

Reflexiones acerca de la ontogenia y filogenia cardiovascular

(Cardiovascular system: ontogenic and phylogenetic reflections)

Carlos Riera-Kinkel*

El universo es un sistema dinámico siempre en movimiento, sólo de esta manera puede alcanzar su equilibrio; la teoría de la expansión del universo, de Lemaitre,¹ documentada matemáticamente, permite calcular la edad del universo en 15 mil millones de años y en forma ingeniosa, Carl Sagan dimensionó su magnitud considerando estos millones de años a 365 días de un año-calendario en la Tierra.²

Circunscribiendo la magnitud considerada en la apreciación de Carl Sagan y aceptando ésta como la del reloj de la humanidad, tal parece que estamos viviendo el último segundo del último minuto del 31 de diciembre, lo que hace pensar que la duración de la era actual sea insignificante. De la misma manera hacemos que todo aquello que nos rodea se contemple tan natural, que siempre estuvo ahí, parece que es siempre importante tener presente a cada elemento de la evolución pues forma una parte clave de las trasformaciones que ocurren en el universo; sólo el hecho de recordar éstas invita a dimensionar la importancia que tienen, aunque al equiparar estos procesos de la naturaleza es cuando es posible innovar.

Es así como, reflexionando acerca de nuestro universo me ha parecido que tiene en cierto sentido pensar en que nuestro aparato cardiovascular es también un sistema dinámico mientras que viva un ser humano, y que mantiene dentro de su movimiento de entropía una relación entre el medio interno y el externo, es por eso que el propósito principal de este trabajo pretende invitar al lector a reflexionar acerca de la magnitud incommensurable de la historia del universo en lo general, y trasladar su reflexión a la vida de un ser humano que se considera en la punta de la pirámide evolutiva. Como

última reflexión, siguiendo este mismo pensamiento y considerando que el *Big Bang* que dio origen a nuestro universo, éste ocurrió el 1º de enero, y no fue sino hasta el 14 de septiembre de ese año en que se originó la Tierra, y fue el 25 de septiembre cuando aparecieron las primeras formas primitivas de vida en ella.

Independientemente de la teoría a la cual se recurre para explicar el origen de la vida, la que mejor encuentra sincronía es la de Aleksandr Oparin,³ pues establece que la formación de coacervados, dieron origen a los primeros organismos celulares, para que éstos pudieran considerarse como tales fue necesario crear una barrera, dicha estructura separaba el medio interno del externo, poco a poco algunas estructuras con esta membrana celular lograron asociarse para formar estructuras especializadas, tal es el caso de las mitocondrias y el retículo endoplásmico rugoso y liso, los cuales contienen las mismas características estructurales de la membrana celular, es entonces donde se origina la primera diferencia: eucariotas y procariotas, las que aparecen el 15 de noviembre. La diferencia radica a su vez en la generación de una membrana nuclear que separa el DNA y el RNA de los otros elementos celulares, separando el material genético del resto de la célula: para funcionar como centro de mando de toda la célula.

De igual forma, a cada una de estas células se asociaron otras iguales con características similares para integrar los sistemas; sin embargo, si se daba la asociación de diferentes estirpes celulares que compartían una sola función, fue cuando se originaron los aparatos; la única forma de discriminar a éstos, funcionando en un sistema energético equilibrado, es estableciendo un sistema que mantenga el desequilibrio, entendido éste bajo las leyes de la termodinámica que no es posible tener un sistema equilibrado, pues de existir éste no habría movimiento, no habría cambios y por lo tanto no habría vida; lo que se necesita es un sistema que regule el equilibrio ante el desequilibrio. Pongamos un ejemplo a este efecto, ¿es estar en equilibrio tener hambre o no tenerla? ¿Para qué

* Departamento de Cirugía Cardiotorácica, Hospital de Cardiología CMN Siglo XXI, IMSS, Mexico, D.F.

se produzca el movimiento de los electrolitos a través de las membranas, es necesario un gradiente de concentración?, y cuando se produce ¿es necesaria la energía para tal efecto? El estado de equilibrio con balance, establece el movimiento y la vida en el universo.⁴

Las células procariotas son aquellas que no tienen membrana nuclear definida, se originaron de archaeabacterias, cianobacterias y eubacterias; mientras que el origen de las células eucariotas dan origen a plantas, hongos, protozoarios y a células de origen animal. La diferencia en éstas es cómo obtienen y usan la energía: cloroplastos vs mitocondrias.⁵

