

Grupo de Apoyo Nutricional. Hospital Clínico quirúrgico “Hermanos Ameijeiras”. La Habana.

## LA NUTRICIÓN EN LA INTEGRIDAD BIOLÓGICA

Luis Garcés García-Espinosa<sup>1</sup>.

### RESUMEN

Se discute el concepto de vida desde una perspectiva tanto biológica como bioquímica, y recurriendo a la teoría evolucionista del científico ruso Alexander Ivanovich Oparin como una de las que mejor explica el origen de la vida en la Tierra. Se recorren las principales estructuras químicas que son calificadas como nutrientes, y se explora la relación de ellas con el origen y la perpetuación de la vida. Se pretende así destacar la importancia de la Nutrición como ciencia que es, y a la vez, como una función biológica esencial en la integridad de todo organismo vivo. Llegado este punto, se hace ver la ignorancia de los equipos de salud en los postulados básicos de la ciencia de la Nutrición, y cómo ello puede repercutir en la atención del paciente hospitalizado. **Garcés García-Espinosa L.** La nutrición en la integridad biológica. RCAN Rev Cubana Aliment Nutr 2013;23(2):322-337. RNPS: 2221. ISSN: 1561-2929.

**Palabras clave:** Nutrición / Nutrientes / Vida / Integridad biológica.

---

<sup>1</sup> Licenciado en Ciencias de los Alimentos. Profesor. Facultad de Biología. Universidad de La Habana.

## INTRODUCCIÓN

La vida ha sido un perenne objeto de estudio a lo largo de toda la historia de la humanidad. Desde los grandes filósofos de la Grecia clásica como Platón, Aristóteles y Sócrates; el profeta Moisés en los textos bíblicos, Santo Tomás de Aquino durante los años de la Inquisición, hasta los materialistas de la era (pos)moderna, por tan solo citar algunos ejemplos, intelectuales, científicos, y teólogos, han intentado responder a las preguntas supremas: ¿De dónde venimos?, ¿De qué estamos hechos? Pero, en fin: ¿Qué cosa es la vida? Respuestas a estas interrogantes han habido muchas, y no parecen que se agotarán. Pero este texto se centrará en una explicación biológica y bioquímica del fenómeno de la vida. La vida, por lo tanto, se puede definir como **“una forma especial de existencia de la materia compuesta por sistemas autorregulados de sustancias tanto orgánicas como inorgánicas y energía, en constante intercambio con su entorno, y con capacidad para la autorreproducción”**.<sup>1</sup>

### *Sobre la materia*

Una de las interrogantes que ocuparon a los filósofos de la antigua Grecia fue sobre de qué estaban hechas todas las cosas. Varios de ellos, a través de diversas teorías, concordaban en que tenía que existir una sustancia primaria a partir de la cual estaba hecho todo lo que existía en el mundo conocido.<sup>2</sup> Sin embargo, no fue hasta el siglo XX, con el desarrollo de la Física cuántica, que esta interrogante fue esclarecida, aunque no en toda su exactitud.

Durante muchos años se pensó que era el átomo (palabra proveniente del idioma griego, y que significa “no divisible”) era el ladrillo del cual estaba hecho todo. Más tarde se comprobó que los átomos estaban

compuestos por protones, electrones y neutrones, y éstos, a su vez, por partículas más pequeñas. Sin embargo, hoy en día se sabe que la base de todo lo conocido puede estar en los neutrinos, y la esencia de la materia en el Bosón de Higgs, partículas éstas millones de veces más pequeñas que el propio átomo.<sup>3-4</sup>

Si se mira en el sentido opuesto (desde el mundo subatómico hacia el Cosmos), se tiene la visión geocentrista del mundo por la cual el planeta Tierra constituye el máximo exponente del Universo que reúne la materia viva. Esta visión es difícil de aceptar por muchos, y ha sido desterrada por otros tantos, puesto que la vida no puede ser un privilegio único de un punto infinitesimal del Universo.<sup>2</sup>

Como se describe en la definición de vida planteada al inicio de este texto, existen sustancias que permiten el desarrollo y la perpetuación de la vida. Estas mismas sustancias también fueron responsables del surgimiento de la vida a través de un largo proceso evolutivo que se describirá más adelante. Dentro de estas sustancias se cuentan el agua, los carbohidratos, los lípidos, los aminoácidos y las proteínas, los ácidos nucleicos, las vitaminas y los minerales. Como se puede apreciar inmediatamente, a estas sustancias hoy en día se les conoce como nutrientes, pues el organismo las obtiene e ingresa a través de los procesos de alimentación y nutrición para, de esta manera, garantizar una vida sana y duradera.<sup>1,5</sup> Una característica significativa de estos nutrientes es que en su mayoría están constituidos por solo 4 átomos, a saber: carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno\*.

El agua es el segundo nutriente más importante después del oxígeno, y constituye casi las dos terceras partes de todo organismo.<sup>6</sup> Por ser el disolvente

---

\* De ahí que en muchos textos escolares sean referidos como el complejo CHON.

universal por excelencia, el agua es un medio de entrada y salida de sustancias a través de las membranas celulares, y provee el medio donde tienen lugar todas las reacciones bioquímicas. El agua permite la regulación de la temperatura corporal, y ayuda a mantenerla constante.<sup>6</sup> El agua fue el medio donde tuvo lugar el surgimiento de la vida, y el hábitat exclusivo de ésta durante unos cuantos millones de años.<sup>1</sup>

Las propiedades fisicoquímicas del agua están dadas por la capacidad de esta molécula de formar puentes de hidrógeno entre el átomo de oxígeno de una molécula y los átomos de hidrógeno de otras vecinas.<sup>6</sup> Esta singularidad estructural hace posible que el agua pueda encontrarse en los tres estados físicos conocidos en la naturaleza, a la vez que permite sus funciones químicas y biológicas.<sup>6</sup>

Los carbohidratos son cadenas carbonadas polialcohólicas que incluyen una función química del tipo aldehído o cetona. La glucosa es la unidad estructural de los carbohidratos, y mediante reacciones de polimerización se pueden obtener oligosacáridos (cadenas cortas de varias unidades de glucosa) y polisacáridos (largas cadenas que reúnen centenares y miles de unidades de glucosa).

