La Tabla Periódica de los elementos de la vida

*Lena Ruiz Azuara**

Los elementos que constituyen a los seres vivos, indistintamente del reino o especie, son los mismos. Este hecho se explica con base en el origen de los elementos y la teoría evolutiva del origen de la vida.

La teoría que soporta el origen de los elementos, del hidrógeno al hierro, es la fusión nuclear de átomos de hidrógeno para obtener el helio y así sucesivamente hasta el hierro. Los elementos más abundantes fueron entonces los más ligeros. Las condiciones de formación de los planetas y en particular de la Tierra cambiaron, para lo cual los elementos más reactivos interaccionaron entre sí y formaron compuestos estables; el ambiente cambió, la atmósfera fue más rica en oxígeno, y los compuestos solubles en agua se disolvieron.

Las moléculas sencillas como: hidrógeno H_2, agua H_2O, monóxido de carbono CO, sulfuro de hidrógeno H_2S, amoniaco NH_3, metano CH_4, dióxido de carbono CO_2, formaldehído H_2CO, ácido cianhídrico HCN, entre otras moléculas, por síntesis abiótica dieron lugar a aminoácidos proteínicos y no proteínicos, en condiciones de descargas eléctricas, radiación ultravioleta, luz solar intensa, ondas de choque, rayos beta, etc. En el caso de péptidos y dipéptidos, para su formación se requirió de CH_4, NH_3, H_2O, y aminoácidos en condiciones de alta temperatura, radiación ultravioleta, descargas eléctricas espontáneas. A partir de CH_4, NH_3, H_2O, HCN, HC_2CN, KCN, CN^-, además de *para* nucleótidos ribosa, adenina, desoxirribosa y fosfatos, se dió lugar a base púricas (adenina y guanina), pirimídicas (timina, citosina y uracilo) y nucleótidos en condiciones de calor y descargas eléctricas. Bajo las mismas condiciones se formaron los polinucleótidos a partir de nucleótidos, ácido uridílico y fosfatos. Los aldehídos y azúcares (glucosa, ribosa, desoxirribosa) requirieron de HCN, NH_3, H_2O y H_2CO en condiciones de calor, radiación UV, rayos gamma y beta. Con glucosa, fructosa, ribosa y ácido fosfórico, se obtuvieron los polisacáridos bajo calor. Finalmente, las porfirinas se formaron bajo condiciones de radiación UV y descargas eléctricas a partir de pirroles, benzaldehído, H_2CO, CH_4, NH_3, y H_2O.

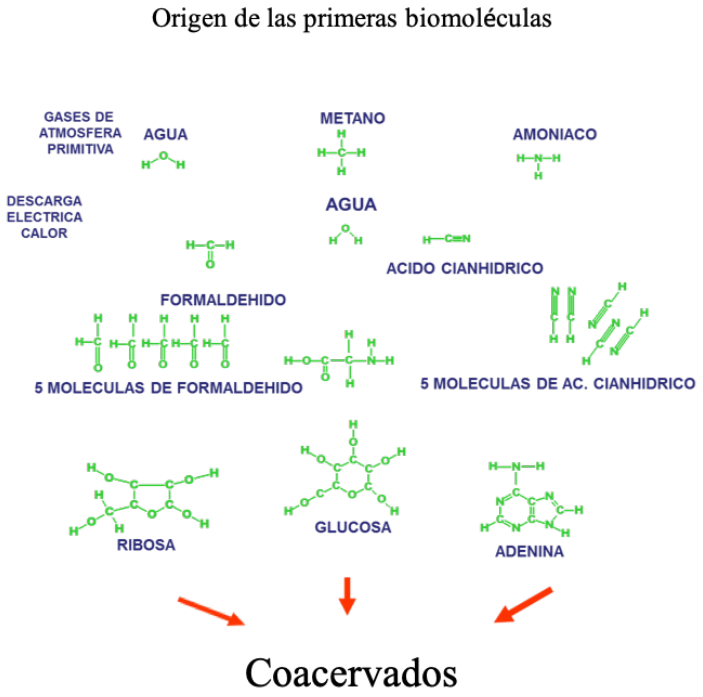

Figura 1. Origen de las primeras moléculas y biomoléculas

Alexander Oparin (18 4-1980) en 1923 propone la formación de coacervados en su libro *El origen de la vida sobre la tierra* [1], como los primeros organismos vivos en la parte acuosa del planeta Tierra. John Desmond Bernal (1901-1971) propuso en 1929 que las arcillas deben haber sido el material de soporte donde se adsorbieron las sustancias para formar los primeros aminoácidos.

