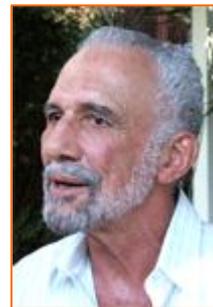


LOS MODELOS DEL ORIGEN DE LA VIDA EN LA TIERRA

Models of the Origin of Life on Earth

Entrevista a Romeu Cardoso Guimarães

Romeu Cardoso Guimarães es graduado en Medicina, doctor en Patología, titular en Genética. Trabajó en la Fac. de Medicina UFMG, Inst. Biociencias UNESP Botucatu e Inst. Ciencias Biológicas UFMG. Realizó estadías en los EE UU, Inglaterra, Alemania e Israel. Colabora en el Grupo de Autoorganización, Centro de Lógica y Epistemología UNICAMP, y en el Grupo de Investigación CNPq 'Lab. Biodiversidad y Evolución Molecular' UFMG. Desarrolló el Concepto Sistémico de Gen - 1992, estudió las Restricciones en la Diversidad en los Multicelulares - 2008, y desarrolló el Modelo Autoreferente para la Formación del Código Genético - 2008.



No parece existir, aún, ningún consenso en la comunidad científica acerca de los diversos modelos propuestos para el origen de la vida en la Tierra y sus procesos de diversificación biológica. ¿Por qué considera su modelo importante en este contexto teórico?

La obtención de consenso depende de conseguir delinear una hipótesis que (1) sea plausible y se condiga con las condiciones de la corteza terrestre primitiva y (2) pueda conducir a la experimentación en laboratorios, demostrando la obtención de seres vivos por evolución natural. Si tales resultados fueran positivos, se indica una ruta posible, aunque no garantiza que el origen histórico de la vida haya ocurrido de la manera propuesta. Nuestro modelo parece rellenar tales exigencias.

(1.2) *Origen de la síntesis de proteínas.* Son bien conocidos los aminoácidos formados por proto-metabolismo geoquímico. Se infiere la ocurrencia de algún tipo de oligómero (~20n), con propiedades similares a las del ARN – mini-tARN, sino que debe haber sido más simple. Bases nucleotídicas de origen geoquímico son conocidas, pero se considera que los

nucleotídeos, moléculas muy complejas, son de origen biótico. Los tamaños están dentro de las demostraciones experimentales para la polimerización dirigida por cristales de arcilla.

Los oligómeros serían capaces de (1) recibir (cargar) aminoácidos. Esta función de aminoacilación puede ser catalizada por minerales, lo que no es novedad química, y de (2) dimerizar por emparejamiento de las bases. En los dímeros, es propiciada la función de transferasa – síntesis de la ligación peptídica – que mimetiza la función ribosómica. Experimentación con mini-tARN y dimerización de tRNA ya son conocidas. Sólo falta obtener la síntesis de peptidos a partir de los dímeros de mini-tRNA, el fundamento del modelo, plenamente testeable y refutable. Cuando alguien se dispusiera a realizar el testeo, el modelo estará a los pies de la gloria o de la guillotina.

Los dímeros son considerados proto-mARN. Sus partes que hacen el emparejamiento son proto-anticodones y uno de estos sirve de proto-codón para el otro. Los dímeros son también proto-ribosomas, donde dos tARN son colocados en proximidad, propiciando la reacción de transferasa.

(1.3) *Origen de la vida.* Cuando los peptidos sintetizados son estables contra la degradación y capaces de ligarse a los proto-tARN, se forma un agregado RNP (ribonucleoproteico) estabilizado. Si este permanece activo en síntesis de proteínas, está pronto el escenario para la evolución molecular con generación de especificidades y del código genético, a través de auto-estimulación del sistema RNP – el fenotipo. La diversidad de funciones de los ARN sería generada, dentro del mundo RNP y no en el divulgado, pero poco probable mundo del ARN prebiótico. El origen de la vida es colocado en este paso, de la formación de los ciclos auto-estimuladores. Llamo de auto-referencia a esa propiedad de los productos de ligarse a sus productores, estableciendo los ciclos propulsores, necesarios para la evolución de la complejidad. Los productos informan a los productores sobre la calidad de la producción y esta puede evolucionar por criterios de desempeño del sistema.

(1.4) *Fuerza vital.* El correspondiente bioquímico de la tan cuestionada fuerza vital sería la función de drenaje - disipador – de materia y energía, cumplida por la síntesis de proteínas, en el interior del sistema metabólico. Las proteínas componen la mayor parte de la materia celular, se acumulan y se diversifican, inclusive montando el metabolismo, la replicación alargadora que

produce ácidos nucleicos largos, los lípidos y las membranas, y los receptores para los insumos y efectores ambientales. Así, hasta el ambiente para a ser incorporado al sistema, a través de auto-referencias de orden más elevado, promovidas por los receptores. El drenaje crea fuerzas de succión, vacíos de insumos, que serían análogos, inclusive, a los deseos del psicoanálisis (me disculpo por el 'viaje', analogía aceptable en conversaciones informales, pero no consigo resistirme).

Su modelo ¿podría refutar, por ejemplo, las tentativas de explicación del origen de la vida en nuestro planeta conforme muchas premisas destacadas por adeptos de la Astrobiología?

Cada vez más se descubren posibilidades de supervivencia de organismos terrenos en condiciones extremas o muy adversas, incluyendo la resistencia prolongada a la desecación, sin o con enfriamiento profundo (como en la liofilización), o la dosis elevadas de radiaciones ionizantes. Así, es posible tanto la siembra de la tierra por seres vivos extraterrenos como la de otros ambientes por los terrenos (p. ej. esporas). Si los seres vivos por ventura encontrados en otros ambientes fueran semejantes a los nuestros, el modelo basado en la continuidad de la geoquímica para la bioquímica sería adecuado para explicar ambas posibilidades de origen. Muy interesante sería encontrar seres vivos diferentes de los nuestros, p. ej., no basados en la química de agua, carbono y nitrógeno. Estos exigirían otras explicaciones.