Los carbohidratos constituyen la forma por excelencia de almacenamiento de la energía alimentaria. Es por esta razón que la glucosa representa la principal fuente de energía en la mayoría de los organismos vivos.<sup>5,7</sup> En el mundo vegetal, los almidones son el principal exponente de los carbohidratos de origen alimentario, mientras que el glucógeno lo es en el mundo animal. El almidón vegetal es en realidad la mezcla de una molécula lineal: la amilosa, y otra ramificada: la amilopectina. Por su parte, el glucógeno es una molécula altamente ramificada, tal vez la mejor solución al problema de empaquetar un número elevado de unidades de glucosa en

poco volumen, y sin atrapar cantidades excesivas de agua. Se debe recordar que el glucógeno existe en 2 formas: una hepática, y otra muscular, con funciones totalmente diferentes. El glucógeno hepático contribuye a la regulación de la homeostasis de la glucosa, mientras que el glucógeno muscular sirve las necesidades de energía durante la contracción del músculo esquelético.

La degradación completa de los carbohidratos rinde glucosa, fructosa y galactosa: los monosacáridos asimilables por el organismo humano. La fructosa y la galactosa finalmente desembocan en la ruta central de aprovechamiento de la glucosa después de atravesar complejos mecanismos metabólicos.<sup>5,7</sup>

Es importante señalar que a partir del metabolismo de la glucosa pueden obtenerse ácidos grasos y aminoácidos (por esta razón denominados “glucogénicos”). A partir del ciclo de las pentosas, derivado a su vez del metabolismo de la glucosa, se pueden obtener también nucleósidos y nucleótidos: los elementos estructurales esenciales de los ácidos nucleicos, moléculas de gran importancia biológica porque garantizan la autorreproducción de los organismos vivos.<sup>5,7</sup>

A pesar de las funciones expuestas, los alimentos con un contenido elevado de glucosa, sobre todo aquellos ricos en carbohidratos simples, son atacados al percibirse que no aportan nutrientes y que son precursores de kilocalorías vacías.<sup>8</sup> Ambas acusaciones son infundadas, pues si bien los alimentos ricos en glucosa, y en particular los que ofrecen azúcares simples, son densos energéticamente, y por ello pueden ser precursores de la obesidad y otras enfermedades crónicas no transmisibles, hay que tener en cuenta que la obtención y utilización de la energía es la principal de todas las funciones metabólicas de un organismo vivo, garantía además de las funciones restantes.<sup>8</sup>

Los lípidos tienen como característica principal su poca (o prácticamente nula) solubilidad en agua, pero son muy diversos en cuanto a la estructura química. La función más importante de los lípidos es ser el principal componente estructural de las membranas celulares, y por ello, determinan las características peculiares de las mismas. Los lípidos son también una fuente energética importante, después de los carbohidratos, y más eficientes energéticamente que éstos, al aportar más del doble de energía metabólicamente asimilable por unidad de peso.<sup>3,5,7</sup> El tejido adiposo representa el sitio preferencial de depósito de los lípidos con funcionalidad energética.

Dentro de los lípidos se encuentran los ácidos grasos, denominados así por reunir dentro de la misma estructura química un grupo funcional carboxilo y una cadena hidrocarbonada lateral de longitud variable. La cadena puede estar (o no) completamente saturada. Los ácidos grasos saturados son importantes fuentes de energía. Por su parte, si bien los dobles enlaces presentes en la cadena lateral de los ácidos grasos insaturados se pueden saturar mediante reacciones de rodeo metabólico, y de esta manera aportar energía metabólicamente útil, éstos son fundamentales para la síntesis de membranas biológicas.<sup>5,7</sup>

Llegado este punto, se deben destacar las familias  $\omega 3$  y  $\omega 6$  de los ácidos grasos poliinsaturados.<sup>9-10</sup> El término alude a la posición de la primera insaturación presente en la cadena lateral de la molécula si se cuenta a partir del carbono último (u *omega*). Los ácidos grasos  $\omega 3$  y  $\omega 6$  son importantes componentes de las membranas celulares. Los ácidos grasos  $\omega 3$  están involucrados en la elasticidad de la membrana y son determinantes en la prevención de las enfermedades neurodegenerativas. Tras la oxidación mediante los sistemas enzimáticos de la

ciclooxigenasa y la lipooxigenasa, los ácidos grasos  $\omega 3$  originan prostanglandinas, leucotrienos y tromboxanos anti-inflamatorios que pueden regular la respuesta inflamatoria ante una agresión, cualquiera que sea su naturaleza.

Los ácidos grasos  $\omega 6$  le confieren una mayor rigidez a las membranas celulares, y por ello regulan el intercambio celular.<sup>9-10</sup> Los ácidos grasos  $\omega 6$  pueden estar asociados al desarrollo de enfermedades neurodegenerativas. La oxidación de los mismos resulta en la aparición de prostanglandinas, leucotrienos y tromboxanos proinflamatorios, que son los responsables de la respuesta inflamatoria ante una agresión de cualquier naturaleza.<sup>9-10</sup>

El colesterol es otro componente interesante dentro de los lípidos. El colesterol es una molécula que ha sido maltratada por los medios de todo tipo, tanto científicos como audiovisuales, por la presunta relación que sostiene con las afecciones cardiovasculares.<sup>11</sup> Lo cierto es que el colesterol es un componente imprescindible para la vida, y su mayor funcionalidad está dada por el colesterol presente en la dieta.

La “maldad” achacada al colesterol está dada por la naturaleza de la proteína que lo transporta en la sangre. De las 4 descritas existen fundamentalmente dos tipos de lipoproteínas que se asocian con el colesterol: las lipoproteínas de alta densidad (reconocidas por sus siglas en inglés HDL, y que se traducirían como *High-Density Lipoproteins*), y las lipoproteínas de baja densidad (LDL, o *Low-Density Lipoproteins*).<sup>12</sup> El HDL-colesterol (que la *vox populis* identifica como el “colesterol bueno”) se asocia más con el colesterol exógeno (o de origen dietético), el cual es por sí poco biodisponible. Más del 80% de la fracción absorbida del colesterol dietético se transporta incorporada dentro del HDL. El colesterol vehiculado mediante el HDL se

utiliza en funciones vitales como la síntesis de membranas, la producción de esteroides como los glucocorticoides y los esteroides sexuales; y de vitamina D. El colesterol también participa en la síntesis de la bilis.<sup>12</sup>

