiente físico-químico, como alteraciones de tensión osmótica y de cargas eléctricas, que modificarían su ritmo metabólico debido a que la resistencia de su interior tuvo que ceder ante la capacidad alterante del exterior. Luego las micelas entrarían en un proceso de precipitación coloidal o fase de "gelificación", que en un comienzo disminuiría sus signos vitales (muerte protoplásmica), pero

después se revertiría el proceso merced a su capacidad de recuperación vital. A partir de esta reacción, la masa viva empieza a adquirir una fisonomía de "individualidad" coetánea con la persistencia de sus límites morfológicos.

Otros son del parecer que el Organismo primitivo, del cual se derivarían todos los seres vivos, sería un micro-organismo muy parecido a los "flagelados" actuales denominado el "Protobionte", que reunidos en gran cantidad se constituirían en "Metabiontes", de los cuales por evolución se habrían formado las distintas especies multicelulares; tal cual hoy podemos observarlo en las algas "Volvox", cuya forma es la de una microscópica esfera hueca con capacidad de reproducirse sexuada o asexualmente, formándose luego ciertas células madres (más grandes que las del resto del alga) en las que a su interior se producirían pequeños esporos ciliados que después salen nadando a reunirse en nuevas esferas huecas para dar surgimiento a otro Volvox. Con respecto a las teorías científicas de la Vida, el gran pionero sería el científico ruso Alexander I. Oparin (1894-19), quien lanza en 1922 la tesis de que no es posible entender la naturaleza de la Vida ignorando el Movimiento de la Materia y los orígenes y evolución de la Tierra, sosteniendo que la aparición de la Vida está determinada por las primitivas condiciones químicas y ambientales de la Tierra, sobre las cuales empezaría a ocurrir un largo período de evolución bioquímica, desde su forma más simple inorgánica hasta el complejo y maravilloso mundo de la naturaleza animada. Oparin toma el Carbono como el punto central de su estudio, ya que es el elemento de mayor participación directa en el paso de lo inerte a lo viviente, en la transformación progresiva de compuestos simples inorgánicos a los compuestos más complejos de las sustancias orgánicas.

La teoría de Oparin explica el origen de la vida a partir de aquella catástrofe cósmica en la que se desprendería la masa incandescente de la Tierra; formándose luego las nubes de carbono que se precipitaron entrando en contacto con los otros elementos de la corteza terrestre; después se formarían los carburos metálicos; mucho después se formaría la atmósfera de vapor de agua supercaliente; mucho después se presentaría la ruptura de la corteza terrestre y la formación de hidrocarburos, presentándose entonces las

77 ASIMOV, Isaac. *Introducción a la Ciencia*; P&J, 1973, pág. 585

reacciones que harían aparecer la diversidad de compuestos orgánicos; luego se enfriaría y condensaría el agua, por lo que los compuestos orgánicos diluidos en mares y lagos reaccionarían para formar moléculas complejas; y luego se formarían los sistemas coloidales que al mezclarse entre sí generarían los primeros “coacervados”.

En otras palabras, según Oparin, el origen de la vida se explicaría a partir de la transformación de las sustancias químicas en materia orgánica, cuyo inicio de la vida habría sido pre-celular, en la que los primeros aglomerados serían los “coacervados” o agrupación de moléculas rodeadas por una envoltura parecida a la membrana celular, y luego a cada gota de coacervado la influiría el medio de tal manera que irían produciéndose cambios en su constitución interna.

El Carbono es el elemento primordial y más versátil de toda sustancia orgánica. En el análisis de la composición química de la materia gaseo-pulverulenta se encuentra la presencia de compuestos químicos como el Metano, el Amoníaco y el Agua, los que enlazados de manera simple con el Carbono y el Hidrógeno que se encontraban libres formarían la sustancia orgánica más simple de los hidrocarburos, además de conformar otras sustancias como los cianógenos. A partir de los hidrocarburos se puede obtener cualquier tipo de combinación orgánica constitutiva de los organismos vegetales y animales.

El Hidrógeno (H), el Oxígeno (O), el Carbono (C) y el Nitrógeno (N), constitutivos de más del 95% de nuestros tejidos vivos, en alguna forma estuvieron disponibles en la atmósfera y las aguas de la tierra primitiva. Sobre estos elementos actuaría el ambiente con el sol, de energía y luz ultravioleta, con la energía térmica, con el calor húmedo de ebullición y con el calor seco de cocción, para formar, partiendo de cualquiera de estas fuentes de energía, un caldo diluido en los mares y lagos de la tierra primitiva; donde las moléculas presentes en la superficie terrestre se convertirían en una variedad de compuestos orgánicos complejos, produciéndose así todos los aminoácidos comunes y los nucleótidos, que son los componentes esenciales del código de la vida, el ADN y el ARN.

Algunas hipótesis de A. I. Oparin, serían verificadas en 1950 por Stanley Miller y Harold

Urey en los laboratorios de la Universidad de Chicago, quienes demostrarían cómo a partir de descargas eléctricas aplicadas a una mezcla de hidrógeno, metano, amoníaco y agua, que era la misma mezcla gaseosa presente en la atmósfera primitiva de la Tierra, se formaban aldehídos, ácidos carboxílicos y aminoácidos.

Luego, en 1952, el químico usamericano Stanley L. Miller prepararía una mezcla de sustancias parecida a la existente en la primitiva atmósfera terrestre y después de cerciorarse de que estaba completamente estéril la expondría a descargas eléctricas para adquirir así su propia fuente de energía. El resultado sería una sustancia de moléculas más complicadas que las iniciales, del tipo que se encuentran en los tejidos vivos, con presencia de “aminoácidos”, que son el principal componente de las proteínas.

En 1958, al bioquímico usamericano Sydney W. Fox le pareció que la Tierra primigenia debió estar muy caldeada y que la energía del calor pudo ser suficiente para formar compuestos complejos a partir de los más simples; entonces calentó una mezcla de aminoácidos observando cómo todos ellos formaban largas cadenas semejantes a las de las moléculas proteínicas, en las que los catalizadores más precisos de la naturaleza como las enzimas se engullían las proteínas ordinarias y hacían lo mismo con aquellos “proteínoides”, los que, por tanto, pudieron utilizarse como alimento de bacterias.

Al disolver los proteínoides en agua caliente y dejar enfriar la solución descubre cómo todos ellos se agrupan en diminutas “microesferas” de tamaño aproximadamente al de una bacteria pequeña; cómo dichas micro esferas, aunque no vivían tal como se entiende usualmente este concepto, no sólo se comportaban igual que las células sino que se hincharon, contrajeron, echaron brotes, crecieron, explosionaron, se dividieron en dos y se apiñaron formando cadenas.

En una entrevista de Guy Sorman⁷⁸ a Carl Sagan, publicada en el libro “Los Verdaderos Pensadores”, nos explica Sagan cómo en su laboratorio de la Universidad de Cornell pudo generar Vida dentro de una botella. Dentro de un globo de vidrio insertó y presionó cualquier cantidad de los gases más abundantes en nuestro entorno, aplicándoles descargas eléctricas similares a las producidas en la atmósfera terrestre, incluso con algunos rayos

78 GUY, Sorman. *Los verdaderos pensadores*; Seix Barral, Colombia, 1998

ultravioleta, y pudo observar cómo a los diez minutos se precipitaba una mancha amarilla que impregnaba las paredes de la botella, la que estudiada arrojó ser un Alquitrán conformado por moléculas con base en Carbono.

¡Y todos estaríamos hechos de Carbono!

No obstante, por más completo que sea su laboratorio de experimentación, ni el más fundamentado de los científicos podría hacer de la Vida un producto de la alquimia, puesto que aún no sabría qué y cómo insuflar ese chispazo ¿"entraño trascendental"? que finiquitaría la generación de nuestra primera biomolécula.

Con respecto a ese oscuro concepto de "entraño trascendental", es una ocurrencia que se introduce a manera de ensayo y error, sabiendo que no está descrito por las religiones, ni por la ciencia.

Aún no estaría el Hombre a la altura del gran laboratorio del Universo, además de que si pudiéramos provocar hoy en un laboratorio esas condiciones primigenias pre-bióticas, el resultado no tendría que ser necesariamente el mismo.

No se pretende reeditar una especie de "vitalismo" o doctrina de los fenómenos orgánicos irreductibles a principios físico-químicos, como si las funciones de los seres vivos se corresponderían con la actividad de un principio especial no material ¿elan vitae de Bergson? y sustancialmente distinto de las fuerzas físicas, ya que esta concepción se quedaría corta ante la evidencia de que la Vida también es materia físico-química, biológica, animal, humana y cultural, las que también detentan ese principio vital de atrapar, procesar, conservar y liberar energía.

Sinfonía de la Organización de la Vida

Los caracteres esenciales de cualquier unidad de Vida (organismo) son la "auto- conservación", la "auto-reproducción" y la "auto- regulación". Si los seres vivos manifiestan el poder de conservar la Vida, mediante procesos de fotosíntesis, respiración o síntesis, entonces tienen la propiedad de "auto-conservación"; si manifiestan el poder de propagar la vida reproduciéndose a sí mismos, entonces tienen la propiedad de "auto-reproducción"; si manifiestan el poder de gobernarse a sí mismos mediante el control permanente ejercido sobre su propia actividad, entonces tienen la propiedad de "auto-regulación".

Hoy, todas las sustancias orgánicas tienen la particularidad de capturar, procesar, conservar (ahorrar) y liberar energías, aunque algunas

inorgánicas (uranio) también son liberadoras de energía, y la Vida es una forma particular y compleja de la Materia en Movimiento.

En la idea de que la Vida requiere de la preexistencia del Movimiento, a la par que éste requiere de determinada Energía, es plausible pensar cómo antes de los Procariontes y los Eucariontes, cuatro mil quinientos millones de años atrás cuando la primitiva atmósfera terrestre carecía de Oxígeno gaseoso, ya habían florecido unos micro-organismos primitivos demasiado simples que necesitaron ser "heterótrofos" (no autotróficos) y "anaeróbicos" (sin oxígeno) para poder respirar únicamente el metano (gas natural) de la atmósfera de aquellos tiempos.

Pero esto, sin las habilidades de alta complejidad requeridas para sintetizar alimentos mediante fotosíntesis que sí ostentarían las "arqueas" (arqueobacterias) de genes fragmentados, las que pudieron alimentarse de las moléculas orgánicas constituidas por el Carbono, Nitrógeno y Fósforo ya disponibles.

También se ha explicado cómo 4.500 millones de años atrás el Movimiento nos traería a la Tierra las "arqueas", tal vez las mayores responsables de que en nuestro Planeta se desataran los primeros procesos extremófilos de la Vida. Las "arqueas" se han encontrado en el hábitat de volcánicos caldos tóxicos, en el lecho marino a profundidades mayores a los 3 kilómetros y en las mismas profundidades de la Tierra; y en el hábitat anaeróbico, en los que no existe el Oxígeno, las "arqueas" se pueden dar el lujo de respirar Hierro.

De ahí que se diga que el día en que la Tierra vuela en pedazos, los únicos vivientes que se diseminarian como tales en las profundidades del Cosmos serían las "arqueas", las que han aprendido a soportar las elevadísimas y bajísimas temperaturas. Ya sabemos entonces con qué tipo de vida nutriremos a la infinitud del Universo.

Mientras se decanta esta teoría de las "arqueas", se investiga cómo es que en el seno de los océanos, a más de ocho mil metros de profundidad donde nunca entra la luz del Sol y la presión es de dos toneladas por pulgada cuadrada, no sólo hay vida, sino que hay muy serios indicios de que allí se inició la vida. Una vida que no necesitó de la fotosíntesis, que ha sido producto de la "quimiosíntesis".

Dos mil quinientos millones de años atrás empieza a producirse Oxígeno gaseoso, permitiendo que los micro-organismos evolucionen mediante el adelanto de procesos

de Fotosíntesis (aeróbica); o la utilización de la energía solar para producir alimentos como los hidratos de Carbono a partir de CO₂ y H₂O; o de Quimiosíntesis; o la fijación del Nitrógeno atmosférico, apareciendo así los Procariontes, que son organismos económico smuy eficientes en el uso de los recursos escasos.

Pero al mismo tiempo empezaría a liberarse el destructor de las moléculas orgánicas, el Oxígeno molecular, lo que llevaría a la extinción de los micro-organismos ancestrales que no pudieron dar el salto de anaeróbicos (anaerobia) a aeróbicos (aerobia).

Esto es, el oxígeno gaseoso actuando en medio de los ciclos metabólicos preexistentes (fotosíntesis anaeróbica y quimiosíntesis) sería el proceso generador de nuevos compuestos de la Vida, como el desarrollo de las membranas protectoras de las Células.

Dos mil trescientos millones de años atrás, el proceso de fotosíntesis aeróbica cambia la composición de la atmósfera con la producción de la capa protectora de "ozono", que es la protectora de los mensajes genéticos, puesto que filtra los rayos destructores del ADN, los rayos ultravioleta. Luego aparecerían las cianobacterias, los estromatolitos, los leucothrix, los chloroflexaceae, los pseudomonas y los paracoccus.

Mil cuatrocientos millones de años atrás, con una atmósfera más rica en oxígeno se adelantarían los procesos de respiración aeróbica, con lo que aparecerían unos orgánulos, las "mitocondrias", conformadas por macromoléculas informáticas y estructurales de la Vida.

Mil millones de años atrás, las "mitocondrias", además de su capacidad de auto-reproducirse y de sintetizar la totalidad de sus proteínas, ya empezaban a formar parte de los Eucariontes (células) con la función de llevar el mensaje genético (mensaje mitocondrial) por fuera del núcleo de la Célula, cumpliendo esta función dentro del núcleo la macromolécula ADN.

En la ineluctable tendencia de la Entropía del Universo, expandiéndose en degradación y desorden, no sólo los organismos vivos nos muestran momentos de "orden biológico" (neguentropía), sino que también podemos encontrar complejos procesos de organización desde los mismos átomos (física) hasta el más complejo de los seres vivos (biología).

Y esto debe reflejarse en la Academia, para que la Física, que está en todo su derecho de capitalizar el conocimiento sobre la Termodinámica y la Entropía, se complemente con los enfocados desde la Biología, la Ecología y la Bioética, ya que también le son comunes a los sistemas vivos.

"A fines del siglo XIX creyeron los sabios materialistas que la materia viva podría llegar a sintetizarse y pensaron que tal cosa se lograría cuando se obtuviera la síntesis de la albúmina. Pero como lo dice Morales Macedo: La organización de la materia no es creadora de vida... Es claro que la posibilidad de verificar la síntesis de la materia viva no puede descartarse en forma definitiva, ya que algún día bien puede llegar a descubrirse algún fenómeno físico o químico que dé la clave del problema, pero a lo que se ve hoy, puede pensarse esto como muy poco probable por el momento."⁷⁹

En su corta historia la Biología aún tiene mucho por hacer, tanto en los estudios de los ecosistemas que en la Tierra conforman la Biosfera como en el campo de conocimiento e investigación que se abre merced a la actual revolución genética de la recombinación genética, el genoma humano, la instauración de la gran biblioteca de los genes, las células madre y las células embrionarias ("stem"). Con respecto a dichas células madre, no todas ellas serían embrionarias o germinales, ya que las de la sangre y la médula ósea no lo son y las del cordón umbilical sí lo son. Son enormes las expectativas que se tienen de las posibles aplicaciones terapéuticas de las células madre; se está hablando que en laboratorio ya se ha producido "esperma" artificial de ratones, a partir de sus mismas células madre, generando la obvia discusión bio-ética entre quienes se alarman y quienes piensan que sería una buena oportunidad de ser providentes y providentes ante el hecho de una degeneración del esperma humano, que podría producir la gran extinción de nuestra Especie, como cierta teoría afirma que pudo haber ocurrido con los dinosaurios.

Ahora la Biología pasa por las nuevas preguntas que nos plantea la Bioética con respecto a la Clonación, centrándose la discusión en las implicaciones de una incontrolada práctica reproductiva de copias a imagen y semejanza que terminaría despojando a la Evolución de su gran secreto, el de la selección natural y la diversidad. Pero, por ahora, mejor avanzar en las

79 SORIANO, Lleras Andrés; *Elementos de Biología, Universidad Nacional, Bogotá, 2ª. Edición, 1950, pág.28*

bondades de la Clonación por motivos de terapia genética (eu- genética), sin perder de vista la gran capacidad manipuladora del Poder que mediante la selección artificial sólo dará franquicia a los suyos.

El Cosmos en la Célula

La Célula es el centro de centros de ese proceso donde los átomos se organizan formando moléculas, las moléculas en bioelementos y biocompuestos, los biocompuestos en la conformación de la Célula, las células se agrupan según funciones y estructuras comunes para formar tejidos (vegetales y animales), los tejidos se agrupan según una determinada función específica para formar órganos, los órganos para constituir sistemas (aparatos) y éstos estructurando el ser vivo como un todo.

Con la Teoría Celular, formulada inicialmente en 1839 por los alemanes M. Schleiden (botánico) y T. Schwann (zoólogo) al observar las similitudes entre los organismos vegetales y animales formando pequeñas unidades vivientes no visibles a simple vista, a los que llamaron "células", pareciera estar ocurriendo lo mismo que con la lógica formal de Aristóteles, que después de más de dos mil años es muy poco lo que ha cambiado.

En la escala del tiempo, los años que lleva la teoría celular (170 años) son un simple instante comparado con la gradualidad de los millones de años que puede llevar un cambio sustancial dentro de la Célula. Todo está en movimiento; los átomos, las moléculas, las células, los tejidos, los órganos, los cuerpos, el tejido social, la biosfera y el cosmos no cesan de moverse, siendo elementos del movimiento el "cuerpo" (móvil, masa), la "trayectoria", el "espacio" n-dimensional y el "tiempo" (¡espacio-tiempo!).

La Célula es un sistema abierto con capacidad de retroalimentar con el Medio información de materia y energía. Intercambios que se producen una vez la excitabilidad e irritabilidad se da sobre los componentes anatómicos, como en el caso del protoplasma que bajo el influjo de excitantes exteriores reacciona entrando en actividad.