De las propuestas de síntesis de biomoléculas se puede deducir que los elementos mayoritarios en los seres vivos son C, H, N, O, P, S, y X, donde X = halógenos y se les conoce como no-metales o elementos representativos. Por las abundancias relativas en seres vivos también se consideran mayoritarios el Na, K, Ca, y Mg. Sin embargo, estos no son los únicos elementos metálicos que se han descubierto como parte fundamental para las funciones fisiológicas de los organismos vivos. En los siglos XIX y XX se determinó la existencia de estos elementos en seres vivos y no fue sino hasta mediados del siglo XX que con técnicas analíticas más precisas se pudieron determinar cantidades mucho más pequeñas de otros elementos como el Co, Cu, Zn, V, Ni y Mo en seres vivos (Ver Figura 2).

Los elementos que forman parte de los seres vivos fueron los de mayor abundancia relativa en la Tierra y su abundancia en sistemas vivos varía dependiendo de la función que cumplen. La abundancia relativa entre elementos en el Universo, el agua de océanos, la corteza terrestre y el cuerpo humano varían de manera importante. Así, los cinco elementos más abundantes en el Universo son: H, He, O, N, y C; en la corteza terrestre: O, Si, Al, Fe, y Ca; en el agua: H, O, Cl, Na, y Mg; y en el ser humano: H, O, C, N, y Ca [3].

Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México
*lenar701@gmail.com

H																	
												B	C	N	O	F	
Na	Mg													P	S	Cl	
K	Ca			V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn				Se	Br	
					Mo											I	
					W												

Elementos no metálicos mayoritarios ($1x10^2$ g)
Elementos metálicos mayoritarios ($1x10^1$ g)
Elementos traza ($1x10^{-1}$ g)
Elementos microtraza ($1x10^{-2}$ - 10^{-4} g)

Figura 2. Tabla periódica de los elementos en sistemas vivos.

En lo referente a los metales que en forma oxidada M^{n+} se asociaron a las biomoléculas (donde n =1, 2, o 3) se pueden clasificar por su función y tipo de unión a las biomoléculas (Ver Figura 3).

Según el modelo cuántico, en la tabla periódica podemos clasificar a los elementos conforme a los orbitales de valencia que se encuentran en proceso de llenado; así, aquellos del bloque *s* que son muy electropositivos y reductores, son metales que al oxidarse adquieren configuración electrónica de gas noble del periodo anterior, y forman cationes. Los elementos del bloque *p* son electronegativos, oxidantes y adquieren la configuración electrónica del gas noble posterior formando aniones. Estos cationes y aniones forman sales; en los sistemas vivos se encuentran con un enlace débil a biomoléculas y se mantienen móviles. Los metales del bloque *d* se comportan diferente: al oxidarse no adquieren configuración electrónica del gas noble anterior y por tanto se enlazan a moléculas que les donan electrones (enlaces de coordinación), logrando acercarse a la configuración del gas noble posterior. Estos metales se enlazan, por tanto, de manera fuerte o muy fuerte dependiendo de la función que realizan en sistemas vivos (Ver Figura 4).

Elementos del bloque *s*

Sodio (Na^+) y Potasio (K^+)

Importantes para el funcionamiento nervioso de los animales. Principales cationes del líquido extracelular de los animales. La bomba Na/K controla la presión osmótica de las membranas; el primero es vasocontractor y el segundo relajante.

Aunque sus abundancias en la corteza terrestre son equivalentes, existe 10 veces más de K(I) que Na(I) en las plantas, debido a que hay una rápida asimilación de potasio por las plantas, por lo que se debe adicionar sodio a las dietas de los mamíferos.

Magnesio (Mg^{2+}) y Calcio (Ca^{2+})

El Mg^{2+} es esencial para los organismos; participa en el control de señales, y transmisión de impulsos nerviosos. Está presente en las clorofilas. Tiene funciones electroquímicas y de activación de enzimas. Es relajante muscular por participar en la contracción muscular. Participa en el metabolismo de carbohidratos. Su exceso produce depresión, efecto anestésico y laxante.

El Ca^{2+} es esencial para los organismos; se emplea en paredes celulares, formación del sistema óseo, asociado a la vitamina D y en algunas conchas como componente estructural; importante desde el punto de vista eletroquímico. Participa en la coagulación sanguínea, precipitación de la caseína, ritmo cardiaco, conversión del fibrógeno en fibrina, y formación de coágulos sanguíneos (calcitonita). Su deficiencia produce debilitamiento de los huesos, temblores y convulsiones. En exceso se deposita en forma de sales insolubles.