El LDL-colesterol (al que el antes mencionado vulgo califica como “colesterol malo”) reúne básicamente el colesterol sintetizado en el hígado a partir de los residuos de acetil-CoA provenientes de la degradación de los ácidos grasos saturados y las denominadas grasas *trans* aportadas por los aceites vegetales hidrogenados, y se deposita preferentemente en el lecho vascular para formar la placa de ateroma asociada a las afecciones cardiovasculares.<sup>12</sup> Por consiguiente, más que controlar el ingreso del colesterol dietético, lo que debe controlarse es el consumo de grasas saturadas y *trans* en la dieta. Por otro lado, diversos estudios muestran al colesterol sérico total como un predictor de complicaciones y mortalidad. Cifras elevadas de colesterol sérico se asocian con complicaciones cardiovasculares.<sup>11</sup> Cifras disminuidas de este nutriente se relacionan con disfunciones sexuales y mortalidad incrementada por afectación de la capacidad regenerativa celular y la función suprarrenal.<sup>13-14</sup>

Los aminoácidos son precursores de sustancias indispensables para el funcionamiento del organismo como las proteínas, los neurotransmisores y las hormonas.<sup>5,7</sup> Los aminoácidos pueden en ocasiones constituir una fuente de energía, pero no están diseñados para ello (si se perdona la licencia teleológica). A diferencia de los carbohidratos y los lípidos, los aminoácidos no constituyen material de reserva. Por ende, cuando una proteína se utiliza para producir energía, este fenómeno debe interpretarse como que el organismo está perdiendo una estructura o una función.

De acuerdo con la capacidad del organismo para sintetizarlos a partir de

sillares estructurales conocidos, los aminoácidos se pueden clasificar como “esenciales” y “no esenciales”.<sup>5,7</sup> Los aminoácidos denominados como esenciales tienen que ser incorporados con la dieta regular, y son imprescindibles para la biosíntesis proteica, por lo que el déficit de los mismos limita esta imprescindible función metabólica. De ahí que la calidad biológica de una proteína se defina por la cantidad y biodisponibilidad de los aminoácidos esenciales, lo cual puede estar (o no) en correspondencia con el origen (vegetal/animal) de la proteína.<sup>5,7</sup>

Los ácidos nucleicos se consideran como la molécula de mayor importancia biológica al constituir el material genético. En consecuencia, los ácidos nucleicos son fundamentales en la reproducción y la perpetuación de las especies. Los ácidos nucleicos son las únicas moléculas con capacidad autorreplicativa, y de ahí que hayan sido un eslabón fundamental en el surgimiento de la vida. Al igual que las proteínas, los ácidos nucleicos no son nutrientes, dada la complejidad de la estructura química de los mismos.<sup>1,5,7</sup>

Las vitaminas constituyen un grupo de sustancias indispensables para los procesos metabólicos del organismo. Otra de las funciones de las vitaminas es proteger al organismo de procesos nocivos como el estrés oxidativo que puede causar enfermedades como el cáncer y la arterioesclerosis. Muchos organismos no son capaces de sintetizarlas, por lo que dependen de la forma en que se alimentan para obtenerlas de la naturaleza. En virtud de la naturaleza química de las mismas, las vitaminas se dividen en dos grandes grupos: las vitaminas liposolubles (que reúnen las A, D, E y K), y las hidrosolubles (donde se encuentran el complejo B y la vitamina C).<sup>5,7</sup>

Los minerales son elementos que participan en disímiles procesos como la

activación de las enzimas, el mantenimiento del equilibrio electrolítico de la célula, y la puesta en escena de los mecanismos antioxidantes, entre otros, además de ser componentes estructurales importantes de las células y los tejidos, sobre todo los dientes y los huesos.<sup>1,5,7</sup>

### ***Sobre el origen y la evolución de la vida en la Tierra***

Como se expresara al principio de este capítulo, el tema del surgimiento de la vida en la Tierra ha sido durante milenios objeto de debate y discusión entre científicos, filósofos y teólogos, situación que se ha prolongado hasta el presente. Varias teorías se han conformado durante el tránsito de la Humanidad que han tratado de responder cómo surgió la vida, y entre ellas se podrían mencionar el creacionismo, la generación espontánea, y la panspermia.

El creacionismo propone la existencia de un ser sobrenatural (que puede llamarse Dios o no), que ha creado todo cuanto existe hoy en este mundo. Cada civilización tiene su mito fundacional. De acuerdo con la civilización judeo-cristiana, y según aparece registrado en el “Génesis”, todo era tinieblas hasta que Dios creó la luz.<sup>15</sup> Completado este paso primigenio, Dios se ocupó de crear el mundo, con las plantas y criaturas que lo componen (hombre y mujer incluidos), lo que llevó la suma de seis días. Satisfecho de su creación, Dios se tomó el séptimo día para un merecido descanso.<sup>15</sup>

La presencia y actividad de un Dios como ente creador del mundo y, por extensión, la vida, no es, sin embargo, privativo de la civilización judeo-cristiana. El Corán también recoge el mito fundacional del mundo islámico, así como Zeus (para los griegos) y Júpiter (para los romanos) desarrollaron igual tarea en la mitología grecorromana; mientras que Tor (y su inseparable martillo) ocupaba el centro de

las culturas nórdicas. Todos estos relatos coinciden en lo mismo: el origen de todo está en un ente divino que sacudió el mal y le dio forma a la vida.<sup>2,16</sup>

La generación espontánea fue una teoría pseudocientífica con una fuerte carga empírica que postulaba que la vida provenía de la materia muerta en descomposición porque los científicos de aquella época observaron que de los trozos de carne en putrefacción emergían gusanos. Luis Pasteur<sup>†</sup>, apelando también a la observación, pero introduciendo el método experimental que lo distinguiría para la posteridad, desmintió la generación espontánea al demostrar que los gusanos aparecían como resultado de la eclosión de huevos depositados en la carne por insectos.<sup>1</sup> La colocación de una tapa en el pomo impidió que los insectos depositaran sus huevos en los trozos de carne, y de esta manera, la aparición de los gusanos.<sup>1</sup>

La panspermia todavía hoy en día tiene muchos adeptos, pues plantea que la vida en la Tierra proviene de una forma de vida extraterrestre. De alguna manera todavía por aclarar, porciones de vida alienígena recalcaron en la Tierra provenientes de lugares recónditos del Universo, y al encontrar condiciones favorables para su desarrollo en este planeta, germinaron y evolucionaron. Existen pruebas de que ello en efecto pudo haber sido así, y muchos señalan a los meteoritos como los portadores de estas “semillas” celestiales, aunque las evidencias de que se disponen no son del todo contundentes.<sup>1</sup>

---

<sup>†</sup> Químico y microbiólogo y francés (1822 – 1895), reconocido por los importantes descubrimientos de los principios de vacunación, fermentación microbiana, y pasterización. La actividad científica de Pasteur contribuyó a desechar planteamientos pseudocientíficos como la generación espontánea de la vida, e insertó la teoría del origen microbiano de las enfermedades en la práctica médica.