La Célula no es ajena a los intercambios energéticos que provocan excitaciones mecánicas, térmicas, luminosas y radiactivas sobre los seres vivos, incluso sobre ciertos insumos orgánicos como los ácidos, las bases y las sales, ya que, además de atrapar, procesar y conservar energía, también necesita liberar energía al medio ambiente, ya sea bajo la forma de movimiento (contráctil, ciliar, flagelar), de luz, de corriente eléctrica o de

calor, en especial cuando están participando en la síntesis de moléculas complejas.

La "Célula"

Si el "Quark" es la unidad básica fundamental de la Materia y el "gen" es la unidad básica fundamental de la Vida, la Célula sería la unidad estructural y funcional integradora de la Vida. La Célula es la unidad básica de la Vida.

Se dice que la Célula es la menor unidad de Vida que posee todos los caracteres propios del ser vivo porque no podría ser simplificada sin perder alguna de sus propiedades; que la unidad básica (no fundamental) de la Vida es la Célula, que en sí misma está constituida por la sociedad compleja de un mundo de moléculas regidas de cierto gobierno, comportándose como si fuese un organismo vivo total en miniatura, realizando todas las funciones propias de los pluricelulares seres vivos, como las de relación (respuesta a estímulos), nutrición y reproducción.

La Célula nace, se nutre, crece, se desarrolla, se reproduce y muere, relacionándose permanentemente con su entorno para allegar y asimilar información y nutrientes, acomodarse y adaptarse a las condiciones y aprestando las competencias de sensibilidad, excitabilidad, irritabilidad y capacidad de respuesta que le permitan abrirse paso de la manera más competente dentro de un medio que es indistintamente favorable y hostil.

La Célula es la unidad básica "funcional y estructural" de todo ser vivo; todos los seres vivos están constituidos por Células; cada Célula procede de otra Célula (Biogénesis); las reacciones químicas y los cambios de energía de un organismo, incluyendo la biosíntesis, ocurren en la Célula; cada Célula contiene el material hereditario total (genoma), el cual es donado por las células madre a las células hijas y, en general, los biosistemas están formados por Células.

El ingrediente vivo de la Célula es el "citoplasma"; el "citoplasma" es un complejo campo espacial contenedor de biocompuestos y sustancias orgánicas e inorgánicas, básicamente, "proteínas", "ácido nucleico", "lípidos", "carbohidratos", "minerales" y "agua".

Debido a sus diferentes funciones, las células adoptan diferentes formas, por lo que no todas las células son iguales, siendo que las constitutivas de nuestro cuerpo humano, por ejemplo, en número aproximado a los cien trillones se aglutinan en diferentes formas y varios grupos para ir conformando el conjunto de los tejidos (nervioso,

óseo, muscular, epitelial, conjuntivo, adiposo, cartilaginoso), órganos, sistemas, aparatos y un cuerpo (cuerpo humano).

Tal como vive, se desarrolla, se autocontrola, se reproduce y funciona la Célula, así mismo funcionan los tejidos, los órganos y los sistemas sanguíneo, respiratorio, circulatorio, gastrointestinal, digestivo, nervioso, metabólico, endocrino, reproductivo, óseo, muscular y sensorial.

Todos los vivientes tienen cromosomas, mas no en la misma cantidad, ya que cada una de las células del cuerpo humano tiene 46, el chimpancé tiene 48 cromosomas y el perro tiene 78 cromosomas. Una particularidad de la célula de los humanos está en el hecho de que el hombre y la mujer comparten la misma combinación de 44 cromosomas (22 X y 22 Y cada uno), diferenciándose en que el hombre completa los 46 con un par de cromosomas constituido por un X y un Y restringido, mientras que en la mujer los completa con un par de cromosomas XX. En la fecundación, 23 cromosomas se heredan del padre y otros 23 cromosomas se heredan de la madre. El espermatozoide contribuye con 22 cromosomas y 1 cromosoma sexual Y (Y) , y el óvulo con 22 cromosomas y 1 cromosoma sexual X.

Según la función que realicen, la forma de la Célula es prismática, cúbica, cilíndrica, fusiforme, estrellada, ramificada o redondeada. Según sea la disposición del material genético con respecto al citoplasma, las células son procarióticas y eucarióticas; en el caso de no poseer un núcleo celular claramente diferenciado son "procarióticas" y las que se diferencian claramente por sus tres partes núcleo, citoplasma y membrana citoplasmática son "eucarióticas".

Las células se caracterizan por asegurar su vida nutriéndose de manera casi idéntica al utilizar los mismos elementos nutritivos; transformar estos nutrientes en energía mediante la utilización del oxígeno combinado con hidratos de carbono, grasas y proteínas; mandar los productos terminales de sus reacciones químicas a los líquidos que las rodean y tener la capacidad de reproducirse.

Cada una de los cien trillones de células del cuerpo humano es una estructura viva y

constante que puede sobrevivir indefinidamente, ya que dentro de un mismo tipo de células si algunas son destruidas por una u otra causa, las filiales sobrevivientes se dividen una y otra vez hasta recuperar aproximadamente su población original. El "deus ex machina" que interviene en las esenciales funciones de "auto-reproducción" y "auto-regulación" de la Célula es una majestuosa molécula orgánica, el ADN, portadora de los códigos del lenguaje de la vida.

Estructura celular

Con respecto a su estructura intra-celular, la forma de la Célula es equiparable a una gigantesca y compleja aldea viviente con sus habitantes (moléculas, biocompuestos y sustancias) en permanente interacción de convivencia. La variedad de formas de la "célula" depende de su actividad, sus funciones y sus relaciones con el Medio.

No se ha dicho la última palabra sobre la compleja estructura de cada uno de los 200 tipos de células de nuestro cuerpo, haciéndose difícil poder describirla por completo y entenderla en sus detalles. No todos los trillones de células que constituyen el cuerpo humano tienen idéntica morfología y estructura molecular, ya que entre ellas podemos observar notables diferencias en cuanto a tamaño y forma, pero sí podemos enfocarlas en cuanto a un plan estructural general que es común a cada una de ellas.

La Estructura de la Célula, en el caso de las células eucarióticas, estaría constituida por el "Núcleo" y el "Citoplasma" separados entre sí por la Membrana nuclear.

El "Citoplasma" es contenido por los líquidos que le rodean (Protoplasma) y por la membrana celular. El conjunto de las sustancias químicas presentes en toda la conformación de la Célula se conocen como el Protoplasma, conformado por sustancias como el Agua, los Electrolitos, las Proteínas, los Lípidos y los Hidratos de Carbono. Además de la energía extraída del Oxígeno y de las grasas, las sustancias químicas del Protoplasma que también le sirven de nutrición a la Célula son las Proteínas y los Carbohidratos.⁸⁰

La Membrana celular es una sustancia semi permeable que contacta a la "célula" con el medio externo, que por su permeabilidad permite la entrada y salida de sustancias hacia la célula y

80 *Los "carbohidratos" son vistos como el patito feo de los cuatro grandes grupos de sustancias esenciales para la Vida, pero cumplen el importante papel de ser mucho más que el combustible celular o el cemento para estructurarlas, ya que también pueden ser vistos como los percutores de ese proceso mediante el cual la energía pone en movimiento la vida.*

hacia el medio, lográndose así que la “célula” pueda tomar del exterior los materiales que necesita para realizar sus propias funciones y eliminar desechos.

También la Célula está constituida por estructuras físicas bien definidas denominadas “organitos”, como las diferentes membranas, las mitocondrias, los lisosomas, el retículo endoplásmico, los ribosomas y el complejo de Golgi con sus centríolos, cilios y microtúbulos.

“El Núcleo” es el centro controlador de la Célula, tanto de las reacciones producidas a su interior como de su reproducción. Es uno de los componentes fundamentales de la Célula conformado por el “nucleoplasma” o plasma nuclear, en donde se encuentran los “nucleolos” que son condensaciones del ARN, y un complejo material de proteínas y ácidos nucleicos, la “cromatina”.

El Núcleo es el centro rector (tráfico regulador) y de información de las funciones que influyen en la reproducción y transmisión de la herencia biológica; es el responsable de dirigir la reproducción de la célula y controlar todas las actividades celulares.

Al contener ácido desoxirribonucleico ADN, conformado a su vez de Genes, el Núcleo tiene la función de custodiar los caracteres hereditarios. En la época previa a la reproducción la “cromatina” del Núcleo se dispersa cual madeja deshilachada y en plena reproducción es cuando la “cromatina” se recompone y condensa en “cromosomas” para poder alojar todo el material genético que viene empaquetado en forma de macromoléculas ADN con su respectivo set de genes, garantizándose así la transmisión de los caracteres hereditarios de generación en generación.

Los Cromosomas son estructuras celulares permanentes en el Núcleo, con capacidad de auto duplicarse; son los encargados de transportar los “genes”, que son las entidades biológicas responsables de la transmisión de las características hereditarias, de la información genética necesaria para la reproducción celular y del correcto funcionamiento de las nuevas células.

Según sea el tipo de célula así será la forma del Cromosoma, mostrando siempre sus tres partes fundamentales: La “Matriz” o capa proteica externa; el “Centrómetro”, a partir del cual el Cromosoma se divide en dos brazos; la “Cinta” de ADN contenida en la matriz.

Los Cromosomas son compuestos de ADN y Proteínas con la función de ordenar y compactar la información en la Célula.

Se dice que cada Cromosoma contiene una única molécula de ADN, pero, ya que cada molécula de ADN necesita empaquetarse para poder producir un Cromosoma, la causalidad va del ADN al Cromosoma. El ADN presente en cada cromosoma contiene los genes de cada cromosoma.

Los Cromosomas se encuentran en todos los organismos, ya sean de células procarióticas (sin núcleo) o eucarióticas (con núcleo), siendo mucho más complejo para el ADN empaquetarse en una célula eucariótica.

Las nuevas células obtienen sus cromosomas de las células viejas a través de un proceso de división celular o “mitosis”, previamente haciendo la célula una copia de cada uno de sus cromosomas y facilitando así que los cromosomas se condensen y se junten de a pares conformando cada par por una copia vieja y una copia nueva del mismo cromosoma. Una vez los pares de cromosomas toman su respectiva posición, cada uno de ellos se separan y como individuos se retiran a reubicarse hacia lados opuestos. Y el éxito de la obtención de cromosomas se da cuando cada nueva célula se queda con un paquete completo de cromosomas. Los nuevos organismos que se reproducen asexualmente (bacterias, algas) obtienen sus cromosomas mediante la división celular o mitosis; los demás nuevos organismos que sí se reproducen sexualmente se dotan de sus cromosomas después de realizarse el proceso de “meiosis”, cuando la cromatina se condensa.

En los humanos la “meiosis” se presenta cuando la cromatina se dispersa (época previa a la reproducción) y la célula empieza a copiar sus cromosomas, para luego dividirse dos veces y producirse así cuatro células germinales que se caracterizan por tener sólo 23 cromosomas sencillos y no 23 parejas o 46; es decir, cada célula germinal contiene la mitad del número normal de cromosomas. Pero, al penetrar el espermatozoide al óvulo para formar un nuevo organismo, la cromatina se condensa y cada célula germinal se transforma en célula, restaurándose el número normal de cromosomas. Y como el nuevo organismo (niño) adquiere una determinada mezcla de las características de sus padres y un nuevo hermano adquiriría una mezcla diferente, un hermano no es idéntico al otro.

Este proceso de obtención de cromosomas sólo quedará aceptablemente explicado al relacionar más adelante cómo se desempeña el ADN en los procesos de mitosis y meiosis, sobre todo en el caso de las células eucariotas.

Como el Núcleo y Citoplasma están en necesaria interdependencia, ya que el metabolismo de la célula depende del momento en que la masa nuclear logre alcanzar la masa citoplasmática, volvamos otra somera mirada por fuera del Núcleo al Citoplasma y el Protoplasma.

El "Citoplasma", conformado por el Protoplasma (sustancias químicas) y Orgánulos físicos, es una sustancia coloidal, viscosa y transparente formando parte del mayor volumen de la Célula y conformado por 85% de agua, 10% de proteínas y 5% de otras sustancias; ocupa la Célula entre el Núcleo y la membrana celular; en su medio interno lleva sustancias como proteínas (enzimas), azúcares, carbohidratos y grasas (lipos) en disolución, y todos los orgánulos celulares como los ribosomas, el retículo (red) endoplásmico, sáculos de Golgi, lisosomas, plastos, mitocondrios y centríolos. Y en él tienen lugar todas las reacciones bioquímicas de almacenamiento y liberación de energía.

El Protoplasma constituye buena parte de toda la masa celular, sin incluir el volumen del Núcleo y de las respectivas membranas; además de estar conformado en un 80% de agua y un 20% de proteínas, en su medio aloja moléculas de Agua, Electrólitos, Proteínas, Enzimas, Lípidos (grasas, colesterol) y Carbohidratos.

Entre los Orgánulos del Citoplasma tenemos los "retículos endoplásmicos", que interpenetran la misma membrana celular para dejarle las aberturas mediante las cuales se comunica con el exterior de la Célula; los "ribosomas", conformados por el ácido ribonucleico, intervienen en la síntesis de la proteína celular y funcionan como el gran taller donde se fabrican las moléculas de aminoácidos, a partir de las cuales se sintetizan las moléculas de proteínas; el "aparato de Camilo Golgi" (1898), cuya función principal es regular la secreción intracelular o transcelular (exterior de la célula); los "lisosomas", orgánulos presentes en la célula animal, cuya función es hacer de estómago de la Célula digiriendo el alimento que entra en el citoplasma; las "mitocondrias" (condriomas) son los orgánulos productores de la energía que la Célula logra liberar a manera de respiración, como si los mitocondrios fuesen los pulmones de la Célula; el "centrosoma" es un corpúsculo (orgánulo) cuya función es facilitar el proceso de mitosis o división celular; las "mitocondrias", cuyo número por célula depende de la cantidad de energía que necesita cada célula para sintetizar el trifosfato de adenosina ATP y realizar sus funciones, contienen

un tipo especial de ácido desoxirribonucleico parecido al ADN que se encuentra en la Núcleo, y a medida que la Célula requiera de mayores cantidades de ATP las "mitocondrias" entrarían a duplicarse formando una segunda, una tercera, una cuarta, etc., como si se tratara del mismo DN controlando la duplicación de toda la Célula.

Otros aspectos del contexto celular

Al asimilar y transformar las sustancias adquiridas del medio en sustancias propias se incrementa así la cantidad de materia viva, lo que se hace de manera "autótrofa" cuando transforma la materia inorgánica adquirida del medio (minerales, energía) en materia orgánica propia y de manera "heterótrofa" como cuando los vegetales y los animales transforman la materia orgánica adquirida del medio (alimentos) en materia celular propia.

Al reproducirse la Célula según su información hereditaria y a partir de una determinada célula madre generando varias células hijas, lo hace a manera de "mitosis" si cada una de las células somáticas se divide equitativamente en dos células totalmente idéntica la una a la otra, conservando toda la descendencia, información genética y material nuclear cromosómico de la célula madre; y a manera de "meiosis" si cada una de las células sexuales (gametos) sólo adquiere la mitad del paquete cromosómico de la célula madre.

Las células madre pueden extraerse del feto, del cordón umbilical, del embrión, de la médula ósea y de la misma sangre (periférica), ya sea para insertarlas en el mismo individuo del que se extraen o en otro que las recibe a manera de donación, y a diferencia de la otra muchedumbre de células que envejecen y mueren todos los días, las células madre se están produciendo todos los días como si fuesen la misma sangre. Esta característica hace que hoy la comunidad científica haya centrado tanto su atención en el estudio de las células madre, en particular por los exitosos resultados obtenidos en los casos de tratamiento de enfermedades que se consideraban caso perdido.

No todos nuestros trillones de células son "células madre", siendo éstas unas células bien especiales con la particularidad de ostentar la capacidad de multiplicarse y de regenerar tejidos y órganos, como por ejemplo la regeneración de regiones del corazón, del cerebro, del hígado, de los huesos, de placentas, del aparato bucal (dientes), entre otros. La Célula es "procariótica" cuando

no posee un verdadero núcleo (bacterias) y "eucariótica" cuando posee un núcleo definido (animal y vegetal).

La diferencia entre células animales y células vegetales estriba en que las animales poseen una sola membrana celular, no presentan plastidios, sino centríolos, poseen lisosomas y por lo general son heterótrofas, mientras que las vegetales poseen además de la membrana celular otra pared celular, presentan plastidios y no poseen centríolos, sólo algunas poseen lisosomas y por lo general son autótrofas.

En todos los organismos pluricelulares que poseen tejidos más o menos diferenciados se da el fenómeno de la división y reproducción celular, produciendo células somáticas mediante "amitosis" y "mitosis" y células sexuales o reproductoras mediante "meiosis".

Hoy se sabe que desde los protozoarios más simples hasta los metazoarios más complejos están constituidos por células, las que realizan todas las funciones propias de los seres vivos, y que en ella se conserva la información generadora del ser vivo.

La Célula sería como el más intenso de los reactores químicos, otúnelacelerador de partículas⁸¹, dentro del cual y gracias a disponer de un medio líquido acuoso (citoplasma) permanentemente pueden estar chocando entre sí sus moléculas y otros componentes bioquímicos a enormes velocidades, que debido a tanto Movimiento, el que no podría darse tan fluidamente dentro de un medio sólido, todos sus componentes no sólo logran mantenerse unidos en un unitario cuerpo celular sino que también termina produciéndose la Vida.

Y así ocurren las cosas en el gran huevo del Cosmos, donde las estrellas obtienen su energía gracias a las infinitas reacciones de "fusión" nuclear, las que a su vez generarían la Gravedad; donde van raudas dentro de los Cometas rocas de hielo fundido (agua congelada) esperando que se presenten determinadas condiciones para adoptarla forma líquida y ofrecerse como prerrequisito para la Vida.

De ahí que se defina la "célula" como la unidad atómica, molecular, genética, fisiológica, funcional y genética más perfecta de la naturaleza; que constituye el mínimo componente de todos los

seres vivos; que es capaz de engendrar otros semejantes que cumplen sus mismas funciones (omnis célula de célula).