Podría ser que el primitivo sistema circulatorio en estas células primigenias era principalmente agua, y que se mantenían en constante movimiento, cabe hacer notar que un principio esencial de la termodinámica es: la preservación de la energía, por ello se explica que primero existió un sistema circulatorio abierto, como el que tienen los crustáceos. Por otra parte, los anélidos tienen un sistema circulatorio cerrado, por lo que tienen no sólo un corazón, sino cinco corazones o bulbos para la propulsión de la sangre, a este respecto cabe mencionar que los pulpos tienen sólo dos corazones, sin tener un elemento bien definido que distinga la aurícula (como receptor de sangre pobemente oxigenada) y un ventrículo que mantiene la propulsión de esa sangre.⁶

La circulación durante la etapa embrionaria humana en la cual sólo ocurre el intercambio energético-nutriente, acontece mediante mecanismos de difusión, similar a lo que sucede en los peces durante la circulación branquial, y que correspondería al día 17 de diciembre cuando aparecen los primeros vertebrados, que es cuando coparticipa en este proceso un sistema óseo para proteger los dos sistemas primigenios: el sistema nervioso y el cardiovascular.

Es conveniente mencionar que el sistema nervioso tiene elementos ontogenéticos, los que atañen a esta actividad, ya que la tarea de mantener la temperatura corporal y no perder la energía es fundamental. Esto acontece en los animales cuya temperatura es independiente del ambiente en el que se encuentran, por lo que Sagan establece las diferencias en el tallo cerebral para la coordinación de las funciones neuronales que mantienen la vida de manera autonómica; esto corresponde, durante esta etapa, al sistema nervioso ganglionar. En cuanto a las estructuras anatómicas involucradas en el control de la temperatura y el relevo de la sensibilidad motora son dependientes del tálamo e hipotálamo, los que están íntimamente relacionados con el sistema límbico y son descritos como complejo reptídico. El neocórtex (corteza más reciente) se desarrolla en los animales más evolucionados, y las diferencias radican principalmente en el volumen de materia gris existente, ya que entre más circunvoluciones

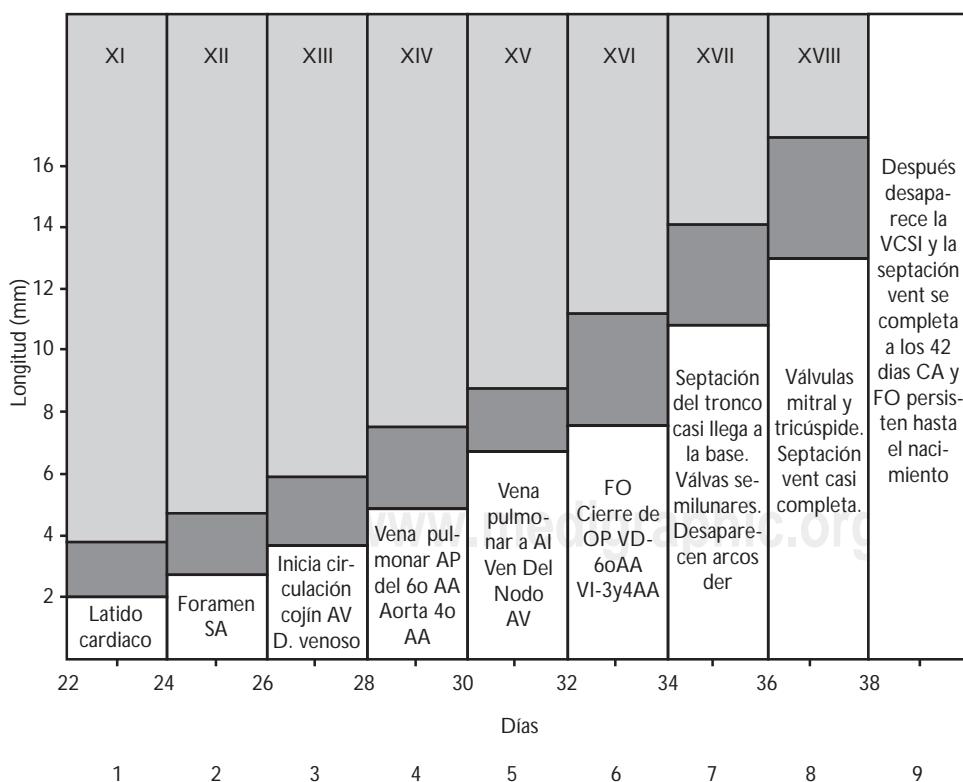


Figura 1. Correlación entre las etapas del desarrollo cardiovascular y neurológico de Streeter respecto a la ontogenia cardiovascular.