### *El origen de la vida y la evolución de las especies según Oparin*

Hoy todos están de acuerdo en que la teoría evolucionista enunciada por el científico ruso Alexander Ivanovich Oparin<sup>‡</sup> es la que mejor explica el origen de la vida en la Tierra, a pesar de todos los cuestionamientos que pesan sobre ella. La teoría de Oparin integra y sintetiza los mecanismos evolutivos planteados previamente por Lamarck, Darwin y de Vries, y plantea que la vida es básicamente el resultado de la transformación de la materia inorgánica en orgánica, de la evolución de ésta hacia los coacervados como formas prebióticas, y de éstos a la célula primitiva.

Pero antes de ahondar en la teoría evolucionista de Oparin, habría que empezar por entender los orígenes del planeta Tierra. De acuerdo con la Física cuántica, producto de una importante concentración de energía, se produjo en el espacio una gran explosión de la cual resultó la materia tal y como se conoce hoy. Esto es, en esencia, lo que se esconde detrás del término “Big Bang” o la Gran Explosión. Por su parte, Einstein<sup>§</sup> postuló dentro de la Teoría General de la Relatividad que  $E = mc^2$ , donde E: energía, m: masa de un cuerpo, y c: una constante que se hace corresponder con la velocidad de la luz en el vacío.<sup>17</sup> Esta tan difundida ecuación solo apunta a que la materia no es más que un gran volumen de energía comprimida, dándole sentido así a la teoría del “Big Bang”.

Tras la Gran Explosión, se inició la expansión del universo, y como consecuencia, se formaron las galaxias y los

sistemas planetarios, entre ellos, la Vía Láctea, y dentro de ella, el Sistema solar que acoge a la Tierra. La Tierra es el tercer planeta de este sistema, y en los inicios de su gestación era una bola candente dominada por las erupciones volcánicas propias de un planeta joven. Tanto calor permitió la fusión de algunos átomos para originar moléculas sencillas como el agua, el amoníaco, el cianuro de hidrógeno, y el metano, que en forma gaseosa se fueron concentrando en la primitiva atmósfera terráquea.

Siempre según Oparin, la atmósfera primitiva se caracterizó por una alta densidad energética por el calor y las constantes descargas eléctricas, la ausencia total de oxígeno libre, y un gran carácter reductor. Mediante un proceso de reciclaje cíclico, los gases primitivos se condensaban, se precipitaban al suelo en forma de precipitaciones, se reevaporaban, y se volvían a condensar. Durante este movimiento, estos gases reaccionaron entre sí para formar lo que Oparin denominó la síntesis abiogénica de los primeros compuestos.

Como parte de esta síntesis abiogénica, aparecieron azúcares simples, ácidos grasos, aminoácidos, glicerina y bases nitrogenadas. Estos compuestos tuvieron una importancia vital en la secuencia de sucesos que culminaron con el surgimiento de la vida. La formación de estos compuestos, y el consumo de energía que ello supuso, provocó el descenso de la temperatura del planeta, permitiendo así la condensación del agua, y con ello, la formación de una gran charca conocida como el mar primitivo.

En este mar primitivo los primeros compuestos orgánicos formados continuaron reaccionando entre sí, y mediante reacciones de polimerización dieron lugar a sustancias mucho más complejas. Así, aparecieron azúcares complejos, lípidos, polipéptidos y proteínas.

<sup>‡</sup> Científico ruso (1893 – 1980), reconocido por la teoría sobre el origen de la vida y la evolución de las especies más aceptada en la actualidad.

<sup>§</sup> Físico alemán (1879 – 1955) que desarrolló la Teoría General de la Relatividad, uno de los pilares sobre los que se asienta la Física moderna.

Tabla 1. Postulados de la teoría evolucionista de Alexander Ivanovich Oparin.

1. No existen diferencias fundamentales entre los organismos vivos y la material inerte. La compleja combinación de manifestaciones y propiedades que es tan característica de la vida tiene que haberse originado en el proceso de la evolución de la materia.

2. Si se tiene en cuenta el reciente descubrimiento de metano en la atmósfera de cuerpos celestes como Júpiter y otros planetas gigantes, entonces se puede plantear que la Tierra primitiva también podría haber poseído una atmósfera fuertemente reductora que contuviera metano, amoníaco, hidrógeno, y vapor de agua. Estos serían las materias primas para la evolución de la vida.

3. En un principio existían las soluciones simples de sustancias orgánicas, el comportamiento de las cuales está gobernado por las propiedades de sus átomos componentes y la disposición de tales átomos en la estructura molecular. Pero gradualmente, como resultado del crecimiento y la complejidad incrementada de las moléculas, han aparecido nuevas propiedades, y con ello, un nuevo orden coloido-químico se impuso sobre las relaciones químicas orgánicas más simples. Estas nuevas propiedades fueron determinadas por la disposición espacial y las relaciones mutuas de las moléculas.

4. En este proceso el ordenamiento biológico ya se ha hecho prominente. La competencia, la velocidad de crecimiento celular, la supervivencia del más adaptado en la lucha por la existencia, y finalmente la selección natural, determinaron una forma tal de organización material que es característica de las cosas vivientes del presente.

Referencia: [18].