La Célula es el mínimo organismo de máxima inteligencia, ya que es una máquina altamente organizada procesando en todo momento "input" (nutrientes) de Oxígeno, Carbono, Hidrógeno,

Nitrógeno y Azufre, en forma de códigos, mensajes e información; produciendo "output" de materia y energía como glóbulos (rojos y blancos), tejidos, órganos y cuerpos; informándose de lo que sucede alrededor y tomando las respectivas decisiones que le permitan adaptarse a las condiciones del medio; rigiéndose por principios de organización y control de autorregulación y retroalimentación que la llevan a nacer, crecer, reproducirse y morir. En el ciclo de su vida la Célula adquiere, asimila, entrega, aprende y piensa, excitándose, irritándose, inhibiéndose, reprimiéndose, expresándose, conteniéndose, solidarizándose, multiplicándose, asimilando, memorizando, recordando, deseando, comprendiendo y, en general, decidiendo.

Mientras que las células dispongan de las condiciones apropiadas (homeostáticas) de presencia de oxígeno, glucosa, electrolitos, aminoácidos y sustancias grasas, serían capaces de vivir, desarrollarse y funcionar de una manera más o menos autónoma. Por ejemplo, los procesos de "respiración" no se inician en los pulmones, sino que han empezado en las mitocondrias de la Célula, con la participación del grupo de enzimas "citocromos".

"Hay bastantes motivos que podrían llevarnos a decir que la sede de la memoria no se encuentra en el mismo intelecto (¿cerebro?), sino en el sistema muscular. O, por lo menos, reside más en el flanco que reacciona que en el meramente receptivo de nuestro ser. Aprendemos actuando y expresándonos; empleándolo, conservamos el saber de la manera como mantenemos el vigor de los músculos mediante el ejercicio"⁸²

La Célula sería como gobernada por cierta especie de cerebro, el de los principios organizadores y autorreguladores; se regiría por cierto principio de economía, ya que es la máxima expresión de la eficiencia económica

81 También puede verse la Célula como el más perfecto de los software de la Vida, como el más inteligente y complejo ordenador programando la Vida.

82 MACE, C. A. *Psicología del Estudio*; editorial Kelly, Bogotá, 1946, pág.54

comportándose como un circuito de flujos (económicos) en el que se procesan mínimos insumos de información para generar el máximo producto de tejidos, órganos y cuerpos.

La Célula es como una de las huellas digitales del Cosmos, que es lo que es merced a su permanente función de estar “intercambiando regalos”; es la unidad anatómica, fisiológica, estructural, genética y funcional de los seres vivos.

¡Ah!, y quienes saben dicen que también en ella se han encontrado con materia oscura, energía oscura y agujeros negros.

Quimismo celular

A diferencia de una simple molécula, sólo la célula está en condiciones de adelantar complejos procesos de “quimismo” consistente en el trabajo energético de descomponer sustancias presentes en su medio con el propósito de contrarrestarlas en sus acciones disolventes y destructoras.

Este movimiento sería propio de un sistema termodinámico trabajando en la transformación de energía química (recibida) en energía eléctrica (cedida), que si la célula no contrarrestara la acción de dichos agentes destructores apoyándose en las mismas sustancias que le brinda el medio, o si no pudiera tomar el oxígeno que le proporcionan sus mitocondrias, tendría que recurrir a sus propias reservas, lo que terminaría agotándola (entropía) hasta el punto de tener que morir.

Este movimiento o proceso de transformación energética es conocido como el “metabolismo”, característico sólo de la materia viva (orgánica, biosfera), que para sobrevivir tiene que gastar energía cuando está en estado de potencial reposo; lo que no ocurre con la materia inerte, que no realiza intercambios energéticos ni materiales con el medio cuando se encuentra en estado de reposo, y cuya intensa actividad en la escala subatómica es exclusivamente intrínseca.

El “quimismo” tiene que ver con el metabolismo de la célula, que se explica por su misma actividad celular, consistente en el permanente trabajo energético mientras está en su estado de potencial reposo, la necesidad de su preparación permanente para estar recibiendo las descargas eléctricas del medio y liberando energías (catabolismo), conservar la cohesión de todos sus elementos constitutivos, contrarrestar el efecto de los agentes que pretenden despolarizarla, evitar la pérdida de algunos de sus componentes y la destrucción de su misma estructura, reparar aquello en que haya podido salir afectada (anabolismo).

El catabolismo es un metabolismo liberador de energía, mientras que el anabolismo es un metabolismo reparador y creador de la carga eléctrica merced al cual la célula restablece su potencial originario y restaura el equilibrio entre su condición interna celular y el medio externo, neutraliza el agente excitante despolarizador y, haciendo despliegue de su excitabilidad, le responde eficazmente gracias a su alto grado de sensibilidad.

Con base en el tipo de su metabolismo, los vivientes vegetales tendrían un comportamiento “autótrofo”, característico de quienes sólo consumen del Medio sustancias inorgánicas; en cambio, los vivientes animales serían “heterótrofos” que parasitan a los autótrofos. Mientras que para un árbol es suficiente contar con agua (H₂O) y luz para desarrollar su quimismo, ya que la célula vegetal es la de mayor autonomía metabólica, sintetizando de ellos la materia orgánica que necesita como fuente energética, en los animales (hongos) su quimismo se inicia una vez que han recibido de los vegetales la sustancia orgánica fuente de energía sintetizada en glucosa, como también el oxígeno desprendido por éstos.

El estudio del quimismo celular ha motivado que diferentes disciplinas del conocimiento como la Química, la Geología y la Biología avancen en sus investigaciones sobre el Origen de la Vida, como quiera que están interesadas en la existencia y características de una sustancia que es intermedia entre la materia inerte y la viviente, entre la molécula y la célula, el Plasma o primitivo protoplasma.

El ADN sería como el “eslabón perdido” del enlace entre la química de la materia muerta y la química de la materia viva.

Cómo los factores del medio inciden sobre los estados del protoplasma, cuyo metabolismo es insuflado según sea la superioridad de la capacidad alterante del exterior con respecto a la resistencia de su interior, y que de inclinarse a favor de la capacidad alterante entonces sobreviene una fase de “gelificación” o proceso de precipitación “coloidal”. Esta sustancia coloidal sería como una macromolécula en la que no es observable una solución de continuidad entre los precipitados visibles a primera vista y los polímeros.

“La célula adquiere una carga eléctrica, que se manifiesta positiva en la superficie y traduce una diferencia de concentración iónica con el medio externo. El interior, por el contrario, se revela eléctricamente neutro o de carga negativa, lo

cual crea una barrera protectora que bloquea los constituyentes y selecciona los que penetran. La desaparición de las cargas eléctricas implica la desagregación de la materia celular. Este fenómeno eléctrico, denominado potencial de reposo o de demarcación, es general para todas las células y su papel está presente en las etapas evolutivas de la vida, cualquiera sea su nivel”⁸³

Psiquismo celular

La condición psíquica de la célula empieza a darse en el mismo proceso de su “mitosis” cuando padece ese desgarramiento de tener que dividirse en dos para poder renovarse y vivir, viendo cómo se dividen sus generadores de ácidos nucleicos específicos, los cromosomas.

Con el “psiquismo” empiezan a darse los primeros fundamentos de la evolución de la “psicogénesis”, haciendo mucho más complejo el mundo de la Célula.

Los procesos de “psiquismo” de todos los vivientes se dan desde las entrañas de la misma célula, la que necesita garantizarse una relativa estabilidad en su estructura (arquitectura) ,su forma y su función. Es característico de la célula ofrecer siempre un cuerpo central en el que reside un citoplasma, en el que a su vez reside una cromatina hereditaria o cromosomas, los que a su vez están conformados por genes, radicando ahí la unidad de la materia viviente y su origen común.

El “psiquismo” se ha visto en los procesos de excitación e irritación, referido a los tipos de reacción inmediata o mediata, de rechazo (superación) o acomodo (adecuación) ante las modificaciones que se van produciendo en su misma constitución material (mutaciones), independientemente de un estado de actividad o de reposo. La Excitación, Inhibición y Asimilación, son reacciones esencialmente de tipo psíquico.

Las reacciones psíquicas de la célula pueden observarse una vez que es sometida a diferentes descargas de electricidad, reflejando a su vez en mensajes eléctricos si su estado es de excitación, inhibición o asimilación.

Al sufrir una carga disminuida la célula se excita fácilmente, reaccionando de manera rápida, automática o espontánea, pero condicionada por cierto límite en el cual entraría por sí misma en actividad. Si la carga eléctrica se eleva puede

resultar difícil o imposible de excitar, siendo este estado de freno o bloqueo funcional la “Inhibición”. Si al absorber o capturar del medio exterior información inorgánica o extraña a ella misma la célula consigue interpretarla y traducirla, haciéndola familiar o semejante a su propia condición de viviente para incorporarla y facilitar a su vez la función reparadora(anabolismo), estamos entonces ante un proceso de Asimilación.

La Asimilación es una especie de intercambio molecular que la célula establece con su medio, pero que después de destinar cierta cantidad de las células absorbidas al medio en su propio proceso anabólico (reparación) siempre le habrán de quedar disponibles muchas más moléculas, las que la nutrirán hasta el límite de su “mitosis”.

El “psiquismo” es explicado por Emilio Mira y López mediante los, por él llamados así, tuétanos mentales del Miedo, la Ira, el Amor y el Odio, que serían reflejos y deflejos de huida (inhibición), agresión (excitación) y posesión (asimilación), los que se producirían en medio de una intermitente serie de pulsiones y pasiones determinadas, también según él, por la interacción de las energías contenidas en el plasma germinal (potencial hereditario), el aporte nutritivo (citotípico) y las constantes modificaciones producidas por el medio ambiente.

Las células Aman, según lo explica Emilio Mira y López,⁸⁴ ya que si observamos un organismo vivo unicelular, como una ameba, se verán en éste los fenómenos de “inhibición” y “excitación”, según sean las condiciones del ambiente físico-químico en que viva dicha célula. Luego, como el crecimiento protoplasmático de la ameba la lleva a crecer considerablemente en su masa orgánica, se harían muy difusas sus fronteras con el medio ambiente, lo que dificultaría sus intercambios de “asimilación”, tanto de absorción de productos nutritivos como de expulsión de residuos tóxicos; y, ante una precaria asimilación, la frontera entre la célula y su medio empezaría a ser poblada por moléculas químicas (catabolitos o metabolitos degradados) de un peso muerto que amenazarían la pervivencia del ser.

Por tanto, a la ameba sólo le quedaría la alternativa de renovarse o morir, motivo por el cual en un verdadero acto de amor no se aferra a una vida que seguiría siendo de anquilosamiento

83 MERANI L., Alberto. *De la Praxis a la Razón*, Grijalbo, Barcelona, 1980, pág. 91

84 MIRA y LÓPEZ, Emiro. *Cuatro gigantes del Alma; el Ateneo*, Buenos Aires, 1984

y perduración anacrónica hacia el total deterioro, sino que decide morir para surgir transformada y reproducida en dos (mitosis).

Las células reaccionan (relacionan). Como si fuese Ira y Odio, al observar cualquier célula viva es característico en ella su "irritabilidad", puesto que todas las formas de sustancia viva tienen la particularidad de transformarse de pacientes en actuantes, ripostando con creces la agresión recibida. Ya en organismos más complejos, este fenómeno se observa más claramente en los órganos de secreción y de movimiento, mediante los cuales algunos vivientes vegetales y casi todos los vivientes animales no sólo se defienden sino que atacan a sus agentes vulnerables.

Las células se protegen. Como sintiendo miedo instintivo, mas no en cuanto a otro tipo de miedos como el racional condicionado o el irracional paranoico, Emilio Mira lo explica como la reacción al influjo dañino de cierta acción directa e inmediata sobre las células corporales, generando cesación de actividad celular, inhibiciones o bloqueos, con la idea de recibir el menor daño.

A la luz del psiquismo celular se explicaría cómo en el Hombre se originan y presienten aquellos miedos percibidos antes de sentirlos, los que llega incluso a sentirlos antes de pensarlos. El tuétano mental del miedo tendría entonces una condición entraña, puesto que sólo después de que la onda de estimulación ha provocado sus respectivos reflejos e inhibiciones en los niveles medulares y subcorticales hasta llegar por fin a los mismos centros corticales, es que el hombre llega a ser sintiente y consciente de su miedo.

Entre los Genes y la Molécula ADN

La comunidad científica aún no ha podido saber cuántos genes poseemos en cada una de nuestras células, si son 30.000 o 35.000 o 65.000 o 75.000 o 100.000 genes. Pero saber con exactitud cuántos son, no nos dice nada, ya que lo verdaderamente interesante es comprender cuáles son las funciones precisas de cada uno de los genes y qué es lo que hacen entre todos ellos para llegar a formar y poner en funcionamiento a un viviente y cómo se coordinan los productos originados por el gen para cumplir las actividades biológicas propias de un ser vivo.

Los "genes", contenidos en la molécula ADN localizada en sus cromosomas, son una secuencia de pares de bases a lo largo de un trozo de ADN; son tiras de "nucleótidos" separadas entre sí por otras tiras de ADN. El "gen", que determina la herencia de una característica determinada o de

un grupo de ellas, posee entre 1.000 a 2.000 pares de nucleótidos.

Y para comprender cómo se sincronizan las funciones de miles de genes para formar y asignarle funciones al ser humano es necesario conocer en detalle los productos de los genes, lo que sólo funcionan coordinados en equipo, ya que entre ellos no existe ningún llanero solitario.

A partir del "Gen" se regula la formación del ARN, imprescindible en la formación de las "proteínas" (estructurales y enzimas), las que a su vez son imprescindibles para la función celular.

Como en cada célula del organismo humano se encuentran 25 moléculas diferentes de ADN, los genes son "mitocondriales", ya que una molécula especial de ADN se encuentra en las mitocondrias, y "nucleares" que se corresponden con las otras 24 moléculas de ADN localizadas en el núcleo de la célula

El ADN de cada cromosoma sólo contiene los genes de ese cromosoma y no de otro, es decir, sólo existe una molécula de ADN correspondiente a su respectivo cromosoma. Y sólo al identificar toda la secuencia de las bases químicas de los nucleótidos que componen el ADN de ese cromosoma, podría determinarse que trozo de ADN constituye los genes propios de ese cromosoma.

No existe un número fijo de genes por cada cromosoma y dentro de este cromosoma no se distribuyen equitativamente, sino que ocupan una posición específica concentrándose más en unas regiones que en otras. Se ha investigado qué tan determinante es la posición ocupada por un "gen" dentro de cromosoma en el tipo de carácter o información hereditaria guardada.

Pero, la Biología molecular ha descubierto cómo un carácter no está determinado exclusivamente por las informaciones contenidas en un lugar concreto de un cromosoma, sino que sería determinado por la información contenida en dos o más cromosomas. El "gen" es la unidad de información genética; que el "gen", según la genética clásica instaurada por Johan Mendel, es una noción morfológica que lo define como elemento de un cromosoma situado en un lugar concreto, a manera de un soporte material no bien definido que rige la síntesis de la Enzima responsable de los caracteres hereditarios manifestados en el fenotipo; que los "genes" son una entidad bioquímica portadora de mensajes (información) y contenidos dentro de la compleja macromolécula de ADN; que los "genes" determinan qué función debe realizar la Célula,

en cuanto a las sustancias a ser sintetizadas por la Célula para su nutrición y reproducción; que los "genes" se organizan adhiriéndose alrededor del hilo de ADN; que los "genes" son transmisores de información o mensajes, y, en últimas, podríamos vernos como un cuerpo formado íntegramente de puros "genes".

El ADN es el soporte físico que contiene toda la información genética de un organismo; el "gen" es cada una de las porciones de la molécula de ADN que transformada en ARN se pueden traducir en una proteína.

Como cada "gen" tiene la competencia de producir cierta copia del ADN denominada ARN mensajero en la que se realiza la síntesis de proteínas, entonces el "gen" está representado por dos copias, una procedente de la madre y otra del padre. Como cada "gen" tiene la propiedad de afectar un carácter particular, siendo unos dominantes y otros recesivos, puede presentarse que las copias sean idénticas cuando padre y madre aportan en forma igual lo que sean diferentes cuando los dos progenitores han aportado en forma distinta su paquete hereditario y manifestándose en mayor medida los caracteres de quien tenga los genes dominantes.

Si la investigación genética está revolucionando el campo de conocimiento de la arqueología y la paleontología, aún la última verdad no se encuentra en los textos de genética, ni siquiera en el genoma humano tal como está secuenciado, sino que sigue estando en la Naturaleza y el Universo.

Como si fuesen genes trabajando en equipo, la investigación genética ofrece resultados maravillosos, merced a los estudios de James D. Watson, Francis H. C. Crick y Rosalind Franklin, a mediados del siglo XX, y los de Greg Venter y Francis Collins en pleno siglo XX, entre tantos otros.⁸⁵

Capítulo especial será comprender:

Cómo cada par de nucleótidos se fija en una de las dos tiras de la doble hélice del gen ADN, ya que la estructura de las dos cadenas van en dirección opuesta.⁸⁶

Cómo el ADN se produce a partir de un "nucleótido" (ácido) que se ha conformado mediante la combinación de una molécula de ácido fosfórico con una molécula de desoxirribosa (azúcar) y con una de las cuatro bases nitrogenadas (adenina, guanina, timina, citosina), es decir, por cada combinación con una base hay un nucleótido, resultando así los cuatro nucleótidos conocidos como el ácido adenílico, el ácido guanílico, el ácido timidílico y el ácido citidílico.

Cómo dichas cuatro bases se agrupan en purinas (adenina y guanina) y pirimidinas (timina y citosina), pero que se combinan separándose en dos pares, formando un parácido adenílico con el ácido timidílico y el otro par el ácido guanílico con el ácido citidílico.

Cómo en un cromosoma se aloja la molécula ADN, cuya forma es extensamente alargada y fragmentada en peldaños o "nucleótidos".

Cómo se comporta la molécula de ADN en el momento de ocurrir los procesos de mitosis y meiosis de la célula y de los cromosomas, cuando se dividen en dos.

Cómo, en el caso del cromosoma humano, la molécula de ADN podría estar fragmentada en cinco mil millones de pares de nucleótidos, donde el contenido de mensajes e instrucciones genéticas pueden ser decodificados mediante el lenguaje binario de "bits" (0, 1; Sí, No).

Cómo debido a los diferentes cuatro tipos de nucleótidos, y sólo cuatro, el lenguaje de la herencia está escrito en un alfabeto de sólo cuatro letras, de tal manera que a los cinco mil millones de pares de nucleótidos presentes en un cromosoma humano se corresponden veinte mil millones de bits (posiciones) de información (5.000 x 4).