Elementos del bloque *d*

Vanadio (V^{n+})

Esencial para las ascidias, pollos y ratas. En especies marinas, con baja presión de oxígeno en su medio ambiente, transporta oxígeno. Su deficiencia ocasiona disminución en el crecimiento, afecciones reproductivas, metabolismo óseo. Interviene en el desarrollo de enfermedades maniáco-depresivas. Participa en enzimas como la haloperoxidasa.

Manganeso (Mn^{2+})

Esencial para los organismos, activa numerosas enzimas; su deficiencia en los suelos provoca infertilidad en mamíferos y malformaciones óseas.

Hierro ($Fe^{2+,3+}$)

Esencial para todos los organismos; forma parte de metaloproteínas como la hemoglobina y mioglobina, fijadoras y almacenadoras de oxígeno en animales de sangre roja (Ver figura 5).

Ión Metálico	Función	Fuerza de Enlace
Na^+, K^+	Acarreadores de carga	Débil
Mg^{2+}, Ca^{2+}	Control de mecanismos Activadores enzimáticos	Medio
Zn^{2+}	Enzimas hidrolíticas	Fuerte
Fe^{2+}, Co^{2+}, Cu^{2+}, Mo^{2+}	Catalizadores Redox	Muy Fuerte

Figura 3. Clasificación de los iones metálicos respecto a su función biológica y fuerza de unión a biomoléculas.

Bloque *s* Bloque *d* Bloque *p*

H																	
												B	C	N	O	F	
Na	Mg													P	S	Cl	
K	Ca			V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn				Se	Br	
					Mo											I	
					W												

Figura 4. Clasificación cuántica de los elementos de la tabla periódica.

La ferritina es almacenadora de hierro y participa en numerosas enzimas como las ATPasa, y en los citocromos.

Cobalto (Co^{2+})

Esencial para diversos organismos incluyendo mamíferos, activa diversas enzimas, forma parte de la Vitamina B12.

Níquel (Ni^{2+})

Microelemento esencial. La deficiencia provoca afecciones hepáticas y morfológicas, estabiliza los ribosomas enroscados. En las plantas este metal forma parte de varias enzimas hidrogenasas y ureasas.

Cobre ($Cu^{2+,+}$)

Esencial para todos los organismos, forma parte de numerosas enzimas; las proteínas hemocianina transporta oxígeno en diversas especies como moluscos, caracoles y erizos de mar. La superoxodismutasa, enzima que contiene Cu y Zn, es una depuradora de radicales libres del organismo.

Cinc (Zn^{2+})

Esencial para todos los organismos, se emplea en el 70% de enzimas, estabiliza enzimas enroscadas llamadas dedos de Zn. Importante en la maduración sexual y la reproducción.

Molibdeno (Mo^{2+})

Esencial para todo organismo con excepción de las algas, fundamental para las bacterias (azobacterias) con la nitrogenasa que fija nitrógeno y lo reduce a amoniaco, también en la reducción de nitratos. Algunas especies tienen tungsteno (W) en lugar de Mo. Estos dos metales son los únicos elementos esenciales del segundo y tercer periodo de la Tabla Periódica.

Elementos del bloque *p*

Los elementos del bloque p son los elementos que forman las biomoléculas, proteínas, y azúcares, que fueron mencionadas al inicio de este trabajo; el fósforo está como fosfatos, principalmente como parte del ADN y el ARN; el S y Se forman parte de los aminoácidos como la cisteína y selenocisteina.

Conclusión

Los seres vivos estamos hechos de los mismos elementos, seamos plantas o animales, algas u hongos, y su comportamiento químico se puede explicar conforme las leyes de periodicidad de los elementos. Las especies vivas contienen los elementos más abundantes, y el proceso de evolución de los seres vivos se valió de elementos para adaptarse de mejor manera a su medio ambiente y optimizar sus procesos biológicos.

Bibliografía

1. Oparin, A.I. *El origen de la vida* [Online] https://www.nodo50.org/ciencia_popular/articulos/Oparin.htm (Consultada: 13 de noviembre de 2019).

2. Williams, R. J. P.; Frausto da Silva, J. J. R. *The natural selection of the chemical elements*, Clarendon Press: Oxford. 1997.

3. Lazcano, A. *El Origen de la vida. Evolución química y evolución biológica*. Trillas: México. 1989.

Figura 5. Unidad de hemoglobina.