La formación de las proteínas debe haber tenido lugar en la orilla del mar primitivo, lo que supone la presencia de una arcilla que haya permitido constantes procesos de

condensación y deshidratación para originar estas estructuras. Las proteínas formadas deben haber tenido las mismas funciones que exhiben hoy en la actualidad, y permitido la formación de los ácidos nucleicos: las únicas moléculas con capacidad autorreplicativas. Esta parte de la teoría evolucionista de Oparin todavía es motivo de debate, porque en realidad encierra un círculo vicioso de quien fue primero, si el huevo o la gallina. Debe entenderse desde el punto de vista bioquímico que la formación de ácidos nucleicos necesita irremediamente de proteínas que actúen como enzimas, pero, a su vez, las proteínas son el resultado de la decodificación de los ácidos nucleicos, por lo que el uno no es posible sin el otro.

La polimerización no supone que se haya detenido la síntesis abiogénica de compuestos orgánicos, pero como en ambos casos se consume energía proveniente del entorno, la Tierra continuó enfriándose, lo que trajo como consecuencia un enlentecimiento en la ocurrencia de los procesos de síntesis abiogénica y polimerización, trayendo consigo nuevas formas de interacción.

Los polímeros formados en el mar primitivo comenzaron a asociarse entre sí, lo que dio lugar a los coacervados. En la actualidad, lo más cercano que existe a estas estructuras tan arcaicas son los virus, y como tal, se consideran. Los coacervados eran capaces de realizar funciones vitales, e incluso de autorreplicarse. Sin embargo, no podían regular estas funciones, sino solo de manera desorganizada y descoordinada, razón por la cual no se consideran organismos vivos. La adquisición de la facultad de regular las funciones vitales fue lo que distinguió la célula primitiva de los coacervados.

Las primeras células deben haber sido muy similares a las denominadas células procariotas, destacarse por la respiración

anaerobia, y ser consumidoras importantes de la materia orgánica existente en los mares primitivos. La poca capacidad de regeneración de los compuestos orgánicos, por los motivos ya mencionados, y la alta demanda de los mismos por las células primitivas, hace suponer que hubo un tiempo en el que comenzaron a escasear estos recursos nutritivos, sobreviniendo así la muerte por inanición de los primeros organismos vivos.

En un momento dado, aparecieron células capaces de regenerar los compuestos orgánicos a partir de la materia inorgánica de desecho, utilizando para ello la luz solar mediante un proceso conocido como fotosíntesis. La fotosíntesis trajo como consecuencia una liberación masiva de oxígeno hacia la atmósfera, lo que hoy es conocido como la Revolución del oxígeno. El oxígeno es una molécula altamente oxidante, y por ello podía poner en peligro cualquier forma de vida.

Nuevamente la vida en ciernes tuvo que responder a una nueva amenaza, y un grupo de células desarrolló la forma aerobia de respiración para utilizar el oxígeno libre, y de esta manera controlar los niveles del gas en la atmósfera terrestre. Esta nueva forma de respiración resultó ser metabólicamente más eficiente desde el punto de vista energético, y permitió la evolución de los organismos, lo que dio paso a la amplia variedad de especies que existen en la actualidad. Los dos primeros saltos evolutivos de la materia viva fueron entonces, en el orden nutricional, el surgimiento de la nutrición autótrofa, primeramente, y la conversión del oxígeno en el primer nutriente más importante del metabolismo energético de los organismos aerobios, después.<sup>1,16</sup>

Si bien la teoría evolucionista postulada por Oparin resultaba muy atractiva, hacía falta respaldarla con evidencia experimental

que la corroborara. Fue Stanley Miller<sup>\*\*</sup>, un estudiante de Medicina, junto a su profesor de Bioquímica, quien trató de probar la síntesis abiogénica de compuestos orgánicos, simulando para ello las condiciones expresadas por Oparin en su teoría. Concluido el experimento, se comprobó la presencia de aminoácidos, ácidos grasos simples, urea y otros compuestos orgánicos en la “sopa” primigenia. Con su experimento, Miller se había ganado un justo lugar en la historia de las ciencias.<sup>1,19-21</sup>

### ***Los organismos: propiedades y funciones***

Los organismos son sistemas autorregulados de materia viva, que funcionan como un todo independiente, en constante intercambio de sustancia, energía e información con el medio ambiente, lo que le permite la adaptación, el desarrollo individual y la reproducción.<sup>1</sup>

Una de las formas primarias de clasificación de los organismos es atendiendo al número de células en unicelulares, si están formados por una única célula, como es el caso de algunas bacterias (*Escherichia coli*) y las protistas (*Ameba histolytica*); y pluricelulares cuando están formados por más de una célula, que pueden ser pocas como las algas, o innumerables, en el orden de  $10^{14}$ , como ocurre con el ser humano.

La teoría celular, avanzada primeramente en el siglo XVII por el biólogo británico Robert Hooke<sup>††</sup>, y elaborada

---

<sup>\*\*</sup> Médico y bioquímico norteamericano (1930 – 2007). Mediante un experimento hoy clásico demostró que muchas moléculas orgánicas pueden sintetizarse sin la intervención de organismos vivos, corroborando así uno de los postulados fundamentales de la teoría evolucionista de Oparin.

<sup>††</sup> Biólogo inglés (1635 – 1703). De la observación al microscopio de cortes de láminas de corcho, acuñó el término de “célula” para referirse a la unidad constitutiva de tejidos, órganos y organismos.

significativamente en los inicios de los 1800s por los investigadores alemanes Theodor Schwann<sup>‡‡</sup> y Matthias Schleiden<sup>§§</sup>, establece las propiedades de la célula, y por ende, de los organismos vivos.<sup>22</sup> Con la teoría celular las seudoteorías sobre la generación espontánea de la vida fueron finalmente desechadas y enterradas.

La Figura 1 resume las funciones de un organismo. La principal función de todos los organismos vivos es la regulación. Mediante la función de regulación la célula puede percibir toda variación energética tanto del medio interno como del medio externo, y transformarla en información, ofreciendo en consecuencia una respuesta adaptativa o compensatoria a esa variación energética.

Las funciones vegetativas son aquellas que permiten el mantenimiento del metabolismo y contribuye a la función de la reproducción. Dentro de ellas, la nutrición ocupa un papel trascendental, pues contribuye a incorporar sustancias al organismo que servirán como materias primas para los procesos metabólicos de síntesis y degradación. La respiración permite la degradación oxidativa de sustancias a nivel celular liberando la energía necesaria para realizar el resto de las funciones en el organismo. El transporte de sustancias permite la distribución de los nutrientes y gases en el organismo desde su lugar de absorción y hasta su lugar de excreción. Por su parte, la excreción permite eliminar las sustancias de desecho procedentes del metabolismo, alguna de las

cuales pueden incluso ser tóxicas para el organismo.<sup>1</sup>

Tabla 2. Postulados de la teoría celular.