"El caudal informativo de un solo cromosoma humano es de veinte mil millones de bits, que corresponden poco más o menos a tres mil millones de letras, quinientos millones de palabras, dos millones de páginas, cuatro mil tomos... Los computadores del Viking I y II que se posaron sobre Marte en 1976 habían sido previamente programados con un volumen de instrucciones de algunos millones de bits. Por tanto, llevaban un poco más de información genética que una bacteria, pero muchísima menos que un alga."⁸⁷

85 Sería suficiente con observar, por ejemplo, cómo los grandes resultados obtenidos por nuestro científico Manuel Elkin Patarroyo en la producción de la vacuna contra la malaria se deben a todo un extenuante trabajo en equipo.

86 La anécdota dice que estando Watson jugando con los componentes de su molécula modelo, intentaba acomodarlos de distintos modos, dándose repentinamente cuenta de que no era cierto eso de que cada segmento tenía que ser combinado con su respectivo par, ya que se habían unido pares invertidos manteniendo su unión en la misma dirección, descubriéndose entonces la doble hélice.

87 SAGAN, Carl. "Los Dragones del Edén; Grijalbo, México, 1984, pág. 38

Cómo el ADN confinado en el Núcleo logra cumplir la importante función de controlar mediante el código genético la formación de proteínas y otras sustancias al interior de la Célula, dándole al ARN las funciones de auditar o control.

Cómo el ADN de la Célula de un individuo siempre es el mismo, logrando distinguirse por la condición de sus proteínas. Cómo, en últimas, los "genes" controlan la herencia de padres a hijos.

La galáctica molécula de la Vida: "ADN"

A mediados del siglo XIX naturalistas, biólogos, geólogos, botánicos y humanistas encuentran un gran aliciente para desentrañar el enigma de la Vida y el problema de la Herencia con la publicación del "Origen de las Especies" Al interesarse por la manera como se producía la información genética, tendrían la intuición de que todo tenía que ver con una Molécula. De ahí en adelante los esfuerzos se centrarían en descubrir la estructura de dicha Molécula, la molécula de la Vida.

La compleja molécula de ADN, que sería aislada por primera vez en 1869 por el médico alemán Friedrich Miescher, es un compuesto químico consistente en una sustancia blanca y viscosa (plasmática) con la propiedad de ser azucarada, ligeramente ácida y contener fósforo, que se encuentra enraizada en los cromosomas de cada una de las células de cualquier organismo vivo.

El primer nombre asignado a la molécula de la vida, denominada así por Miescher, es el de "Nucleína"; luego, al conocerse más en detalle sus características, se le llamaría "Ácido nucleico", y después hubo necesidad de precisar que era "Ácido desoxirribonucleico", diferenciándola del otro "ácido ribonucleico" (ARN) presente en la Célula.

En 1925, P. A. Levene demostró que el ADN está conformado por un grupo azucarado de 5 carbonos, un grupo fosfato y cuatro bases nitrogenadas. Dos de estas bases son "purinas" y las otras dos son "pirimidinas". Las "purinas" son la Adenina (A) y la Guanina (G); las "pirimidinas" son la Timina (T) y la Citosina (C). Cada base nitrogenada está unida a una molécula de azúcar que, a su vez, está unida a un grupo fosfato, y los pares de base están unidos por puentes de Hidrógeno, formándose así una molécula única conocida como "nucleótido".

Cada "nucleótido" está formado por un Fosfato (ácido fosfórico) P, un Azúcar (desoxirribosa) D y cuatro Bases nitrogenadas. Estas bases

nitrogenadas son de tipo púricas: Adenina (A) y Guanina (G); pirimidínica: Citosina (C) y Timina (T).

El ADN es el material genético común de todos los seres vivos, ya que sus componentes son universales en el ADN de todos los seres vivos, pero de las 25 moléculas de ADN de un ser humano una es exclusivamente femenina, el ADN mitocondrial, y otra exclusivamente masculina, el ADN derivado de aquel cromosoma (Y). Se considera que después de la Eva mitocondrial el ADN mitocondrial muta cada 2000-3000 años.

Una molécula de ADN es una sucesión de "nucleótidos". El "nucleótido" es la unidad estructural constituyente del ADN. Se distinguen dos tipos de "nucleótidos": Los Desoxirribonucleótidos que son unidades estructurales del ADN y los Ribonucleótidos que constituyen el ARN.

La molécula de ADN es una estructura en doble hélice, conformada por dos cadenas de nucleótidos enfrentadas y complementarias, que se mantienen unidas entre sí mediante enlaces o puentes de hidrógeno unidos a las bases nitrogenadas de cada una de las cadenas, que se alinean según la condición química de que la Adenina (A) sólo se puede unir con la Timina (T) y la Guanina (G) con la Citosina (C), de tal manera que el orden o secuencia de bases de una de las cadenas delimita automáticamente el orden de la otra.

La molécula de ADN está conformada por Carbono, Nitrógeno, Oxígeno y Fósforo (P), dentro de la cual el Hidrógeno funciona como puente entre los sucesivos peldaños. Cada una de las dos serpentinas que conforman el ADN es producto de las combinaciones entre el Carbono, Nitrógeno, Oxígeno y Fósforo, que en la cadena se sostienen gracias a un esqueleto estructurado por ácido fosfórico (P) y azúcar desoxirribosa (D).

La forma de la estructura del ADN se asemejaría a dos entramadas carrileras (cordones) que avanzan trenzándose en serpentinas, como si acabaran de chocar entre sí dos galaxias y una estuviese engulléndose a la otra; y de cuyo impacto o colisión de grupos de materia y energía surgiría el universo de la Vida, expandiéndose en espiral logarítmica.

El ADN, Lenguaje de la Vida

La Célula es la evidencia de la comunicación entre el "lenguaje nucleotídico" del ADN y el lenguaje "aminoacídico" de las proteínas. El ADN, una vez desarrollado en la célula que lo contiene, sólo se escribe una sola vez y se puede leer millones de veces.

La forma de la cadena es en espiral y sus partes expresan cierta secuencia donde se alternan "nucleótidos" constituidos por el azúcar D unido a una Base A, C, G o T, comunicados sucesivamente con los otros "nucleótidos". El ácido fosfórico P (fosfato), el Azúcar D (desoxirribosa) y la Base (A, G, C, T) hacen que surja el ADN cuando se unen parejas de bases,...

El alfabeto del ADN sólo tiene cuatro letras (A, G, C, T); pero, igual que el sistema binario (0, 1), permite que miles de millones de combinaciones con significado genético, las que son transmitidas por el ARN y de las cuales se sirve la célula para poder regular su metabolismo, realizar sus funciones y multiplicarse. De revelarse el secreto de cómo se suscitan las combinaciones de las sustancias Base A, G, C, T, tal vez el hombre podría desentrañar así la posibilidad de generar tejidos, organismos y seres vivos, bajo el riesgo de caer en la tentación o arrogancia de controlar la evolución, suplantando a la Naturaleza en sus decisiones.

El ADN, que guarda el código genético, envía órdenes al exterior de su núcleo, hacia el resto de la célula, a través del mensajero ARN. La complejidad de un organismo no depende de la cantidad de "genes", sino de la cantidad y calidad de los mensajes, que depende del tipo de conexiones que las proteínas entablen con aquella información que esté a su alcance.

El estudio de los "genes" ha permitido esclarecer que no era tan cierto aquello de que cada "gen" era una unidad específica de información con uso único, puesto que cada "gen" al agrupar entre 2.000 y 2.000.000 de pares de nucleótidos puede enviar distintos mensajes, con base en los cuales se estructura la molécula de ADN.

De los genes sólo se ha podido interpretar su respuesta por las diferencias morfológicas y comportamentales entre los individuos de una especie o entre una especie y otra, pero ya nadie discutiría si los genes son las unidades básicas de información que le otorgan las características a un organismo vivo.

Llegar a comprender la "forma" de un organismo es fundamental para comprender su "función". Con respecto a la forma del ADN de la célula humana ya sabemos que se trata de una multi-molécula alargada, que si se extendiera en una hebra única mediría casi 2 metros de largo; que se encuentra en todos los organismos vivos,

puesto que todos los seres vivos portan la misma constitución genética y la misma estructura de base celular; que está ubicado en el nicho de los cromosomas, los que a su vez se encuentran en el núcleo de todas las células.

"Si pudiésemos extender el ADN de una célula humana, formaríamos un hilo de unos tres metros de longitud. Y si se tiene en cuenta el número de células que poseemos, todo el ADN de una persona formaría un hilo de una longitud más de veinte veces la distancia que separa al Sol de la Tierra"⁸⁸

Igualmente, aunque pareciera ser de ciencia ficción establecer la forma espacial de cada uno de los "genes", especulándose que en su n-dimensionalidad dicha microscópica realidad no sería tetradimensional, sino la intuida por la teoría M (cuerdas) de un Universo, con once (11) dimensiones (10 espacios + 1 Tiempo), formando parte de los infinitos e ínfimos universos en expansión y en los que las probabilidades de surgir la Vida son las mismas de la Tierra.

Esto es, también podría pensarse que la forma de la Vida, como la del Universo, es de una dimensión espacial más compleja que la simple tetradimensional.

En el escenario genético, que unos lo ven como la gran tómbola y otros como una verdadera organización desplegándose e interactuando en su máxima complejidad, encontramos:

A las células recibiendo información del ADN y dictando las instrucciones para fabricar proteínas, entrando en "meiosis" para que las células hijas adquieran la mitad de los cromosomas de la célula madre; A los genes portando y transmitiendo tales instrucciones. Al Genotipo, haciendo referencia de lo generativo y al fenotipo de lo fenoménico, de tal manera que el fenotipo se debe a la intervención de cierto gen, mientras que el genotipo es producto de la compleja combinación, en el caso de los humanos, de sus 23 pares de cromosomas homólogos. A los rasgos dominantes y los rasgos recesivos interactuando. Al ADN portando toda nuestra información hereditaria, codificando y modelando todos nuestros rasgos.

Así es el proceso ininterrumpido de las moléculas de ADN, de abrir y copiar sucesivamente, mediante el cual los cromosomas logran transmitir la información, hasta llevarnos a ser lo que somos y lo que seremos, en el contexto

88 SÁNCHEZ RON, José Manuel. *Diccionario de la Ciencia; Planeta, Colombia, 1997, pág. 19*

de unas especies que han podido evolucionar gracias a las mutaciones.

Uno de los grandes hitos de la investigación genética lo constituye la reciente publicación del Mapa del "genoma humano", conformado por el conjunto de genes o instrucciones que permitieron construir el organismo humano.

En la tarea de descifrar el sentido y la gramática del Mapa, después de recorrer y secuenciar las astronómicas distancias a lo largo de sus hilos, se han publicado avances donde se observa cómo en los seres humanos existen mucho menos de los 100.000 genes diferentes que inicialmente se consideraban.

Los conteos más rigurosos coinciden en que son entre 30.000 y 40.000 genes, los que no serían muchos si los comparamos con los 13.000 genes de la mosca, los 19.000 de la lombriz o los 350 genes de una bacteria.

También el Mapa del "genoma humano" nos está mostrando cómo tendríamos alrededor de 3.200 millones de pares nucleótidos debidamente organizados en secuencias y que las proteínas producidas por el cuerpo humano no serían las 100.000 proteínas diferentes, como se pensaba, sino sólo unas 30.000 aproximadamente. En el ser humano, la mínima estructura química de información o molécula de ADN se distribuye en 23 pares de cromosomas de cada una de sus trillones de células.

Tanto el ADN de un virus o de una bacteria se comportarían de igual manera que el ADN humano, ya que el mínimo número de "genes" indispensable para que funcione un microorganismo sería de unos 260, común a cualquier organismo vivo. El Hombre va y viene por el mundo llevando desde hace 100.000 años la misma dotación genética básica, excepto algunas mutaciones mitocondriales.

Pretender reconstruir un desaparecido organismo a partir de alguno de sus genes, en la misma idea "omnis celulla de celulla" (nuevas células sólo pueden originarse a partir de sus pre-existentes), pero generar células a partir de un "gen" es algo sólo visto en la película "Jurassic Park".

El "Ácido Ribonucleico" ARN

Mientras el ADN tiene la función fundamental de transmitir los caracteres hereditarios, el ARN cumple con sintetizar las proteínas.

El Ácido Ribonucleico ARN es una molécula de estructura similar al ADN, pero de una sola cadena, con azúcar ribosa en vez de desoxirribosa

y con "uracilo" en lugar de "timina". Uno y otro son depositarios de la información hereditaria, incluso algunos le atribuyen el origen del sistema genético al ARN y no al ADN.

Si bien todo el ADN reside en el Núcleo de la Célula, la verdad es que la mayor parte de funciones en la Célula ocurren en el Citoplasma. El Ácido ribonucleico ARN, a la par que es controlado en su formación por el ADN intermedia para que los "genes" del Núcleo puedan controlar las reacciones químicas del Citoplasma. La síntesis proteínica se produce en el Citoplasma de la Célula, y es el ARN quien transmite la información genética que dirige la síntesis de las proteínas, además de que los ácidos ribonucleicos se sintetizan con mayor facilidad que los ácidos desoxirribonucleicos.

La genética molecular moderna aún concibe el flujo de información primordial de la Vida como la secuencia de información genética que, durante la <transmisión> del genotipo, se transfiere primero de ADN a ADN, por <replicación>, y después de ADN a ARN, por <transcripción>.

El "genotipo" es la constitución genética contenida en los cromosomas de un individuo, que se <transmite> de una generación a la siguiente por <replicación> y por <transcripción>, yendo desde el ADN hacia el ARN y desde el ARN hacia las Proteínas.

El "código genético" es al ADN lo que el "código de codones" es al ARN. Un "codon", representado mediante tres letras, forma un nucleótido y cada serie de tres nucleótidos conformaría un aminoácido.

No obstante, el ADN controla la formación de ARN sintetizándolo mediante un complejo proceso iniciado en una de sus dos tiras (hélices) de la molécula de ADN, la que sí tiene función genética, que funge de plantilla o cadena-molde para la síntesis de cada tipo de molécula de ARN, produciendo moléculas ARN "mensajero", ARN de "transferencia" y ARN "ribosómico".

El ADN dota al ARN de una estructura básica muy parecida a la suya, diferenciándose tan sólo en que para la construcción del ARN no utiliza el azúcar desoxirribosa, sino el azúcar ribosa, y en vez de utilizar la timina recurre a otra pirimidina como el "uracilo".

En la formación de los cuatro "nucleótidos" del ARN, a imagen y semejanza de los cuatro del ADN, intervendrían las cuatro bases nitrogenadas adenina, guanina, citosina y uracilo, además de que esta pirimidina uracilo se acopla con la pirina adenina para conformar el respectivo par.

Luego de que estos nucleótidos activados con base en el azúcar-ribosa se combinan con aquella tira de ADN se produce la molécula de ácido ribonucleico ARN, aún adherida a una de las tiras de la molécula ADN, pero después habrá de presentarse la intervención de una enzima polimeraza haciendo que la tira de ARN automáticamente se separe de la tira ADN, transformándose así el ARN en una molécula libre.

Aún es un misterio cómo el ARN naciendo en las mismas entrañas del Núcleo celular logra ser enviado por el ADN a los extraños mundos del Citoplasma para auditar y controlar la manera como la Célula esté ejerciendo su gobierno dentro de los predios del Citoplasma y para cumplir otras funciones.

Es correcto decir que a partir de una molécula ADN se origina una de mRNA, pero más preciso que el ARNm es el producto inmediato de un "gen".

A la molécula ARN "mensajero", formada por varios miles de nucleótidos, le corresponde llevar el código genético del ADN al Citoplasma y complementarlo con sus propios "codones"(código ARN) para poder transcribir el código genético e iniciar el proceso de síntesis de "proteínas".

A la molécula ARN de "transferencia" (soluble), formada por sólo 75 nucleótidos, le corresponde transferir o incorporar moléculas de aminoácidos a las moléculas de proteína en formación. El ARN de "transferencia", por no ser de un único tipo y combinarse tan sólo con uno y sólo uno de los 20 aminoácidos, es visto como el transportador de su propio tipo específico de aminoácido hacia los ribosomas, donde efectivamente es que se forman las moléculas de proteína.

A la la molécula ARN "ribosómico" no se le conoce una función precisa, sólo que por constituir casi el 50% del mismo ribosoma sobre el cual se forman las proteínas algún papel tendría que estar cumpliendo en el proceso de formación de proteínas. Es merced al ARN que el proceso de síntesis de proteínas se realiza en los ribosomas.

En general, el ARN logra emparejarse con otra molécula de ARN captando cortos fragmentos de nucleótidos unidos a aminoácidos para producir así todas las proteínas que dan a los vivientes sus formas y configuraciones. Una cadena molde de ADN se transcribe en una sola cadena larga de ARN, cuya molécula es conocida como ARN mensajero (m ARN) y este proceso de transcripción es catalizado por la enzima ARN polimeraza.

El ARN mensajero se sintetiza siguiendo los

principios de apareamiento de bases, donde cada núcleo de 3 nucleótidos en la molécula de este ARN mensajero es el "codón" para una aminoácido particular, determinándose así qué aminoácido corresponde a un "codón" dado de ARN mensajero.

El proceso de síntesis proteínica culmina después de 61 combinaciones, de las 64 posibles de tripletas del código de nucleótidos de 4 letras, correspondiente a los 20 aminoácidos constitutivos de las moléculas de proteínas, donde las 3 tripletas restantes funcionan como señales de detención.

Dentro de no se sabe cuántos años cada uno de nosotros podría comprar a precio de ganga la información de su propio genoma humano, siempre y cuando las cosas no dependan sólo de la buena voluntad e ingenuidad de la academia.

El ADN y los procesos de Mitosis y Meiosis

El ciclo vital de la célula se diferencia en un período de estabilidad "interfase" y otro de división o "mitosis". En la interfase las moléculas de ADN asociadas a algunas proteínas y a las de ácido ribonucleico (ARN) se muestran desorganizadas y de estructura indefinida; son la Cromatina. En la "mitosis", cuando la división va a comenzar, la Cromatina se reorganiza, condensándose y compactándose, debido a que el ADN duplica su conformación molecular, y adopta una configuración en espiral en dos secuencias sucesivas.