Aunque la Biología moderna refute la abiogénesis grosso modo, se discute que, en algún momento en el remoto pasado de la Tierra, debe haber ocurrido para dar origen a las primeras moléculas orgánicas que, evolutivamente, dieron origen a los primeros organismos celulares, conforme defiende la biogénesis. ¿Cuál es su visión sobre esto?

No consigo encontrar cuestionamientos fuertes para el dominio del pensamiento evolucionista en el proyecto científico; sería interesante si hubiese una propuesta competidora a considerar, a menos que yo no haya prestado

atención a alguna. La hipótesis de alguna inteligencia sobrenatural no parece convincente. Lo interesante en el transcurso del evolucionismo es que el estudio de la biología se ha destacado entre las diversas áreas de estudio. Tal vez el motivo para la anticipación de la biología en el ámbito de las teorías resida en la velocidad acelerada del proceso en los seres vivos, que forzó la concentración en procuración de explicaciones en ellas en vez de en otras áreas. La biodiversidad supera enormemente la diversidad en cualquier otro ámbito. Las modificaciones que los seres vivos introducen en los ambientes son tan intensas que también hacen acelerar la evolución de los ambientes; p. ej., los tipos de minerales pre-bióticos son mucho menos numerosos que los post-bióticos, especialmente por influencia de la elevación del oxígeno atmosférico.

Reconozco que puede no ser bueno para el emprendimiento intelectual el dominio absoluto de un tipo de pensamiento. Los desafíos son estimulantes para posibles revisiones y nuevas ideas. Tal vez un buen recurso sea el de profundizar el estudio del evolucionismo hasta que él, eventualmente, se pueda agotar, mostrando así su alcance y sus limitaciones, y enseñar nuevas propuestas. Hasta el momento, permanece la perspectiva de continuidad del proceso, siguiendo la tradicional serie de las partículas a átomos, moléculas, su asociación en sistemas, incluyendo los vivos, etc.

Personalmente, como humano lleno de sentimientos y emociones, confieso sentir cierto desencanto con mi propio modelo –tan crudamente químico– para el origen de la vida. ¿Habría algo más? Tal vez sea porque los encantamientos, tan propios de los humanos, no tengan sustratos materiales y por eso mismo no hay cómo procurarse en la ciencia el entendimiento de los encantamientos. El mensaje parece claro, de que los atributos casi mágicos del proceso vital surgieron en alguna etapa evolutiva del proceso, no residen en moléculas, sino en la dinámica del conjunto molecular y celular sistémico, muy complejo. O porque tal percepción sea típica de cualquier proyecto que parece haber alcanzado un punto de agotamiento. Hay que darse tiempo para el surgimiento o para la procuración de nuevos desafíos, para desocupar la memoria de algunos contenidos y obtener espacio para nuevas intuiciones y proyectos.

El modelo que Ud. propone ¿se alinea con otros modelos que discuten el origen y diversificación bioquímica de los virus? ¿Cómo interpreta la evolución de estos organismos, considerados por muchos autores (incluyendo los de materiales didácticos) como “entidades intermedias entre seres vivos y cuerpos brutos”, teniendo como base su modelo bioquímico?

Considero a los virus como parte de la categoría de los 'componentes móviles' de los seres vivos, productos derivados de estos. En la genética molecular, son bien conocidos los elementos móviles, plasmídeos, transposones, etc., emparentados con los virus. Los componentes móviles pueden tener diversas estructuras, desde los viroides y virusoides hasta los virus propiamente dichos, con cápsidas, y hasta parte de sistemas metabólicos, pero todos tienen en común el modo de reciclar siempre en asociación con, y dependencia de, una célula de acogida. El listado puede hasta ampliarse para incluir los priones y otros tipos de moléculas o incluso entidades virtuales con propiedades de transmisión y replicación del tipo infeccioso, aún en nuestras mentes (memes) o en nuestras computadoras (con sus 'virus').

La comunicación intercelular a través de componentes genéticos móviles parece ser regla general, con la importante función evolutiva, de acelerar el proceso que – se infiere– sería muy lento al depender solamente de los genes cromosómicos. Promueve intercambios horizontales de genes – entre organismos conviviendo. Verticales son las transmisiones a través de la reproducción, en linajes. La patogenia es considerada evento o posibilidad superpuesta.

En este sentido, considerándose normal la comunicación con mediación viral, hasta se puede decir que los genomas tendrían un componente más estable, residiendo en los cromosomas, y uno menos estable, residiendo en las partes móviles –inconstantes, no esenciales, opcionales, fluctuantes, accesorias. El panorama general es que las células, vivas o muertas, liberan componentes y estos pueden seguir varios recorridos. Algunos pueden perderse, otros aprovechados como comunicadores. Entre estos, algunos poseían propiedades de replicación y se tornaron virus. La evolución de los virus es parcialmente independiente de la evolución de los genes cromosómicos; la

dependencia de estos es indirecta, a través de los fenotipos celulares. Entre los virus, algunos evolucionaron hacia la patogenicia. 



Entrevista realizada por Fernando Santiago Dos Santos. Doctor en Educación - Enseñanza de Ciencias y Matemática (USP) en 2009, magíster en Historia de la Ciencia (PUC-SP) en 2003, y graduado y licenciado en Ciencias Biológicas (UNICAMP) en 1993. Profesor en el Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología del campus de São Roque.

Traducción Lucas E. Misseri (UNMDP-CONICET, Argentina).