- La célula es la unidad morfológica de todo ser vivo. Todos los seres vivos están formados por células, o por sus productos de secreción.

*ADDENDUM:* Virchow<sup>\*\*\*</sup> extendió el primer postulado de la teoría celular con la afirmación: *Omnis cellula ex cellula*. En otras palabras, el segundo postulado de la teoría celular refuta la generación espontánea (*ex novo*) de un organismo a partir de elementos inanimados.

- Principio de la biogénesis: Toda célula deriva de una célula precedente.
- Las funciones vitales de los organismos ocurren dentro de las células, o en su entorno inmediato, y son controladas por sustancias que ellas secretan. Cada célula es un sistema abierto, que intercambia materia y energía con su medio. En una célula ocurren todas las funciones vitales, de manera que basta una sola de ellas para tener un ser vivo (que será un ser vivo unicelular). Así pues, la célula es la unidad fisiológica de la vida.
- Cada célula contiene toda la información hereditaria necesaria para el control de su propio ciclo y del desarrollo y el funcionamiento de un organismo de su especie, así como para la transmisión de esa información a la siguiente generación celular.

Referencia: [22].

La reproducción es la función que permite la conservación de una especie en el tiempo y el espacio, como resultado de la multiplicación de los individuos que la integran. Puede que la reproducción no sea esencial para la vida de un individuo, pero sí

<sup>‡‡</sup> Médico y fisiólogo alemán (1810 – 1882). Realizó grandes aportes a la teoría celular. Descubrió las células de Schwann del sistema nervioso periférico. Gracias a él se acuñó el término “metabolismo”.

<sup>§§</sup> Botánico alemán (1804 – 1881). Junto con Schwann, postuló que las plantas estaban constituidas por células, y que el embrión de una planta se origina de una célula. Schleiden reconoció la importancia del núcleo de la célula en la regulación de los procesos de la división celular.

<sup>\*\*\*</sup> Médico, patólogo y biólogo alemán (1821 – 1902). Es considerado como el Padre de la Patología moderna. Con su trabajo se eliminó la seudoteoría de los humores del campo de la Medicina y la Salud.

para la vida de la especie. No obstante, este planteamiento puede ser cuestionable dado los aspectos biopsicosociales que puede contener la reproducción de determinadas especies, como el ser humano.<sup>1</sup>

sintetizan almidones en presencia de energía solar. La quimiosíntesis es otra forma de nutrición autótrofa mediante la cual algunas bacterias sintetizan moléculas orgánicas a partir de energía química.

Figura 1. Funciones características de los organismo vivos



Referencia: [1].

No todos los organismos vivos se nutren de la misma manera, y ello va a depender de la complejidad de las estructuras que incorporan a su interior. Atendiendo a ello, la nutrición puede ser autótrofa o heterótrofa. La nutrición autótrofa es aquella donde se incorporan al organismo sustancias inorgánicas que son convertidas ulteriormente en sustancias orgánicas, consumiendo en el proceso una fuente no biológica de energía. La fotosíntesis sería el ejemplo más acabado de la nutrición autótrofa, y gracias a ella las plantas

La nutrición heterótrofa es aquella donde se incorporan al organismo sustancias orgánicas que serán degradadas hasta sustancias más simples. La nutrición heterótrofa todavía admite una partición adicional. Así, se tiene la nutrición heterótrofa absorptiva (léase también saprótrofa) y la ingestiva (también conocida como holótrofa). En la nutrición heterótrofa absorptiva se incorporan sustancias procedentes de organismos en descomposición, y es la forma de nutrición típica de los hongos y algunas bacterias.

Por su parte, la nutrición heterótrofa ingestiva se basa en la ingestión de sustancias en forma de alimentos que posteriormente serán digeridas, absorbidas, y distribuidas por todos los rincones del organismo. La nutrición heterótrofa ingestiva es la forma típica de nutrición de los animales, excepto por algunas esponjas (que poseen nutrición heterótrofa absorptiva), y las protistas.<sup>1</sup>

Tabla 3. Relaciones nutricionales interespecíficas entre los organismos.

Relación interespecífica	Especie A	Especie B
Mutualismo. Sin.: Simbiosis	Se beneficia	Se beneficia
Comensalismo	Se beneficia	Ni se beneficia, ni se perjudica
Parasitismo	Se beneficia	Se perjudica, pudiendo dejar de existir
Antagonismo	Se perjudica	Se perjudica Ambas pueden dejar de existir
Depredación	Se beneficia	Deja de existir

Referencia: [27]

### ***De la cadena alimentaria***

Entre las distintas especies que habitan el planeta se establecen relaciones especificadas, todas en función de garantizar la nutrición. La Tabla 3 describe estas denominadas relaciones interespecíficas.

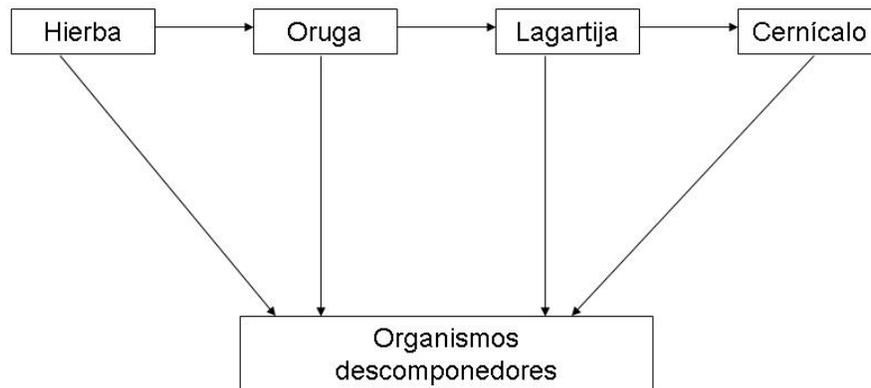
La competencia interespecífica es otra de las relaciones interespecíficas entre organismos: dos (o más) especies compiten por un mismo recurso vital en pos de su supervivencia. La competencia interespecífica suele ser común en tiempo de sequía cuando escasean el agua y los alimentos.<sup>1</sup>

La depredación, como forma de relación interespecífica en la que una especie se come a otra, establece lo que se conoce como cadena alimentaria, o mejor aún relaciones tróficas, y que se basa en la transmisión de energía alimentaria entre los distintos eslabones de la cadena hasta cerrar un ciclo. La Figura 2 muestra un ejemplo ilustrativo.