La comunicación de la Célula con el ADN ocurre de doble vía. Mientras que el ADN le suministra a la Célula la información para que ésta pueda producir las "proteínas", información que la Célula la encuentra en los "genes", a la Célula le corresponde estar copiando permanentemente multi-moléculas de ADN, de tal manera que una molécula de ADN siempre termina duplicándose, y así sucesivamente.

Toda Célula proviene de otra Célula pre-existente que se ha dividido en dos, "omnis cellula es cellula" enunciado a mediados del siglo XIX por Virchow, dándose dicha división mediante las diferentes modalidades de "amitosis", "mitosis" y "meiosis".

Por "amitosis", cuando de manera tajante un estrangulamiento divide el núcleo de cualquier Célula en dos partes sensiblemente iguales, lo que a su vez provoca la partición en dos de la masa citoplasmática, llevándose cada parte una de las mitades del núcleo original; pero la ocurrencia de "amitosis" significa que la Célula estaría agonizando, a punto de morir, ya que cada

una de las dos nuevas células hubo de perder alguna de sus propiedades esenciales.

Por "mitosis", cuando la división celular se caracteriza por la perfecta simetría de la duplicación de todos los elementos constitutivos de la célula madre y de su equi-repartición en dos células hijas; en las que el núcleo de la célula germinal puede dividirse una vez que previamente se han duplicado los cromosomas en dicho núcleo para ser repartidos equitativamente entre dos nuevos núcleos, cada uno de los cuales irá a formar parte de una de las células hijas, las que conservan las mismas características estructurales y funcionales y el mismo número de cromosomas.

Por "meiosis", o mitosis reduccional, cuando estamos ante la reproducción sexual, en la que también se reproducen mediante la secuencia inmediata de dos divisiones mitóticas (mitosis), la primera reduccional en donde una célula germinal da origen a dos células que contienen la mitad del número de cromosomas de la célula germinal e inmediatamente estas células sufren la segunda mitosis en la cual se reparten las cromátidas formando así 4 células.

Es decir, en la "meiosis" cada una de las células formada durante la primera mitosis entra en otro proceso mitótico donde los cromosomas se reparten entre las células hijas, quedando así constituidas 4 células (haploides).

Si las células siempre estuviesen en permanente crecimiento y reproducción, reemplazándose las viejas células muertas por células nuevas y mostrándose así que la línea de vida en las células es infinita, sería apenas obvio pensar que dicha reproducción comienza en el propio Núcleo, como también podríamos pensar que antes de que la mitosis de la Célula se haga efectiva tendría que darse un proceso equivalente en el mismo Núcleo. En el Núcleo se cumple la primera etapa de la reproducción de la Célula, primero en la réplica o duplicación de todos los genes y de todos los cromosomas y luego en la división de las dos series de genes entre los dos núcleos separados, para después la Célula disociarse formando dos nuevas células hijas, en lo que conocemos como el proceso de "mitosis".

Es en el Núcleo donde nacen, crecen y se reproducen los "genes" y los cromosomas. Los "genes" se reproducen en sí mismos mediante la simultánea réplica de todos los genes y no de una parte de los mismos, además de que los genes sólo se duplican por una sola vez.

Al duplicarse exactamente todos los genes, éstos se transforman en los genes de cada una de las dos células hijas nuevas resultantes de la mitosis.

El procedimiento mediante el cual se replican (duplican) los "genes" es muy parecido al de la ya descrita formación del ARN a partir del ADN, diferenciándose sólo en que la nueva tira sigue unida a la vieja tira que la ha formado constituyendo una nueva hélice ADN de dos tiras, al mismo tiempo que la otra tira de la hélice original forma su tira complementaria de ADN, lo que redundará en una nueva hélice de dos tiras.

La duplicación de los Cromosomas no podría explicarse de manera tan plausible como la duplicación genética ADN debido al mayor conocimiento que tenemos de la estructura ADN con respecto al poco que tenemos sobre la estructura de los Cromosomas.

Recordemos cómo los Cromosomas están formados por una parte genética ADN y otra de Proteína; cómo el ADN aparece unido débilmente con la proteína, separándose en varias situaciones; cómo el gen ADN del Cromosoma sigue dispuesto en su misma larga hélice doble, pero en una posición de repliegue causada por sus uniones con moléculas proteínicas; cómo la Proteína en nada influiría sobre la potencia genética del Cromosoma, a tal punto que permanentemente las moléculas de proteína pueden ser substituidas por nuevas moléculas proteínicas sin que se altere ninguna función de los genes; cómo los Cromosomas se duplican tan sólo después de darse la duplicación de la tira de ADN.

De la estructura del Cromosoma sólo conocemos que su parte proteínica cumple una función accesoria mientras que el ADN es la verdadera columna vertebral del nuevo Cromosoma reproducido.

Como los "genes" aparecen con varias de sus duplicaciones en el Cromosoma, es posible perder alguno de ellos sin que desaparezca totalmente una característica determinada de una Célula.

El ADN aparece en forma de filamentos en los Cromosomas, que se encuentran en el núcleo de cualquier célula de cualquier individuo, con la particularidad de que en cada especie el número de cromosomas es fijo, como en la célula humana que su número es de 46 Cromosomas dispuestos en 23 pares, siendo los responsables de que los caracteres biológicos se transmitan de padres a hijos.

La Mitosis es el proceso de división automática

de la Célula en otras dos células nuevas, una vez que los "genes" se han duplicado y que cada Cromosoma se ha abierto para formar dos nuevos cromosomas. Este proceso no se realiza en el Núcleo, que es donde se inicia, sino en los centríolos del Citoplasma que en cantidad de dos pares se encuentran adosados a uno de los polos del Núcleo, los que también después de auto replicarse desatan el proceso de Mitosis a través de los sucesivos momentos de profase, metafase, anafase y telofase.

"Vecino al núcleo, el centríolo se divide y adopta una posición diametralmente opuesta, de modo que cada uno atraiga a los cromosomas resultantes de la división de los cromosomas originales. Poco a poco la célula se alarga y se estrecha en su centro. En las extremidades opuestas los cromosomas se entrelazan en un abrazo tan apretado que sus cuerpos se hinchan, mientras que una nueva membrana se dibuja alrededor de ellos señalando un nuevo núcleo. El núcleo absorbe y envuelve a los cromosomas; la membrana de la célula madre, estrangulada en forma de ocho, se rompe, lo que permite que las hijas se separen completamente una de otra. Esas hijas, crecidas y bien alimentadas, generarán otras células. Es así como los tejidos y los órganos renuevan sucesivamente sus células"⁸⁹

El proceso de crecimiento de la Célula depende exclusivamente de la cantidad de ADN en el Núcleo, estancándose una vez no se produce la duplicación de los "genes", pero pudiéndose presentar el caso de poder evitarse la Mitosis aunque persista la duplicación de los "genes".

Si las células se reproducen por mitosis no implica esto que a todo momento las células estén duplicándose, ya que no es una duplicación continua; ni es al ritmo incesante que las moléculas de ADN se están expandiendo y copiando para que los cromosomas no dejen de transmitir la información. De no ser porque en nosotros la misión central de nuestras células no es la de permanecer autocopiándose fielmente, como sí lo hacen en las bacterias, en sólo 40 días nos arrojaría una descomunal masa de células cuyo peso equivaldría al de la tierra. Sólo desarrollados los filamentos cromosómicos duplicados (ADN), la misión es producir las nuevas células que sean verdaderas estructuras vivas, la vida.

Los organismos y los tejidos renuevan incesantemente sus células, pero son las

especialísimas "células embrionarias madres" las únicas que podrían transformarse, creciendo desde dentro hacia fuera, en forma de tejidos, piel, neuronas, glándulas, y/o órganos; son las que nos permiten auto regenerarnos, como si fueran inmortales, pero sólo podríamos disponer de ellas en el momento de la ovulación. Así ninguna especie perdure para siempre, cuando se comprenda cómo es que una célula embrionaria madre logra transformarse en, por ejemplo, determinado órgano específico, la ciencia podría alterar procesos genéticos tan naturales como el de envejecimiento.

Al reproducirse las células por "división", algunos biólogos vieron esto de una manera simplista, unilateral y mecánica, como si fuera un proceso meramente cuantitativo de simple crecimiento y aumento, y no como un proceso que conduce a cambios radicales y cualitativos en las propias células.

Emilio Mira y López explica cómo a la "ameba" se le presenta el trágico dilema Shakespeareano de transformarse o morir, empezando entonces por estrangularse su centro hasta convertirse en un ocho y dividiéndose en dos células que pronto se distanciarán y vivirán independientemente, iniciando su proceso de crecimiento, expansión y cualificación dispersado en el espacio-tiempo.

El estudio de los "genes" ha facilitado la identificación de los defectos genéticos responsables de las enfermedades, conociéndose más de cuatro mil defectos en los que un solo "gen" provoca trastornos en los seres humanos, permitiendo concluir que a pequeños cambios en la estructura química de un "gen" se podrían obtener rectificaciones y consecuencias mutantes bien interesantes.

En la evolución de las especies, las mutaciones del ADN son de vital importancia; pero estas mutaciones son escasísimas, sólo ocurren de manera accidental, aunque un virus podría modificar el ADN. Siempre que una célula se divide (mitosis), a su vez se reproduce tal cual el ADN. También se ha comprobado la incidencia de factores ambientales en ciertas alteraciones genéticas, las que se manifiestan como alteraciones fenotípicas.

El enigma de los vivientes podría descifrarse si a nuestro alcance estuviera la posibilidad de estudiar a profundidad uno de estos compuestos; que es lo que viene haciéndose con la macromolécula

89 BETTO, Frei. *La obra del artista - Una visión holística del universo*; Editorial Trotta, Madrid, 1999

ADN (ácido desoxirribonucleico), en cuya conformación química codificada se encuentra toda la información necesaria para controlar, mantener y construir un organismo vivo.

En el Centro de Regulación Genómica CRG el grupo de investigadores españoles liderado por Xavier Estivill⁹⁰ acaban de demostrar cómo la variabilidad del genoma humano es diez veces mayor de lo que se pensaba hasta ahora, además de concluir que:

La diferencia entre dos personas no sería la de un millón entre más de 3.000 millones de nucleótidos que componen el genoma humano, sino en más de veinte millones de nucleótidos. Los nucleótidos se agrupan en al menos 1.400 regiones del genoma, enlazando genes en forma de un complejo entramado vial de carreteras o en forma de una serie de puzzles casi iguales, pero con ligeras variaciones.

Las regiones se parecen mucho entre ellas, haciéndose necesario interpretar cada pieza para saber la posición correcta a ocupar. No hay un genoma humano único, sino varios genomas, por lo que el genoma humano publicado hace pocos años tan sólo sería uno de dichos puzzles, que se organizan de distintas formas según la variabilidad de cada una de las regiones.

Esta investigación será de mucha importancia no sólo para comprender cómo funcionan aspectos de nuestra biología que son fundamentales para la Adaptación al entorno, sino también para descubrir las claves sobre la razón de nuestras enfermedades más catastróficas..

Pero también estaríamos adportas de tener que afrontar el problema de la inminente incidencia de una variable artificial, como la manipulación genética, en nuestro proceso evolutivo. Es un riesgo insoslayable, para bien y para mal.

Una idea justa para una causa justa sería pensar que la posibilidad de intervenir en las características biológicas para reorientar la evolución de la especie humana podría implicar regresos en los estadios de la evolución biológica, llevándonos entonces a ser providentes en contrarrestar tal retroceso en el movimiento evolutivo del ser humano, para que nuestra realización entre natura y cultura no quede impregnada de la impronta de un desgarramiento en nuestro paquete genético.

No obstante, el Hombre, como animal superior e inteligente que es, sabrá desplegar el sentido común para no pretender determinar lo que por su misma naturaleza es complejo e indeterminable; como el ser social que es sabrá extraer de sus vivencias y experiencias las lecciones de la vida que le aconsejarán poner los pies en tierra y no dejarse llevar por su arrogancia y prepotencia. No nos faltará la sindéresis para desistir de hacer nacer a alguien con su destino previamente escrito y determinado.

“Uno de los hallazgos de la biología molecular es que existen secuencias de bases sensibles a la acción de factores ambientales determinados, como los que se pueden encontrar en algunos puestos de trabajo... pero también puede conducir a que las empresas encaminen sus esfuerzos no a modificar las circunstancias medioambientales de sus centros de trabajo, ni a introducir cambios estructurales, sino, simplemente a buscar empleados genéticamente resistentes, lo que tal vez conduciría a nuevas clases o castas sociales”⁹¹

En la propiedad del ADN de “replicarse” o auto copiarse a sí mismo de manera exacta (reproducirse) su material genético, de tal manera que la cadena original produce otra nueva, está la explicación de que la información hereditaria pase de generación en generación.

La manera como se duplica la información genética fue explicada por los científicos Watson y Crick que, apoyados en los datos previamente registrados por Rosalind Franklyn en su famosa fotografía de la doble hélice del ADN, tuvieron la suficiente intuición para descubrir cómo a partir de cada cadena vieja se formaba el molde para la producción de una nueva. Que si había una “T” presente en la cadena vieja sólo se ubicaría una “A” en el lugar adecuado de la cadena nueva y que una “G” sólo se aparearía con una “C”, y así sucesivamente hasta que cada cadena produce una copia de la cadena original, produciéndose las réplicas exactas de la molécula.

El inicio de la replicación del ADN es una secuencia específica de “nucleótidos” que requiere de unas proteínas especiales iniciadoras y de las enzimas que son las que rompen los puentes de hidrógeno, abriendo así la hélice para que pueda ocurrir la replicación. Entonces, la propiedad del material genético para llevar información sólo

90 El País.com, Madrid, EFE 22/11/2006

91 SÁNCHEZ RON, José Manuel. Diccionario de la Ciencia; Planeta, Colombia, 1997, pág. 159

sería cumplida por la molécula de ADN con su secuencia de bases. El ADN sería el portador y transmisor de la información genética.

Al descubrir la doble hélice estructural del ADN, J. D. Watson pudo decir que, como ya había sucedido con Laplace ante una pregunta de Napoleón, no necesitó de la hipótesis de Dios.

La Vida gobernada por las Proteínas

El "Genoma" es el conjunto de las diferentes moléculas de ADN de una célula. El "Transcriptoma" es el conjunto de los mRNA presentes en una célula producto del proceso de transcripción del ADN en el mRNA. El "Proteoma" es el conjunto de las proteínas formadas a partir de los mRNA.

Como un solo "gen" puede producir varios mRNA, a partir de los cuales se forman las "proteínas", son mucho más complejos los procesos de Transcriptoma y Proteoma que el de Genoma, ya que mientras éste es idéntico en casi todo tipo de células aquéllos son variables y distintos para cada tipo de células, debido a que el medio ambiente los modifica.

En el complejo funcionamiento de una célula viva, las "proteínas" son el producto final de la actividad del Genoma.

Las "proteínas" son los constituyentes más importantes de la "materia viva". Lo característico de cada una de las 100 mil diferentes proteínas existentes en el cuerpo humano es la combinación entre el número de aminoácidos que contiene, el tipo de estos aminoácidos y el orden en que éstos se encuentran acomodados a lo largo de la cadena de la "proteína".

Igual que los aminoácidos (C, O, N, H), las "proteínas" son biomoléculas por lo general conformadas por Carbono (C), Hidrógeno (H), Oxígeno (O) y Nitrógeno (N), siendo frecuente encontrar en ellas Azufre (S), y en algunas "proteínas" podrían encontrarse otros elementos como Fósforo (P), Hierro (Fe), Magnesio (Mg) y Cobre (Cu). Las "proteínas" son polímeros de aminoácidos (monómeros).

En todas las células de nuestro cuerpo se presenta el proceso de sintetizar "proteínas", haciendo esto que las características funcionales de cada célula dependen de los tipos de proteínas que es capaz de fabricar.

Las "proteínas" se inician a partir de los "enlaces péptidos", uniendo aminoácidos para formar "péptidos", cuyo fuerte enlace covalente se establece entre el grupo carboxilo de un aminoácido y el grupo amino del siguiente

aminoácido, provocando inmediatamente el desprendimiento de una molécula de agua.

En parte, la unidad de la vida actual se demuestra por el hecho de que todos los organismos están compuestos de "proteínas", creadas a partir de los mismos Aminoácidos. Las sustancias complejas de la Vida tienen la forma de largas cadenas de Aminoácidos, que vienen a conformar las "proteínas". Éstas, son formadas mediante cierto mecanismo que se inicia con los Aminoácidos, ofreciéndose así otra explicación científica y plausible de la teoría de la Evolución.

Entonces, las proteínas sólo son polipéptidos; son una sustancia biológica compleja, indispensable para los organismos vivos; son moléculas orgánicas solubles en agua, compuestas por carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno; y se agrupan en complejos enjambres de gotas flotantes o "coacervados", en raudo camino hacia la Vida.

Nos dice Francisco Sierra Gutiérrez que gracias a la reducción biológica desarrollada por Jacques Monod una de las grandes conquistas de la biología moderna consiste en mostrar cómo se efectúa la síntesis de las proteínas en las moléculas, ya que en el comportamiento de las moléculas estaría la clave de la explicación de todo comportamiento humano.

Acá hay un riesgo, puesto que se caería en el reduccionismo de ver que fenómenos tales como la cultura estarían germinalmente descritos como series de variaciones en las combinaciones moleculares de manera inteligible o por azar.

No obstante, aún nos preguntamos por qué en el caso de un feto que al tercer mes no ha recibido todos los nutrientes que le son necesario recibir, automáticamente dicho feto se angustia ante la carencia como si estuviese consciente de estar adquiriendo la condición de desnutrido, y que tal angustia la llevará de por vida después de nacer hasta el punto de que si a los sesenta años, por ejemplo, llega a hacerse multimillonario la supuesta nueva seguridad no evitaría que desde el páncreas no se sigan recibiendo los mismos mensajes de angustia enviados cuando se era feto.

Como si nuestro comportamiento fuese un efecto simpatía, ni más ni menos que del mismo comportamiento de las células.

Síntesis de Proteínas a partir de los Aminoácidos

El fenómeno de sintetizar "proteínas" es el verdadero artífice de la función de la célula y de

la vida, ya que las "proteínas" constituyen las tres cuartas partes de los sólidos de nuestro cuerpo.