1. Inicio de la actividad cardíaca como aparato fundamental de la termodinámica cardiovascular. 1, 2: circulación de los peces, circulación placentaria y tubo cardíaco (Sagan: 19 diciembre). 3, 4: circulación de anfibios y aves: (Sagan 24 diciembre). 5, 6: circulación de reptiles no anfibios. 7, 8 y 9: mamíferos (Sagan: 31 diciembre).

tiene mayor evolución la corteza del animal. Respecto a los peces en su evolución desarrollan el equilibrio con el medio externo que habitan mediante un sistema de capilares branquiales, y tienen además un tubo cardíaco conformado por la aurícula y el ventrículo.⁷

En este proceso evolutivo el sistema circulatorio cerrado lo tienen aquellos animales que tienen tálamo y un sistema reptídico mejor formados, lo que acontece en la evolución justamente cuando inicia su desarrollo el sistema endocrino, por lo que los anfibios en este calendario figurado aparecen el 22 de diciembre y los dinosaurios el 24 de diciembre, aunque entre ambos hay diferencias respecto al grado de desarrollo de dos estructuras: las que tienen dos atrios bien formados con una comunicación interauricular, por lo que reciben el drenaje venoso sistémico y pulmonar produciendo la mezcla de sangres siendo ésta esencialmente cianótica; en cuanto a la otra estructura, tiene un ventrículo único con un tronco común, lo que ocurre normalmente entre los días 27 a 29 de la gestación humana.

A partir del día 19 de diciembre se producen los mecanismos de adaptación a una vida atmosférica. Lo que establece la diferencia de los organismos que se encuentran adaptados o no, son la presencia de los capilares pulmonares *vs* branquiales. Los anfibios que son el elemento limitrofe, abren la válvula del tronco común para poder oxigenar su sangre de la atmósfera.

Durante la siguiente etapa se produce la septación de las aurículas y ventrículos, como ocurre del tronco común la separación de la arteria pulmonar con elementos valvulares independientes, así como de un circuito mayor o sistémico y un circuito menor o pulmonar.

Si dividimos los 15,000 millones de años de evolución, de acuerdo con el calendario cósmico de Sagan, representaría 42 millones de años por día, y si fuese con relación a este calendario en el que se desarrollan el corazón de cuatro cámaras y los dos vasos, este lapso sería de ocho días, del calendario de Sagan, lo cual representa 334 millones de años, todos éstos divididos en 21 días en que se desarrolla cabalmente del corazón humano, desde la etapa de gástrula al corazón totalmente septado; por lo que se puede

decir que cada día del embarazo de una mujer representa 16 millones de años de evolución (*Figura 1*).

Es así como el desarrollo tecnológico de la medicina parece haber permitido poder tratar a pacientes cada vez de menor edad o que tienen estructuras o malformaciones cardiovasculares que permiten la vida y que parecen desarrollarse en forma directamente proporcional durante su evolución ontogenética. Tal parece que las técnicas quirúrgicas desarrolladas para corregir problemas respecto al corazón univentricular, parecen emular la circulación de los reptiles y anfibios; en esta misma tónica, los mecanismos con los que contamos para la perfusión de órganos, basan sus conceptos en un sistema branquial, por lo que sólo entendiendo esto podremos ser creativos en la «corrección» o el tratamiento de las cardiopatías congénitas en los niños.⁸

Referencias

1. Lemaitre G. l'Univers en expansion. *Annales de la Société Scientifique de Bruxelles* 1933; A53: 51-85.
2. Sagan C. *The dragons of Eden*. New York: Random House; 1977.
3. [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Aleksandr_Oparin&oldid=55599960»](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Aleksandr_Oparin&oldid=55599960) Categorías: acceso el 24 04 2012
4. Peretó J. Controversies on the origin of life. *Int Microbiol* 2005; 8(1): 23-31.
5. Alberts J. *Molecular biology of the cell*. 4th ed. London: Routledge; 2002.
6. Kunin V, Goldovsky L, Darzentas N, Ouzounis CA. The net of life: reconstructing the microbial phylogenetic network. *Genome Res* 2005; 15(7): 954-9.
7. Sagan C. Cosmic calendar; 1977. Wikipedia, acceso el 24 04 2012.
8. Riera-Kinkel C. Actualidades en el tratamiento quirúrgico de las cardiopatías congénitas. *Rev Mex Pediatr* 2010; 77(5): 214-23.

Correspondencia:

Dr. Carlos Riera Kinkel,
Departamento de Cirugía Cardioráctica, Unidad Médica de Alta Especialidad, Hospital de Cardiología, Centro Médico Nacional Siglo XXI, Instituto Mexicano del Seguro Social, D.F., México.
Cuahtémoc Núm. 330, Col. Doctores, 06700, Delegación Cuahtémoc, México, D.F.
Tel.: 56-27-69-27.
E-mail: rierac7@gmail.com