Los diferentes eslabones de la cadena alimentaria se conocen como eslabones tróficos, y recorren desde los organismo productores, que son autótrofos como las plantas; los consumidores primarios o herbívoros, como la oruga; los consumidores secundarios o carnívoros primarios, como la lagartija; los consumidores terciarios o carnívoros secundarios, como el cernícalo, y los organismo descomponedores, que pueden ser las bacterias, hongos, e incluso algunos insectos. Entre estos eslabones se establece un flujo de energía que va de los organismos productores hasta los descomponedores, disminuyendo en cada nivel trófico debido a que la energía consumida entre un nivel y otro se disipa en forma de calor en cantidades estimadas entre un 40 – 60%.<sup>1</sup>

Vale destacar dos eslabones de la cadena alimentaria: los productores y los descomponedores. Los organismos productores son capaces de transformar la energía física ó química en energía biológica a través de la fotosíntesis y la quimiosíntesis, convirtiendo así sustancias inorgánicas en compuestos orgánicos complejos. Por ello, constituyen la base de la cadena. Por su lado, los organismos descomponedores, que son heterótrofos como el resto de los demás niveles tróficos, se encargan de descomponer la materia orgánica en inorgánica, reciclándola así para los organismos productores.<sup>1</sup>

Figura 2. Un ejemplo de cadena alimentaria.



### ***La nutrición en la integridad biológica***

Lo anteriormente expuesto puede tenerse como un preámbulo para comprender la importancia que tiene la nutrición para la integridad biológica de un organismo. Fueron los nutrientes los que dieron lugar al surgimiento de la vida, si la teoría evolucionista de Oparin se sostiene (y nada parece indicar lo contrario), al intervenir primeramente en el proceso de formación de la atmósfera primitiva, y más tarde en el establecimiento de las asociaciones necesarias para el surgimiento de estructuras celulares e incluso la célula primitiva, pasando necesariamente por los coacervados. Son los nutrientes los que permiten la replicación de esas estructuras, y

con ello, la reproducción del organismo, perpetuando la especie en el tiempo.

El primer salto evolutivo de la materia viva fue en el orden nutricional, con la aparición y expansión de la nutrición autótrofa durante la Revolución del Oxígeno que describió Oparin. Solo es natural concluir entonces que fueron los nutrientes entonces los que permitieron el desarrollo y evolución de la vida en la Tierra.

La nutrición establece relaciones entre las especies, las llamadas relaciones interespecíficas, de las cuales se deriva la cadena alimentaria (o también llamada más arriba relaciones tróficas). Es la cadena alimentaria la que establece el equilibrio biológico entre las especies, y la dinámica de las comunidades y ecosistemas que componen el planeta Tierra. La especie

humana, situada en la cumbre de esta cadena, ha roto ese equilibrio, y ha causado el fenómeno de la contaminación, lo que ha puesto en peligro la integridad de la vida en la Tierra.

En el orden individual, la nutrición es la función vegetativa fundamental de un organismo, y al introducir sustancias con funciones fisiológica y bioquímica, hace posible el desarrollo individual del mismo, y el mantenimiento de la homeostasis. Todos los organismos necesitan de nutrientes, que son básicamente los mismos de especie a especie, y los incorporan a través de diferentes vías en dependencia del tipo de nutrición que posean.

Como puede comprenderse entonces, el desbalance nutricional traerá aparejado un desbalance energético, lo que forzosamente afectará las funciones orgánicas restantes. Cuando la ingestión de nutrientes es escasa, el organismo cae en un proceso de desnutrición, durante el cual consume parte de sus estructuras, sean éstas (o no) de reserva, para producir la energía necesaria para el mantenimiento de la vida, alterando así su capacidad adaptativa y regenerativa. Por el contrario, si el organismo consume nutrientes en exceso, se potencian los efectos tóxicos de los mismos, lo que también altera el metabolismo y las funciones fisiológicas.<sup>24</sup>

Habiendo dicho todo lo anterior, llama entonces la atención que los equipos de salud no tengan en cuenta los aspectos señalados en el presente artículo. Una de las evidencias de esta ignorancia funcional es el alto grado de desnutrición prevalente en los hospitales de todo el mundo, con cifras que rondan el 50% de los pacientes internados.<sup>25-</sup>

<sup>27</sup> Al costo metabólico de la enfermedad se le sobreañaden las malas prácticas en la conducción de los cuidados nutricionales, que pueden ir desde una inadecuada prescripción dietética hasta el magro reconocimiento de los trastornos

nutricionales concurrentes en el paciente hospitalizado.<sup>28-29</sup>

Siendo la nutrición, tanto como función biológica que como ciencia, imprescindible para el mantenimiento de la vida y el estado de salud del ser humano, ¿cómo es posible que los equipos de salud, diseñados para preservar y salvar la vida, la nieguen o la ignoren? ¿Cómo se permite todavía este estado de cosas?

## CONCLUSIONES

Fueron los nutrientes los que dieron lugar al surgimiento de la vida. Son los nutrientes los que permiten la replicación de esas estructuras que conforman un organismo, y con ello, la reproducción del mismo, perpetuando la especie en el tiempo. El primer salto evolutivo de la materia viva fue en el orden nutricional, con la aparición y expansión de la nutrición autótrofa durante la Revolución del Oxígeno. Fueron los nutrientes entonces los que permitieron el desarrollo y evolución de la vida en la Tierra. La nutrición representa la influencia ambiental más importante de la que es objeto un organismo. Es por ello que estas verdades deben ser incorporadas en los textos de formación de los nutricionistas, médicos, y demás personal de salud, en todos los ámbitos de la enseñanza.

## AGRADECIMIENTOS

Dr. Sergio Santana Porbén, Editor-Ejecutivo de la RCAN Revista Cubana de Alimentación y Nutrición, por la ayuda prestada en la redacción de este manuscrito.