Lo característico de un Aminoácido es el poseer un núcleo central común, formado por dos átomos de Carbono, dos de Oxígeno, uno de Nitrógeno y cuatro de Hidrógeno. No existe una relación directa entre los aminoácidos y la célula, ya que inmediatamente los aminoácidos atraviesan la membrana celular para entrar en la célula, se combinan automáticamente unos con otros transformándose en "proteínas".

Los "aminoácidos" tuvieron que presentarse en la Tierra antes de que surgiera la vida, cuando abundaban en la atmósfera y en la superficie terrestre los elementos que los componen, iniciándose desde entonces el proceso donde cada uno de los veintidós Aminoácidos básicos, a medida que uno se iba tocando con el otro, el extremo H de uno de ellos se acerca al OH del otro, formando el agua (H₂O) que sirve como enlace entre uno y otro.

Dos Aminoácidos se combinan para formar un "péptido", y de ahí en adelante se dispara la secuencia de formación de los "polipéptidos".

Se calcula que somos portadores de más o menos 1900 tipos de aminoácidos, responsables de las características constitutivas de tejidos y órganos, pero los "aminoácidos esenciales" serían 24, aunque algunos científicos sólo reconocen 19, ahora prolifera la creencia de que algunos humanos superdotados portan 25 aminoácidos esenciales.

Los "aminoácidos" una vez activados se acoplan al ARN de transferencia, de tal manera que un solo aminoácido se fija a una molécula de ARN, la que a su vez tiene como función transportar los aminoácidos desde su lugar de almacenamiento en el citoplasma hasta esos talleres de ensamblaje móvil de las proteínas que son los "ribosomas", en donde se efectúa su acoplamiento.

De las descargas eléctricas sobre las mezclas gaseosas (metano, amoníaco, agua) presentes en la atmósfera primitiva de la Tierra, se formaría el Caldo en el que surgirían las cadenas de "aminoácidos", los que se desarrollarían perfeccionando su estructura secundaria acercándose a los ácidos nucleicos y situándose en la antesala de las proteínas.

Los "aminoácidos" son los más simples de los prótidos; son ácidos orgánicos que fungen como los constituyentes elementales de las "proteínas" (estructuras complejas), siendo el más simple de los aminoácidos la "glicocola".

Son moléculas (monómeros) que campean por nuestro cuerpo dentro de las "proteínas", de los cuales poseemos 21 variedades, pero rara vez los encontramos libres en las células.

Su contenido o composición química es la de un grupo carboxilo (-COOH) asociado con el grupo amino (-NH₂); su forma la de una combinación en cadenas largas mediante "enlaces peptídicos" y su cantidad varía según la clase de "proteína", que en la más simple serían 20 y en la más compleja podrían ser varios cientos de miles.

Un Aminoácido combinado con otros Aminoácidos forma una "cadena peptídica" dentro de la "proteína", pero según fuere la complejidad de ésta podría contener varias cadenas peptídicas enlazadas entre sí a través de "puentes de hidrógeno".

El acoplamiento de aminoácidos da como resultado unas macromoléculas de "prótidos", las que a su vez devienen en las estructuras más complejas de las "Proteínas". Ante la presencia de agua durante el proceso de digestión, las "proteínas" se escinden de nuevo en Aminoácidos.

La unión de los Aminoácidos presentes en la de una célula viva genera un "péptido"; si la molécula se dispusiera a enlazar un número no mayor de 10 Aminoácidos, sería un "oligopéptido"; si necesitara hacerlo con más de 10 sería un "polipéptido"; y si son más de 50 Aminoácidos de un mismo tipo se hablaría entonces de la "Proteína".

Los Aminoácidos se van enlazando a medida que se produce la síntesis de Proteínas.

Los elementos que intervienen en la "biosíntesis de las proteínas" son: El Núcleo celular, los Ribosomas, el ADN, el ARN mensajero, el ARN de transferencia y los Aminoácidos.

La síntesis de proteínas se realiza mediante un proceso en el que: a) el ADN da la información necesaria para la síntesis de una proteína determinada; b) la información es transportada por el ARN hasta los ribosomas; c) los ribosomas empiezan a recibir los aminoácidos traídos por un tipo especial de ARN; d) los ribosomas ensamblan los aminoácidos de acuerdo con la orden establecida en el mensaje dado por el ADN y transportado por el ARN; e) se forman las largas cadenas de aminoácidos y se dan origen a los polipéptidos; f) dos o más polipéptidos se fusionan y forman la proteína específica.

De los 21 Aminoácidos, los 10 que no son sintetizados por nuestro organismo son: Treonina, Lisina, Metonina, Arginina, Valina, Fenilalanina, Leucina, Triptofano, Isoleucina e Histidina, los

que son considerados por esta misma razón como Esenciales. Los otros 11 que sí son sintetizados por nuestro organismo son: Glicina, Alanina, Serina, Cisteína, Ácido aspártico, Ácido glutámico, Hidroxilisina, Cistina, Tirosina, Prolina e Hidroxiprolina.

Como la cantidad de Proteínas almacenada por cada Célula es limitada, ocupando tan sólo el 10% de su región citoplasmática, una vez copada su capacidad los Aminoácidos se desdoblán y metabolizan en forma de energía. Y al ingerir Proteínas, las ya presentes en el cuerpo reversan su proceso desdoblándose en Aminoácidos, los que no producen nuevas Proteínas sino que se des-aminan y oxidan, presentándose así una obligada pérdida de Proteínas en el cuerpo en la cantidad de 30 grs. diarios, razón por la cual para la seguridad nutricional se recomienda un consumo entre 30 gr. y 75 gr. de proteínas por día.

En nuestra alimentación, no ingerir los aminoácidos no esenciales (11) no es problema, puesto que nuestras células están en condiciones de sintetizarlos; pero de no ingerirse los aminoácidos esenciales (10), simplemente no se daría la síntesis de proteínas. Una vez que los 10 aminoácidos esenciales o necesarios entran a formar parte de los líquidos corporales, todos a una los 21 aminoácidos rodean la célula para introducirse en ésta y permitirle ahora sí acelerar la síntesis de proteínas, las que iría almacenando en su interior.

Los Aminoácidos sólo son almacenados dentro de la célula en forma de "proteínas" y el nicho donde se realiza el proceso de síntesis de proteínas sería el "gen" molecular. De no ingerirse los 10 aminoácidos esenciales, incluso en el caso de ingerir 9, los consumidos resultarían inocuos debido a que las células fabrican proteínas completas o no fabrican ninguna, y los aminoácidos presentes empezarán a des-aminarse y oxidarse con el consecuente faltante de proteínas en el organismo. La inanición o pérdida de proteínas se compensaría con la ingesta de carbohidratos, obteniendo de éstos la energía faltante; si consumimos carbohidratos economizaríamos proteínas, al eximirnos de que nos faciliten la energía que necesitamos.

Estructura funcional de las Proteínas

No todas las proteínas son iguales en todos los organismos, siendo que cada individuo posee proteínas específicas tan suyas que puede rechazar algún implante u órgano transplantado.

Con base en la semejanza entre Proteínas podría establecerse el grado de parentesco entre

individuos y construirse el respectivo "árbol filogenético".

Las Proteínas, asumen determinados caracteres físicos, adoptando forma Fibrosa o Globular. Las Fibras o no activas (colágeno, tubulina) sirven de andamiaje, estructura o esqueleto para las células. Las Globulares o activas realizan las actividades catalíticas (reacciones químicas).

Si la Proteína está formada sólo por la cadena de aminoácidos es Sencilla y se llaman "Holoproteínas"; si lleva alguna sustancia más (glúcido, lípido, metal) es Conjugada y se llaman "Heteroproteínas".

Las "Holoproteínas" pueden ser Globulares y Fibras. Las Globulares son "prolamidas" (zeína-maíz, gliadina-trigo, hordeína-cebada), "gluteninas" (orizanina-arroz), "albúminas" (seroalbúmina-sangre, ovoalbúmina-huevo, lactoalbúmina-leche), "hormonas" (insulina, prolactina, tiotropina) y "enzimas" (hidrolasas, oxidasas, ligasas, liasas, transferasas). Las Fibras (fibrilares) son "colágenas" (tejidos, tendones, cartílagos y huesos), "elastinas" (tejidos, tendones, vasos sanguíneos), "queratinas" (pelos, uñas, plumas, cuernos) y "fibroínas" (sedas, telarañas)

Las "Proteínas conjugadas" son sustancias no proteínicas: "nucleoproteínas", "mucoproteínas", "lipoproteínas", "cromoproteínas", "fosfoproteínas" y las "metaloproteínas". Las "Proteínas plasmáticas": "albúminas", "globulinas" y el "fibrinógeno", que casi en su totalidad son fabricadas por el Hígado.

Las "Heteroproteínas": Las "glucoproteínas", las "lipoproteínas", las "nucleoproteínas" y las "cromoproteínas", que están conformadas por una fracción proteínica más un grupo prostético (no proteínico).

Las Heteroproteínas-gluco: las "ribonucleasas", las "mucoproteínas", los "anticuerpos" y las "hormonas luteinizantes". Las Heteroproteínas-lipo son las que transportan lípidos en la sangre. Entre las Heteroproteínas-núcleo están la "cromatina" y los "ribosomas". Las Heteroproteínas-cromo que transportan el Oxígeno son la "hemoglobina", la "hemocianina" y la "mioglobina", y las que transportan electrones son los "citocromos".

Si se trata de una secuencia de aminoácidos, se habla de una Estructura "primaria" de la Proteína, indicándonos qué aminoácidos componen la cadena y en qué orden se encuentran. Si no se da la estructura primaria, no podrían manifestarse las siguientes, ya que según sea la conformación espacial de su estructura primaria cada una de las proteínas cumple una determinada función,

es decir, una alteración en la estructura primaria podría hacer perder determinada función.

Si se trata de informar la disposición adquirida por estas estructuras primarias en el espacio, se habla de Estructuras "secundarias" (alfa-hélice y beta-zigzag).

Si se trata de informar sobre la disposición de la estructura secundaria en el espacio, se habla de una Estructura "terciaria" de conformación globular.

Si se trata de informar sobre una unión de varias cadenas polipeptídicas (protómeros) con estructuras terciarias, mediante enlaces débiles (no covalentes), se habla de la formación de un complejo "proteico" con Estructura "cuaternaria". Proteínas de estructuras cuaternarias serían, por ejemplo, la "Hexoquinasa", conformada por dos protómeros, la "Hemoglobina" de cuatro protómeros y la "Cápsida" del virus de la poliomielitis compuesta por 60 unidades proteicas.

Las Proteínas sometidas a efectos eléctricos (magnéticos), elevadas temperaturas o variaciones de su pH, por ejemplo, pueden desnaturalizarse y perder muchas de sus propiedades, debido a que se ha roto su estructura terciaria, como en el caso los huevos sometidos al calor extremo que se fritan o cuecen. Si se recuperan las condiciones iniciales, en algunos casos (no con todas las proteínas) podría darse el proceso de renaturalización. Y las alteraciones producidas por someterse a los extremos de temperaturas, presiones y/o pH se evitarían mediante la intervención de las "Enzimas".

Las Hormonas, proteínas mensajeras

Las Hormonas son "holoproteínas" globulares (no fibrosas), es decir, proteínas sencillas conformadas sólo por aminoácidos. Sin las "hormonas", no se hubiese desarrollado la vida humana. El ARN no es el exclusivo mensajero de la Vida. Las "Hormonas" fungen de ser los mensajeros químicos que viajando a través de la sangre llevan recados de una célula a otra. Todas las actividades del cuerpo, incluso la de pensar, dependerían de las "Hormonas".

Las Hormonas son el lenguaje químico mediante el cual se comunican las células de un órgano con las de otro, realizando así la función de estimular y regular las funciones vitales de todos los seres vivos (animal, vegetal, hongos, protista, moneras). El sistema nervioso sólo puede asegurar la coordinación entre los distintos órganos del cuerpo, en la medida que las "hormonas" logren

coordinar las funciones de las células y de los tejidos que forman dichos órganos.

Las Hormonas animales son segregadas por las glándulas y la Hormonas vegetales por los meristemas. Las glándulas segregan sustancias orgánicas, pero no todas éstas son "hormonas", ni todas las glándulas segregan "hormonas", ya que las "hormonas" son segregadas por las glándulas de secreción interna (endocrina), a diferencia de otras secreciones como el sudor, las lágrimas y la saliva que son vertidas por las glándulas por fuera del torrente sanguíneo. Las glándulas que tienen la competencia de segregar "hormonas" son la tiroides, las paratiroides, las adrenales, el páncreas, las gónadas, la hipófisis y la pineal.

El sistema "hormonal" (endocrino) tiene que ver con los procesos de control y regulación internos para que los diferentes órganos funcionen correctamente, complementando así los esfuerzos realizados por el sistema nervioso cuya tarea es procesar las informaciones y estímulos procedentes del medio externo que a su vez son recibidas por todos los seres vivos. El nivel de segregación de "hormonas" dependería de la determinación genética y de la disposición ambiental y cultural, además de depender del mismo sistema endocrino (hormonal) en sí, ya que éste al estar conformado por una serie de células organizadas en glándulas y cúmulos celulares puede liberar mensajeros químicos como las "hormonas" que, viajando a través del torrente sanguíneo, llevan los recados a regiones distantes (larga distancia) poniendo en marcha alguna función vital.

Las Hormonas funcionan sincronizada y autorreguladamente ¿cibernéticas?, tal como la "insulina" que es la Hormona del páncreas actúa sobre los tres metabolismos de glúcidos, lípidos y prótidos, favoreciendo los procesos de síntesis, estimulando la incorporación de los aminoácidos en las proteínas y facilitando su penetración en las células.

Y son muchos los casos que explicarían uno a uno porqué se presenta el maravilloso hecho de que todos los órganos del cuerpo humano sean Uno, necesaria y perfectamente articulados, sincronizados e intercomunicados.

Las Enzimas, percutoras de la Vida

También las Enzimas son "holoproteínas" globulares (nofibrosas), es decir, proteínas sencillas conformadas sólo por aminoácidos.

Si bien la Célula es la unidad fundamental de la Vida, en la base de los procesos bioquímicos

de ella juegan papel fundamental las “enzimas”, con su competencia en catalizar, facilitar y agilizar procesos sintéticos y analíticos. A la par de ello, tras de las “enzimas” está el papel regulador ejercido sobre éstas por los mismos “genes”.

Por su naturaleza, el origen de las “enzimas” sería el mismo de las “proteínas”; si no es que son las mismas proteínas, ya que unas y otras están conformadas por aminoácidos, y éstos constituyen los cimientos del edificio proteico. Enzimas y Proteínas parecieran tener la misma estructura, ya que unas y otras se desnaturalizan a altas temperaturas, al contacto con ácidos fuertes y metales pesados; ofrecen las mismas propiedades de viscosidad y solubilidad, sobre todo son igualmente solubles en agua y soluciones salinas, y son insolubles en alcohol.

La eficacia del funcionamiento de las “enzimas” depende del pH, del medio donde actúan y de la temperatura. El espermatozoide a pesar de no tener citoplasma conserva un rico equipo “enzimático”.

Las “enzimas” son sustancias químicas que, según sean las condiciones de temperatura, pH y presión, funcionan como potentes y eficaces “catalizadores orgánicos” (biocatalizadores), acelerando los procesos de síntesis, degradación, oxidación, etc.; químicamente son el compuesto o combinación de carbono(C), Hidrógeno(H), oxígeno(O), Nitrógeno (Ni), y Azufre (S). Las “enzimas” son catalizadores “proteínicos”, reguladores de la velocidad de reacción de los procesos fisiológicos propios de los organismos vivos, cuyo habitáculo en el interior de la célula es el citoplasma.

Las “enzimas” se estructuran en macromoléculas o biocompuestos proteicos, por el mismo hecho de ser proteínas, a partir de aminoácidos; son las más importantes de las proteínas funcionales, ya que intervienen y actúan como catalizadores naturales en todas las reacciones químicas que se dan en los organismos vivos; están localizadas en el citoplasma, pero no forman parte de sus organelos celulares.

Estas macromoléculas proteicas son producidas por las mismas células vivas; son proteínas con aspecto de fermentos, producidas por las células para acelerar los procesos de reacciones químicas, mas no allí donde las condiciones no están dadas y se hacen imposible dichas reacciones.

La estructura molecular de las “enzimas” es de una forma geométrica tan específica que su configuración superficial de entradas y salidas

facilita que en ella encaje (invaginación) otra molécula como la del substrato sobre el cual esté actuando. De ahí que las “enzimas” sean específicas para un substrato determinado.

Por su función, los diferentes procesos metabólicos como la locomoción, la excitabilidad, la irritabilidad, la división celular y la reproducción, dependen de la “actividad enzimática”, responsable de que la aceleración de las reacciones químicas que se dan al interior de la célula y en los otros procesos fisiológicos de los seres vivos (vegetales, animales) se adelante sin consecuencias adversas.

En cuanto biocatalizadores, las “enzimas” reducen la energía de activación para poder acelerar ciertas reacciones químicas, haciéndolas más rápidas o casi instantáneas, sin los riesgos de adquirir alguna contraindicación o de producir algún subproducto. De ahí que las “enzimas” actúen en pequeña cantidad y se recuperen (regeneran) indefinidamente; no se aventuren a ensayar reacciones (químicas) que sean energéticamente desfavorables, ni pretenden modificar el sentido de los equilibrios químicos, sino que se limitan a acelerar las reacciones que previamente han cumplido con los contenidos requeridos para su realización.

Según sea el tipo de “enzima” presente en una célula, así serán las propiedades específicas de esta célula.

La característica más sobresaliente de las “enzimas” es su doble y elevada especificidad que explica porqué cada una sólo se especializa en catalizar un tipo de reacción o solo una reacción determinada, en la que cada “enzima” actúa sobre un substrato y puede cambiarlo sólo de una cierta manera, siendo su función siempre la misma pero diferente de la función de las otra enzimas.

Es decir, las enzimas trabajan según una función específica actuando sobre un sustrato y generando unos productos, sin subproductos, y a que la acción catalítica de los “enzimas” actúa sobre un substrato molecular (S) y cada reacción es producto del proceso catalizador de una “enzima” específica.

Investigaciones adelantadas por la biología molecular han descubierto cómo a partir del ácido nucleico ADN se construyen las proteínas propias de cada especie, en particular las “enzimas”, y cómo las proteínas son “enzimas” cuando tienen actividad enzimática. Además de ser proteínas, las “enzimas” son compuestos químicos catalizadores biológicos naturales (biocatalizadores) que tienen la función de activar, desencadenar y acelerar las reacciones químicas propias de la materia viva.

De las dos regiones de una "enzima", una es el grupo proteico "apoenzima" y otra el grupo nucleótido "coenzima"; mientras la apoenzima ejecuta el enlace específico entre la enzima y el sustrato, la "coenzima" dirige la reacción bioquímica. Y para su buen funcionamiento, las "enzimas" no podrían aparecer acomodadas al azar dentro de la célula, sino en lugares muy precisos dentro del citoplasma, lo más cerca posible de las mitocondrias distribuidoras de la energía, aunque éstas también se desplazan.

Las "enzimas" son sintetizadas por la célula de acuerdo con la información suministrada por el ADN contenido en los cromosomas. Con la sola presencia de un sustrato reclamando una "enzima" que actúe sobre él, la célula induce la producción de dicha "enzima".

Un posterior y más detallado estudio sobre los procesos de fermentación y de putrefacción adelantado por el químico Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794) le permitiría corregir su afirmación de que la fermentación podía ser considerada como una reacción química cualquiera, demostrándose cómo la putrefacción y la fermentación eran provocadas por la presencia de bacterias y levadura.

J. Jacobs Berzelius (1779-1848) observa cómo de la Levadura se podía extraer una sustancia capaz de regular ciertos procesos químicos, como aquellos en los que por la acción del jugo salival el almidón se degrada en monosacáridos y disacáridos, cómo se degradaba en disacáridos y dextrina a partir del extracto de trigo y cómo se aislaban fermentos a partir de los vegetales, concluiría que dicha sustancia era un hongo unicelular que funcionaba como el "catalizador" que aceleraba determinadas reacciones químicas sin ser destruido ni aparecer en los productos finales.

Después en el siglo XX, Richard Kuhne (1900-1967) denominaría "enzimas" a dichas sustancias, puesto que así se escribía en griego la expresión "en levadura", pero sin que la enzima pudiera ser ninguna levadura, ni tener forma celular claro está. Ahora se presenta un auge en las investigaciones sobre las "enzimas" a partir de esa chispa generada por la primera síntesis de la Enzima "Ribonucleasa", experimentada en 1969 por Merrifield en la Universidad de Rockefeller

Con base en su forma geométrica definida en cóncavos y convexos, las "enzimas" se invaginan actuando sobre un determinado "sustrato", con el que puedan encajar (invaginar) perfectamente,

produciendo un compuesto. El "sustrato" se une a la Enzima a través de numerosas interacciones débiles como los puentes de hidrógeno, las electrostáticas y las hidrófobas, en un lugar específico de su centro activo. Este centro es una pequeña porción de la "enzima", constituido por una serie de aminoácidos que interaccionan con el sustrato.

Los "sustratos" se denominan: Cofactor, cuando se trata de iones o moléculas inorgánicas; Coenzima, cuando es una molécula orgánica, siendo que algunas "vitaminas" funcionan como coenzimas, pero las deficiencias producidas por la falta de vitaminas responden a que no se puede sintetizar una determinada enzima en el que la vitamina es la "coenzima". En Biología el "sustrato" es el medio en el cual se desarrolla un organismo, en bacteriología lo sería el medio cultivo y en horticultura el suelo sobre el que crecen los vegetales.

Según sea el tipo de invaginación y actuación de la "enzima" sobre el sustrato, se clasifican en seis grupos: 1. Óxido-reductasas (Reacciones de oxidación-reducción); si una molécula se reduce, tiene que haber otra que se oxide. 2. Transferasas (Transferencia de grupos funcionales); grupos aldehídos, grupos acilos, grupos glucosilos, grupos fosfatos (quinasas) 3. Hidrolasas (Reacciones de hidrólisis), que transforman polímeros en monómeros. 4. Liasas 5. Isomerasas (Reacciones de isomerización) 6. Ligasas.

La enzima "ptialina" se produce en las glándulas salivales y actúa en la boca sobre el sustrato Almidón $(CH_2O)_n$, produciendo la maltosa $C_{12}H_{22}O_{11}$; la "pepsina" se produce en las glándulas gástricas y actúa en el estómago sobre el sustrato proteínas, produciendo péptidos; la "renina" se produce en las glándulas gástricas y actúa en el estómago sobre el sustrato "caseína" (proteína leche), produciendo péptidos; la "maltasa" se produce en las glándulas intestinales y actúa en el duodeno sobre el sustrato maltosa, produciendo glucosa $C_6H_{12}O_6$; la "sacarasa" se produce en las glándulas intestinales y actúa en el duodeno sobre el sustrato sacarosa, produciendo glucosa fructosa; la "lactasa" se produce en las glándulas intestinales y actúa en el duodeno sobre el sustrato lactosa (azúcar de leche), produciendo glucosa galactosa; la "tripsina" se produce en el páncreas y actúa en el duodeno sobre el sustrato péptido, produciendo aminoácidos; la "lipasa" se produce en el páncreas y actúa en el duodeno sobre el sustrato grasas,

produciendo ácidos grasos (glicerol); la “nucleasa” se produce en las glándulas intestinales y actúa en el duodeno sobre el substrato ADN y ARN, produciendo nucleótidos.

El “pH” y la Temperatura influyen en la velocidad de la acción de las enzimas (reacciones enzimáticas). El pH puede afectar el centro activo donde se encuentran aminoácidos con grupos ionizados y la ionización de aminoácidos que no están en el centro activo puede provocar modificaciones en la conformación de la Enzima. A temperaturas bajas las “enzimas” se muestran muy rígidas y a temperaturas altas (mayor de 50°) la actividad cae bruscamente.

Como proteína que es, la “enzima” se desnaturaliza de la misma manera que se desnaturaliza un huevo puesto a elevadas temperaturas.

Sin las “enzimas” no hubiese podido surgir la Vida. La Vida también es expresión de una cadena de procesos enzimáticos, los más simples como el proceso de formación de hidratos de carbón o que es producto de la interacción entre el H₂O y el CO₂, o los más complejos como el proceso de la clorofila que mediante una cadena de complejas reacciones transforman compuestos inorgánicos (agua y anhídrido carbónico) en alimento animal. Una deficiencia o sobreactuación de la función enzimática redundaría en una determinada enfermedad.

Las Vitaminas

Las Vitaminas no son moléculas ni sustancias orgánicas, sino sustancias químicas que no poseen un valor nutritivo pero que son fundamentales para la conversión en energía de los componentes nutritivos básicos de los alimentos y la regulación de muchas funciones de nuestro cuerpo.

Como nuestro organismo no las produce, ni puede sintetizarlas, necesita adquirirlas de los alimentos de origen vegetal y animal, y en ningún caso puede prescindirse de ellas, puesto que su carencia ocasionaría enfermedades, infecciones y disfunciones en el desarrollo y la vitalidad del organismo.

Estas sustancias químicas indispensables para el buen desarrollo de los organismos vivos también son muy necesarias en la actividad de determinadas “enzimas”, ya que pueden funcionar como “coenzimas” facilitando así diferentes procesos metabólicos. Las Vitaminas con función de “coenzimas” podrían considerarse como un segundo substrato, ya que sus cambios químicos compensan y se equilibran con los realizados sobre el substrato principal.

Una carencia de vitaminas origina importantes defectos metabólicos y enfermedades, como pudo ocurrirle a los tripulantes de los veleros ingleses en el siglo XVIII que siempre adquirían el escorbuto en sus largos viajes, hasta que incluyeron en su dieta los cítricos y no volvieron a sufrirlo, investigándose después que la sustancia sanadora era el ácido ascórbico, después llamado Vitamina C.

Otros ejemplos: La carencia de vitamina A, indispensable para mantener el tejido epitelial y regular las funciones de la visión, produce ceguera nocturna y facilita la invasión de microorganismos; la carencia de vitamina C (ácido ascórbico), indispensable para el mantenimiento de los tejidos óseos, produce el escorbuto; la carencia de vitamina B1 (tiamina), indispensable para el sistema enzimático de los tejidos, produce la anorexia y la baja presión sanguínea; la carencia de vitamina B2 (riboflavina), indispensable para el sistema enzimático respiratorio, produce dermatitis y lesiones en las mucosas; la carencia de vitamina B3 (ácido pantotínico), produce la fatiga y los trastornos del sueño; la carencia de vitamina B5 (niacina), indispensable para el funcionamiento de las enzimas, produce la pelagra aguda; la carencia de vitamina B6 (piridoxina), que actúa como enzima esencial para la síntesis de la hemoglobina, produce deficiencias en el sistema nervioso central, la depresión y la anemia; la carencia de vitamina B12 (cobalamina), indispensable para la síntesis del ADN y la maduración de glóbulos rojos (eritrocitos), produce lesiones en el sistema nervioso; la carencia de “biotina”, indispensable factor enzimático, produce deficiencias metabólicas de síntesis; la carencia de Vitamina D, calcificadora que fija las sales de calcio necesarias para la reconstrucción de los huesos y aumenta la resistencia a las infecciones, se encuentra en el aceite de hígado de bacalao y la yema de huevo, produce el raquitismo y la osteomalacia; la carencia de Vitamina K, útil en la coagulación de la sangre, y se encuentra en las espinacas, la coliflor y la zanahoria, produce hemorragias por las causas más insignificantes.

Las Mitocondrias

En la reconstrucción del árbol genealógico de la especie cuenta la Teoría evolucionista del “humanoide cognado”, diferente de otras como las mutaciones y los intercambios genéticos. Como sólo la madre transmite las Mitocondrias a los hijos, sería de la naturaleza humana tener una condición Ductriz (femenina), ya que las

Mitocondrias del varón mueren en el momento que el espermatozoide fecunda el óvulo, sobreviviendo sólo las de la mujer.

El ADN mitocondrial y el cromosoma Y son ideal es para la reconstrucción de árboles o cadenas evolutivas, debido a su escasa recombinación. Mientras que del cromosoma Y se obtiene un ADN exclusivamente masculino, el ADN mitocondrial es de naturaleza femenina. Desde la aparición de la Eva mitocondrial hace 100.000-150.000 años, se estima que han ocurrido cambios en el ADN mitocondrial cada 2000-3000 años..

Sin las Mitocondrias tampoco hubieran surgido los vivientes, al no poder utilizar el Oxígeno. Están presentes en todas las células vivas evolucionadas, en particular las células eucarióticas.

Recordemos que de las 25 moléculas diferentes de ADN que existen en el organismo humano, 24 de ellas constituyen el ADN presente en el núcleo de la célula y que la molécula de ADN especial se encuentra en las mitocondrias.

Son orgánulos localizados en el citoplasma que funcionan como verdaderas centrales de producción de energía. Como pequeña célula (orgánulo) en el interior de una célula, la "mitocondria" contiene un ribosoma, lugar donde se realiza la "síntesis de las proteínas".

Tienen una vida propia, más o menos independiente de la célula en que se encuentran, ya que el desarrollo de las mitocondrias es independiente del de la célula. No es extraño que se localicen fuera del núcleo de la célula, nadando en el líquido existente entre el núcleo y la membrana celular, tal como hace tres mil millones de años nadaban en las aguas primitivas de la Tierra respirando Oxígeno.

Como se encargan de la respiración celular, al utilizar el Oxígeno aportado por la respiración para producir energía las calorías que se liberan a partir de las glucosas son almacenadas en el ATP.

Las "mitocondrias" son en las células animales lo que los cloroplastos son en las células vegetales. Son pequeños organelos localizados en las células de los organismos eucarióticos; tienen la forma de una microscópica esfera que constituye el "condrioma" o conjunto de todas las mitocondrias de una célula.

Algunos miles de millones de años atrás, el proceso de la Vida estaría pasando por la generación de energía mitocondrial, producida precisamente por unas bacterias o mitocondrias, las que al ser tomadas en forma de Oxígeno por otros microorganismos daría cuerpo a lo que hoy

conocemos como la Célula, y así se desataría el proceso de la Vida.

Los cambios de las proteínas y los ADN cromosómicos se acumulan con demasiada lentitud, dificultando su observación con el propósito de poder dar una información oportuna acerca de la historia de la evolución, pero gracias al uso de ciertas supercomputadoras se están consiguiendo revolucionarios avances en el estudio del ADN; considerándose también la posibilidad de dedicar similares esfuerzos en el estudio de las moléculas de "genes mitocondriales", ya que el reloj mitocondrial funciona 10 veces más rápido que el reloj nuclear. Conclusiones científicas como la de un código genético universal, donde el genoma de la progenie de organismos se reproduce sexualmente mediante la combinación de genes maternos y paternos, están quedando en entredicho, puesto que los mitocondrios u orgánulos energéticos de la célula eucariota, contienen su propio ADN, el que se replica dentro del orgánulo y se forman nuevos mitocondrios por división simple, los que, a su vez, se transcriben. Además, una molécula de ADN de mitocondrios es más fácil de secuenciar porque sólo combina 16.569 pares de bases y los depositarios de la información genética serían los genes mitocondriales, mas no el DN cromosómico.

El Adenosín-Trifosfato ATP

El ATP es la molécula universal inherente a todos los organismos vivos de la que emerge la energía requerida para poder fabricar la Vida.

Si la Vida es todo aquello capaz de capturar energía de sus alrededores, procesándola, conservándola y liberándola, entonces la energía no está en las mismas entrañas del organismo, mucho menos cuando ya hemos precisado que los sistemas más abiertos son los de la Vida. Pero sí necesitamos saber cómo se las arregla el organismo vivo en su lucha contra el equilibrio termodinámico entrópico, capturándole energía libre y neguentropía a sus alrededores.

Una característica de los seres vivos es adelantar procesos de "metabolismo", ya sea mediante síntesis, degradación y/o transformación, que son procesos químicos de obtención, gasto o conservación de energía. La obtención de energía es un proceso metabólico de "degradación", y aunque la síntesis implica un gasto de energía en realidad ocurre una transformación, manteniéndose constante la energía.

El normal funcionamiento de los seres vivos requiere de la obtención de energía (degradación),

para lo cual dichos organismos han conseguido un sistema mediante el cual toman moléculas combustibles (azúcares) del medio y las “degradan” hasta obtener de ellas la energía necesaria.

El ATP o fosfato orgánico es un compuesto orgánico de alta energía, en forma de una macromolécula pre-celular, utilizado en todas las funciones de los organismos que requieran de energía; formado a partir de los fosfatos y los fosforados presentes en los océanos primitivos, que en la actual fase evolutiva se generan en el proceso respiratorio de la célula.

Al romperse el ATP en otras moléculas, el Adenosín difosfato (ADP) y el ácido fosfórico, libera energía. La energía exigida o requerida para las actividades de las células, de los organismos y de los seres vivos es tomada del medio externo y almacenada bajo la forma de esta macromolécula “adenosín trifosfato”.

Para el pleno funcionamiento la Célula siempre tendrá a su disposición esta reserva de energía, porque el ATP tiene la propiedad de regenerarse a partir de la misma respiración realizada por la Célula en el ámbito de sus mitocondrias y de enzimas como los citocromos. El ATP sería como la batería de acumulación de todos los organismos. Tanto el ATP como el ADN tienen un compuesto común, la Adenina.

Todas las reacciones químicas que se dan en los seres vivos para la obtención y gasto de energía conforman el “metabolismo”, que puede ser de síntesis (anabolismo), degradación (catabolismo) y transformación.

La síntesis implica gasto de energía; la degradación implica ganancia de energía; la transformación implica que se conserva la cantidad de energía. Con respecto a la Síntesis, por su importancia se recomienda tener muy presente la “síntesis de proteínas” y Fotosíntesis. La Fotosíntesis es un proceso mediante el cual los organismos vegetales sintetizan toda la materia orgánica necesaria para vivir, utilizando la energía lumínica como fuente primaria del proceso, produciéndonos a su vez unas moléculas ricas en energía que son aprovechadas por otros seres vivos y purificándonos la atmósfera al capturar el CO₂ y brindarnos el oxígeno (O₂).

En presencia de levaduras se da un proceso de fermentación donde la glucosa, una vez atacada por la levadura y después de una compleja serie de reacciones químicas, no sólo requiere de la intervención de varias “enzimas” para la obtención de alcohol y gas carbónico, sino que el

resultado final para la célula y el organismo es una regeneración del ATP a partir del ADP.

Es decir, el ATP tendría que ver con el proceso anaeróbico de fermentación (sin O₂) y el proceso aeróbico de respiración (con O₂).

El Mapa del Genoma Humano

El Genoma Humano es el conjunto de instrucciones precisas de carácter químico que definen el conjunto de las diferentes moléculas de ADN que se encuentran en cada una de nuestras células. Robert Sinsheimer y Charles de Lisi idearon el Proyecto Genoma Humano en 1985

Aquella discusión sobre cuál era el lenguaje de la vida, si el de las Proteínas (aminoácidos) o el del ADN, o el del ARN ¿estaría siendo saldada en favor del ADN?, aunque los verdaderos artífices del funcionamiento de la célula son las proteínas. La comunidad científica ahora discute si el código de la Vida es el ADN cromosómico normal o el ADN mitocondrial. Es posible que el ADN mitocondrial heredado sólo de la madre es el que contiene la historia del genoma humano, de la vida evolutiva del Hombre, mas no de la Vida en general.

El ADN es el archivo de toda la información hereditaria. Si se extendiera el ADN de una célula humana en forma de hebra alcanzaría una longitud de 2 metros; en el virus más simple puede suceder una secuencia de 5.000 pares de bases; en cada uno de los 46 cromosomas humanos puede ocurrir una secuencia de 5,000.000 de pares de bases; y en una célula humana su ADN podría contener una información equivalente a 600.000 páginas de un libro.