## SUMMARY

*The concept of life is discussed from a biological as well as biochemical perspective, recurring to Alexander Ivanovich Oparin's evolutionist theory as the one that better explains the origin of life on Earth. The main chemical structures*

*qualified as nutrients are dealt, and their relationships with the origin and perpetuation of life are explored. It is thus pretended to emphasize the importance of Nutrition as the science it is, as well as an essential biological function for the integrity of every living organism. Having reached this point, the ignorance of health care teams on the basic postulates of the science of Nutrition is revealed, and how it can affect the care of the hospitalized patient. **Garcés García-Espinosa L.** Nutrition and biological integrity. RCAN Rev Cubana Aliment Nutr 2013;23(2):322-337. RNPS: 2221. ISSN: 1561-2929.*

*Subject headings: Nutrition / Nutrients / Life / Biological integrity.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Zilberteín Toruncha J. Biología 5. Libro de Texto. Duodécimo grado. Parte 1. Editorial Pueblo y Educación. La Habana: 1991.
- Betto F. La obra del artista. Una visión holística del mundo. Editorial Ciencias Sociales. La Habana: 2009.
- ATLAS Collaboration. Observation of a new particle in the search for the standard model Higgs Boson with the ATLAS Detector at the LHC. Physics Letters B 2012;716:1-29.
- CMS collaboration. Observation of a new Boson at a mass of 125 GeV with the CMS experiment at the LHC. Physics Letters B 2012;716: 30-61.
- Cardellá Rosales L. Bioquímica Humana. Editorial Ciencia Médicas. La Habana: 2007.
- Voet's Fundamentals of Biochemistry (Editores: Voet D, Voet JG, Pratt CW). Editorial Médica Panamericana. Ciudad México: 2007.
- Guyton AC, Hall JE. Textbook of Medical Physiology. Undécima edición. Elsevier-Saunders. Philadelphia: 2006.
- Garcés García-Espinosa L. Analizando el término Kilocalorías vacías. RCAN Rev Cubana Aliment Nutr 2010;20: 139-44.
- Smith WL. Nutritionally essential fatty acids and biologically indispensable cyclooxygenases. TIBS Trends in Biochemical Sciences 2008;33:27-37.
- Harris WS. n-3 fatty acids and serum lipoproteins: human studies. Am J Clin Nutr 1997;65(5 Suppl):1645S-1654S.
- Stamler J, Daviglus ML, Garside DB, Dyer AR, Greenland P, Neaton JD. Relationship of baseline serum cholesterol levels in 3 large cohorts of younger men to long-term coronary, cardiovascular and all-cause mortality and to longevity. JAMA 2000;284: 311-8.
- Mahley RW, Innerarity TL, Rall SC, Weisgraber KH. Plasma lipoproteins: Apolipoprotein structure and function. J Lipid Res 1984;25:1277-94.
- Santana Porbén S. Utilidad de algunos indicadores bioquímicos del estado nutricional del paciente con enfermedad colorrectal maligna. Nutrición Clínica [México] 2006;9:5-12.
- Weiss A, Beloosesky Y, Schmilovitz-Weiss H, Grossman E, Boaz M. Serum total cholesterol: A mortality predictor in elderly hospitalized patients. Clin Nutr 2013;32:533-7.
- Anónimo. Libro del Génesis. Santa Biblia. Versión Reina-Valera. Revisión de 1960. Sociedad Bíblica de Colombia. Santa Fé de Bogotá: 1996.
- Gaarden J. El mundo de Sofía. Ediciones Especiales. Instituto Cubano del Libro. La Habana: 1999.
- Bodanis D.  $E = mc^2$ : A biography of the world's most famous equation. Walker Books. New York: 2009.
- Oparin AI. El origen de la vida. Dover. New York: 1952.

19. Miller SL. Production of amino acids under possible primitive earth conditions. *Science* 1953;117(3046): 528-9.
20. Miller SL. The formation of organic compounds on the primitive Earth. *Annals New York Acad Sci* 1957;69: 260-75.
21. Miller SL, Harold CL. Organic compound synthesis on the primitive Earth. *Science* 1959;130:251.
22. Mazzarello P. A unifying concept: The history of cell theory. *Nature Cell Biology* 1999;1:E13-E15.
23. Jensen GL, Mirtillo J, Compher C, Dhaliwal R, Forbes A, Figueredo Grijalba R, Hardy G, *et al.* Adult starvation and disease-related malnutrition. A proposal for etiology-based diagnosis in the clinical practice setting. From the International Consensus Guideline Committee. *JPEN J Parenter Enter Nutrition* 2010;34: 156-9.
24. Ochoa C, Muñoz G, Orozco Preciado MA, Mendoza Ceballos ML. La importancia del tratamiento integral del Síndrome metabólico en la prevención de las enfermedades cardiovasculares. *RCAN Rev Cubana Aliment Nutr* 2012;22(1 Suplemento 2):S1-S65.
25. Barreto Penié J, for the Cuban Group for the Study of Hospital Malnutrition. State of malnutrition in Cuban hospitals. *Nutrition* 2005;21:487-97.
26. Barreto Penié J, Santana Porbén S, Barceló Acosta M, Martínez González C, Garcés García-Espinosa L, Argüelles Barreto D, *et al.* Estado de la desnutrición en el Hospital Clínico Quirúrgico “Hermanos Ameijeiras”, de La Habana. *RCAN Rev Cubana Aliment Nutr* 2012;22:29-44.
27. Barreto Penié J, Santana Porbén S, Martínez González C, Cabrera Valdés L, Gómez Contreras N, Fránquiz Castañeda G, *et al.* Estado de los procesos hospitalarios de cuidados Alimentarios y nutricionales: 8 años después. *Íbidem* 2012;22:45-54.
28. Garcés García-Espinosa L, Santana Porbén S, Barreto Penié J, Gutiérrez Rojas AR, Argüelles Barreto D, Díaz Hernández JM, *et al.* Estado de la prescripción dietética en un hospital clínico quirúrgico terciario. *Íbidem* 2012;22:228-45.
29. Garcés García-Espinosa L, Barreto Penié J, Gutiérrez Rojas AR, Argüelles Barreto D, Díaz Hernández JM, Morales Hernández L, Cabrera Valdés L, *et al.* Estado de los conocimientos sobre alimentación y nutrición entre los médicos de un hospital verticalizado en la atención de adultos. *Íbidem* 2012;22:246-56.