El Mapa del Genoma Humano es producto del conocimiento acumulado por la humanidad, ya que viene diseñándose desde 470 años antes del evento inaugural del Gran Concilio cuando, entre otros hitos, los babilonios celebran con ritos religiosos la polinización de las palmeras; Aristóteles (-323) especula sobre la naturaleza de la reproducción y la herencia; en 1676 se confirma la reproducción sexual de las plantas; en 1838 se descubre cómo todos los organismos vivos están compuestos por células; en 1866 Mendel descubre en los guisantes las unidades fundamentales de la herencia; en 1871 se aísla el ADN en el núcleo de una célula; en 1887 se descubre que las células reproductivas constituyen un linaje continuo, diferente de las otras células del cuerpo; en 1909 las unidades fundamentales de la herencia biológica reciben el nombre de genes; en 1910 Thomas Morgan presenta sus experimentos con la mosca de la fruta, revelando cómo algunos fragmentos

genéticos son determinados por el sexo; en 1943 el ADN es identificado como la molécula genética por O. T. Avery, de la Universidad de Rockefeller, quien demostraría cómo los factores genéticos de una cepa bacteriana u otra similar se transmitían gracias al ADN y, por tanto, el material hereditario (genético) de los virus no era una proteína sino el ácido desoxirribonucleico ADN.; en 1956 se identifican 23 pares de cromosomas en las células del cuerpo humano; en 1966 se descifra el código genético completo del ADN; en 1983 se inventa la técnica PCR (reacción en cadena de la polimerasa), que permite producir millones de copias de una región específica de ADN, siendo este PCR un instrumento esencial en el desarrollo de técnicas de diagnóstico, medicina forense y la detección de genes asociados con errores innatos del metabolismo; en 1988 se crea la organización HUGO para llevar a cabo el Proyecto Genoma Humano; en 1995 se completan las primeras secuencias de genomas de bacterias; en 1996 por primera vez se completa la secuencia del genoma de un organismo eucariótico, la levadura de cerveza; en 1997 Ian Wilmut y su equipo de investigadores clonan al primer mamífero, la oveja Dolly.

Uno de los logros científicos más importantes en la historia de la ciencia moderna es el anuncio sobre los resultados de la secuencia del ADN del genoma humano que el 26 de julio de 2000 hicieronda manera conjunta los proyectos privado y público, dirigidos respectivamente por los investigadores Craig Venter, quien se haría poderoso y rico usufructuando para su peculio personal los resultados de una investigación financiada con recursos públicos, y Francis S. Collins.

Después de publicarse en el 2001 el mapa provisional y en el 2003 la secuencia del Genoma Humano, se vienen publicando avances sobre su contenido, pero todavía nos albergan más incógnitas que certezas, ya que los nuevos datos obligan a la comunidad científica a replantearse qué son los genes y qué hacen.

Se creía que los genes eran unidades independientes, separadas por huecos en los que sólo había ADN basura (se estima que ocupa el 95% del genoma); que los únicos que podían codificar eran los genes y que cada uno codificaba una sola proteína; pero hoy se sabe que los genes no son unidades independientes, sino que muchos se superponen actuando en red y compartiendo información; que era falso eso de los genes basuras, ya que todos cumplen una función vital.

Esto es, la estructura y el funcionamiento de un solo "gen" ofrece todavía muchas incógnitas.

Por ahora, sabemos que:

La ciencia nos ha revelado el misterio de nuestros nucleótidos A, C, G y T y la secuencia del genoma humano, pero la misma célula aún nos oculta cosas sobre el mRNA que nos impiden predecir con precisión la secuencia proteica basándonos sólo en la secuencia de ADN. Y el mundo de los "genes" es todavía más extraño, tanto que no sabemos cuántos poseemos

De los aproximadamente 30.000, 66.000, 75.000 o 100.000 genes que unos y otros nos dicen que poseemos aún nos quedan muchos por descubrir, sin saberse cuándo tendríamos a la mano el catálogo completo de los genes que componen el genoma humano.

La información genética está codificada en la secuencia de "nucleótidos" en las moléculas de ADN; las moléculas de ADN determinan la secuencia de aminoácidos en las moléculas de proteínas y son los genes los que influyen en la producción de moléculas específicas de proteínas. Los "genes" son el tesoro oculto del ADN, pero no son proteínas, así antes se le hubiese considerado una Enzima, sino un Polipéptido. Y es el cambio en un solo Aminoácido de una cadena polipeptídica el causante de un dramático cambio en la función de la proteína resultante.

Nuestro ascendiente común sería una molécula original que, después de extraer energía de su ambiente circundante, pudo producir copias de ella misma y escribir su propio manual de supervivencia en la Tierra, proceso este que no podría ocurrir de no estar regido por el ADN.

Una vez descubierto que en el núcleo de la célula se encontraban los cromosomas y que dentro de los cromosomas venía empacado el ADN, a manera de una madeja de entramadas hebras (moléculas) alargadas ADN de dos metros cada una, no sólo vendría la Biología a encontrar nuevos campos de desarrollo y aplicación, merced a los grandes saltos provocados por las investigaciones sobre lo que ocurre dentro de la célula, con respecto a la molécula de ADN, los genes con sus mensajeros ARN, los cromosomas y las proteínas, sino que la misma concepción de la Vida y del mundo ha cambiado radicalmente.

No hay fundamento alguno para hablar de razas humanas, ya que entre dos genomas de diferente especie un considerable número de genes comunes aparecen aproximadamente en el mismo orden, como el caso del cromosoma

humano 21 que corresponde parcialmente de manera estricta al cromosoma 16 del ratón, complementado con parte de sus cromosomas 17 y 10. El Hombre y el ratón serían suficientemente cercanos como para que haya entre sus genes elevada correspondencia.

Ergo, nuestro ancestro de la Geo-Bioquímica

Así como hoy puede descubrirse qué estrellas se aproximan a su muerte y calcular su masa, arrojándonos una elevada correlación entre la masa de una estrella y su longevidad, igualmente se calcula que el sistema solar pudo formarse hace 5.000 millones de años. Con base en la velocidad de transformación del uranio 238 en plomo 206 y su consecuente degradación, la edad de la Tierra estaría por los 4.500 millones de años. Y con base en el estudio de las proporciones atómicas del Carbono 14 y de los isótopos del Carbono, (C12 y C13), se considera que la Vida habría aparecido en la Tierra hace 4.000 millones de años.

Como sólo merced a la fuerza gravitacional un Planeta puede atraer y retener los Elementos originarios de su atmósfera, (la Luna no pudo retener ninguno, Júpiter los retuvo todos y la Tierra sólo algunos), se explica entonces porqué la atmósfera originaria de la Tierra se conformó por dos elementos gaseosos, Hidrógeno y Helio.

El H y el He, por ser químicamente los más ligeros no pudieron ser retenidos por la atracción terrestre, desapareciendo casi totalmente el Helio por su escasa reactividad a entrar en enlaces químicos y, en cambio, el Hidrógeno por su alta propensión reactiva pudo diluirse en moléculas de "metano" (CH₄), "amoníaco" (NH₃) y "agua" (H₂O), siendo estas tres sustancias las comadronas de la Vida en la Tierra, la que a su vez produciría al Oxígeno como su tutor. Luego vendrían los Aminoácidos, las Proteínas, las Enzimas, los Nucleótidos, el Adenosín trifosfato ATP y los ácidos nucleicos (ADN y ARN), macromoléculas orgánicas básicas de la materia viva.

Así, las reacciones químicas entre los Elementos terminarían por producir el universo de los seres vivos.

Mucho antes de que Oparin revolucionara el campo de las teorías de la Vida con su afirmación de que las primeras formas de Vida aparecidas en la superficie de la Tierra serían los "coacervados", ya Engels había intuido que el antepasado común de la Biogénesis era el biocompuesto de las "proteínas".

"Todas las investigaciones químicas del mundo orgánico nos retrotraen, en última instancia, a un cuerpo, que, siendo resultado de procesos químicos corrientes, se distingue de todos los demás por el hecho de ser un proceso químico permanente que se desarrolla por sí mismo: La Proteína. Cuando la química logre obtener la proteína de la manera específica en que evidentemente ha surgido, la del llamado protoplasma, o más bien en ausencia de ella, la que contiene potencialmente todas las demás formas de proteína (lo que no quiere necesariamente decir que sólo exista un tipo de protoplasma), se habrá logrado exponer la transición dialéctica de un modo real y, por tanto, completo"⁹²

Las Proteínas, tan esenciales para que el ADN se pueda multiplicar, son el producto de haber utilizado C, H, O y N, elementos originarios de la tierra primitiva, como materia prima; son moléculas orgánicas, estructuradas en polímeros de aminoácidos y dispuestos en una secuencia lineal, tales como las enzimas, las hormonas, las inmunoglobulinas (anticuerpos) y las presentes en los huevos, semillas, membranas y músculos; en las que sólo 20 o 21 tipos de aminoácidos, que son las unidades estructurales de las proteínas, intervienen en la construcción de ellas.

Isaac Asimov observa cómo todas las formas de vida terrestre, sin excepción, están fundamentadas en las grandes moléculas de "proteínas" y "ácidos nucleicos", ya que todas ellas utilizan la misma clase de reacciones químicas, mediadas por la misma especie de enzimas, además de que todas las moléculas de proteínas de la Tierra están construidas de "aminoácidos".

Antes de que la ruta de la Vida comenzara con el ADN y prosiguiera por etapas intermedias de ARN, las ancestrales moléculas orgánicas habían encontrado que la biomolécula ARN era el sostén para empezar a configurarse como "protocélula". Ya se ha demostrado, por parte de la neurociencia, cómo la esencia de la Vida está en el escenario genético de moléculas ARN-ADN, en los Aminoácidos, las Proteínas y las Mitocondrias.

Y serían los Aminoácidos, enlazados entre sí petídicamente puesto que el grupo "amino" de uno siempre tiende a conectarse o unirse con el grupo "carboxilo" de otro, los constituyente esenciales de esos compuestos de elevado peso molecular denominados "proteínas".

Para que en el Citoplasma pudieran producirse las Proteínas se hace necesaria la participación de los "ribosomas", que son los responsables

92 ENGELS, Federico. *Dialéctica de la Naturaleza*; Grijalbo, México, 1961, pág. 218

de transcribir las instrucciones o información llevada por el mensajero ARN en sus moléculas, información que ha sido enviada por el ADN.

Investigaciones sobre los "ribozimas" o enzimas primitivas esclarecen cómo las Proteínas o "enzimasproteicas" son moléculas formadas por las innumerables combinaciones de 20 aminoácidos que funcionan como catalizadores biológicos, pero también han descubierto cómo la molécula del ARN puede funcionar como catalizador biológico, diciéndose incluso que las precursoras de las catálisis orgánicas serían esas moléculas de ARN llamadas "ribozimas" (riboenzimas), las que a su vez vienen siendo utilizadas para reparar, sustituir o destruir moléculas de ARN.

Las Proteínas son vitales para la conformación estructural de las células y para sus funciones biológicas; actúan como factores nutrientes y de reserva; en sus funciones de defensa forman parte del sistema inmunitario, pudiendo actuar como anticuerpos y ser capaces de neutralizar virus y bacterias. Es tan prodigioso el servicio prestado por las Proteínas, que también pueden fabricarse con propósitos eco-ambientales, ya que a partir de ellas pueden obtenerse fibras súper resistentes como la las fibras producidas por las arañas y las anguilas, totalmente biodegradables.

Somos portadores de unas 30.000 especies diferentes de proteínas, formadas todas ellas por las múltiples combinaciones entre los mismos 20-21 aminoácidos (¿o más?); tenemos proteínas en forma de enzimas en nuestro estómago para poder digerir los alimentos, en nuestros vasos sanguíneos y el tejido de nuestra piel.

Merced a la participación de las proteínas, el ADN puede fotocopiarse (duplicación, réplica) a sí mismo en forma de mARN.

Pero ahora la ciencia nos dice que las proteínas no tienen la propiedad de garantizar su propia replicación precisa, ni son depositarias de la información genética; que así como no lo era la molécula de proteína tampoco lo es el ADN cromosómico, sino otro tipo de molécula, la de los "genes mitocondriales".

Esto nos urge identificar qué trozos o segmentos de la larga cadena de ADN presente en el cromosoma poseen realmente la actividad propia de un "gen", lo que requiere saber sobre su estructura, su organización, su función bioquímica y celular y las consecuencias que se derivarían de la modificación estructural de dicho "gen",

ya sea por mutaciones, supresión o cambio en algún aminoácido, duplicación de una secuencia, duplicación del "gen" o anulación del "gen". Pero no es tarea fácil.

El ADN nos podría explicar también cómo se produjo la primera Célula en la Tierra primitiva, ya que sin ADN la Célula quedaría sin brújula, y así ninguna Célula funcionaría ni se reproduciría. El misterio está en poder explicar cómo se formó esa escala en espiral, ADN, portadora de todas las informaciones que la Célula necesita para crecer, corregir defectos y reproducirse; cómo es el proceso de comunicación del ADN, que viene suministrando información genética durante 4.000 millones de años con un margen mínimo de error, que cuando yerra o por una mutación accidental casi siempre es para bien, para perfeccionar.

¿Eugenesia?

Si es cierto que tenemos vida celular porque el ADN se transforma en ARN, el que a su vez está conformado por una sola cadena que sintetiza enzimas, y proteínas, interviniendo por tanto en lo que llamamos código genético, no hay que plantearse el código genético como un problema matemático.

Se acepta que las dos primeras bases del ARN codifican un Aminoácido genérico y la tercera un aminoácido específico y que la enzima retrotranscriptasa copie ARN en ADN, pero ello no invalida que la información genética fluya de ADN a ARN, y de éste a la enzima o la proteína.

Otra teoría nos dice que el antepasado común sería la "Bacteria", ya que este organismo unicelular podría instalarse en la base del árbol de la Vida, por ostentar el honroso honor de ser la bisagra entre la separación del reino vegetal y el reino animal.

No es que la Vida haya empezado en ceros a partir de una Célula, pero la clave de la Vida sí estaría en ella; es decir, la Vida nace en la Célula, en particular las células germinales madre y embrionarias.

El trayecto del proceso natural de la Vida va de las células germinales (madre, embrionarias) a células especializadas, susceptible de ser reversado artificialmente en el proceso de adquisición de células germinales a partir de unas determinadas células especializadas, lo que estaría en la idea de inducir un incesante proceso de retroalimentación y regeneración de células especializadas, tejidos, órganos y el mismo cuerpo, a partir de células madre.⁹³

93 Sería como estar ad portas de la ciencia-ficción de la eterna juventud.

El descubrimiento de que las células se reproducen mediante un proceso de "división" no es un asunto meramente cuantitativo, sino que conduce a cambios tan radicales y cualitativos en las mismas células que le merecería a F. Engels afirmar que la capacidad de variación de la "célula" nos señala el camino por el que los organismos pueden cambiar de especie y, por tanto, poder recorrer una trayectoria superior a la individual.

Pero la ruta de la Vida no se reduce al proceso de la vida humana. El proceso de desarrollo de la naturaleza viva es un proceso vinculado al paso de los cambios cuantitativos a los cualitativos, lo que es confirmado con la aparición de un organismo pluricelular por "división" de una sola célula.

Si en la Naturaleza todos los organismos antes de forzar una situación al extremo de tener que adaptarse o morir, mejor intentan realizar el menor esfuerzo y migran hasta encontrar el medio ambiente que le ofrezca las condiciones convenientes para vivir, la Teoría de la Vida que se fundamenta en la Biogénesis, la Epigénesis y el antepasado común de la Geo-Bioquímica sería la más plausible. ¿Cómo llamar a esta Teoría?

Como si fuésemos caja musical,⁹⁴ interpretamos el Canto General entonando las notas de cada uno de los entrañables elementos que participan a lo largo de la bioquímica y labiogénesis emitiendo su tonalidad al ritmo de sus pulsaciones y respiración, y así componiéndose entre todos la más bella de las óperas, la "Sinfonía de la Vida". Sólo sintiendo el entrañable ritmo musical ¿trascendental? de la Materia en Movimiento, le encontraríamos el verdadero significado y sentido a la Vida desde que nace en la Célula.

La Vida va de la química de materia muerta a la química de la materia viva. Todos los organismos portadores de Vida se caracterizan por tener un antepasado común, cual es provenir de la materia inanimada geoquímica. La evolución de la Vida y del Hombre forma parte de la evolución general de la Materia, que se ha configurado como Vida a partir de la formación de hidrocarburos aminoácidos y ácidos grasos, formándose luego los coacervados o macromoléculas de forma y unidad definida para poder alojar a los ácidos nucleicos, y desarrollándose merced a la capacidad de utilizar energía.

De esta manera se desbarajusta el andamiaje de la teoría biológica mecanicista que considera el organismo como un simple agregado de células independientes entre sí, se interpreta el desarrollo como simple crecimiento y aumento (evolución vulgar) y se niega el desarrollo como simple proceso de pasar de los cambios cuantitativos a los cambios cualitativos.

Por tanto, entre la vida de la geología y la geología de la vida encontramos una razón para pensar que la Geo-Bioquímica es nuestro antepasado común, en la espiral logarítmica de la Vida.

Esto es, en la explicación de cómo se ha formado y funcionado la Vida no vale distinguir entre química inorgánica y química orgánica; ni entre física, química, biología y psicología. Si la química es una ciencia física, cómo entender que los físicos no sepan de química, ni de biología, ni de psicología; o cómo hacerlo con respecto a un psicólogo que no entienda de física.

De saber aprovechar la oportunidad de tener una visión más holista de la Vida, poniendo la física, la química, la biología y la psicología bajo el mismo horizonte y haciéndolas una sola ciencia, tal vez daríamos un gran salto en el propósito de esclarecer el enigma de la Vida.

Aunque no hay direcciones necesarias en la Naturaleza, ya una vez la Vida los ritmos de su sinfonía obedecen a los acordes de la concurrencia simultánea de eventos no linealmente acumulativos que después de progresivos desarrollos y abruptos saltos y retrocesos, dentro de esa gran espiral logarítmica del Todo, tendría el sentido de la secuencia genealógica:

→ ¿Luz?, → Energía, Partículas y Fuerzas, → Átomos, → Moléculas (inorgánicas), → Macromoléculas (orgánicas), → Biomoléculas, → ARN, → ADN, → ATP, → Aminoácidos, → Enzimas, → Proteínas (→ Hormonas), → Mitocondrias, → Célula, → Tejidos, → Glándulas, → Órganos, → Aparatos, → Sistemas, → Cuerpos, Organización, → Evolución, → ... → ... ¿Luz?, ... →, ...

94 *Todo lo que está en movimiento vibra con su respectiva nota musical y necesita expresarse en forma de danza, tal cual el movimiento telúrico lo haría en la escala "Fa".*