

ARCHIVO HISTÓRICO



El presente artículo corresponde a un archivo originalmente publicado en **Ars Medica, revista de estudios médicos humanísticos**, actualmente incluido en el historial de **Ars Medica Revista de ciencias médicas**. El contenido del presente artículo, no necesariamente representa la actual línea editorial. Para mayor información visitar el siguiente vínculo: <http://www.arsmedica.cl/index.php/MED/about/submissions#authorGuidelines>

El embrión humano¹

Dr. Juan de Dios Vial Correa
Profesor Titular
Pontificia Universidad Católica de Chile

¿Qué clase de ente o fenómeno o acontecimiento es el embrión?

El objeto de esta presentación es intentar una caracterización del embrión humano desde sus fases más precoces del desarrollo.

Este es un tema que se ha hecho polémico, y para calificar al embrión se recurre a términos muy diferentes, según el gusto o la convicción de la persona que los emplea. Se dice que es un “ser”, una “vida”, un “individuo”, hasta una “persona”. Y cada uno de estos términos puede ser justificado dentro de algún contexto. Pero en la práctica ocurre que “persona”, “individuo”, “vida” o “ser” son palabras que tienen significados distintos para distintos hablantes, según la posición filosófica que ellos tienen.

Yo prefiero ahora usar alguna expresión inequívoca, dentro de algún contexto que sea ampliamente compartido. El contexto que me parece más aconsejable es el científico, por la sencilla razón de que nuestros conocimientos sobre el embrión se obtienen por métodos científicos. Creo que una mirada con este simple criterio nos permite llegar muy lejos antes del momento en que tengamos que recurrir a disciplinas distintas de la Biología.

Me propongo explorar el significado y las consecuencias de la afirmación de que el *embrión humano es un organismo perteneciente a la especie humana*.

Desde luego, una afirmación así sugiere que un embrión se parece a cualquiera de nosotros en esto que ambos somos organismos pertenecientes a la especie humana.

Quiero primeramente explicar por qué un cigoto es un organismo. Para eso me detendré en dos rasgos fundamentales de cualquier organismo.

- 1) Todo organismo sigue un camino de desarrollo “robusto” y prescrito por la especie: o sea, su estado en cualquier instante de su vida puede ser predicho con razonable exactitud, y el trayecto es regulado contra perturbaciones externas. (Trayectoria de desarrollo no es pues un término vago, ni extracientífico).
- 2) La evolución de estos caminos de desarrollo tiene lugar dentro de un espacio delimitado físicamente.

Comentando el requisito de un camino de desarrollo predecible, recordaré que él está relacionado con el hecho de que los organismos son reactores químicos que operan en puntos distantes del equilibrio termodinámico y en los cuales son prominentes los procesos de autocatálisis. Sistemas químicos con esas características tienden a la autoorganización.

Pero en sistemas físico-químicos “inanimados” que tengan esas características, no encontramos nada de la estabilidad y autorregulación que son prominentes en los sistemas vivos. Interesa, entonces, mostrar que estas propiedades se relacionan estrechamente con las bases de la Bioquímica.

Saunders ha resumido estas últimas características de un modo bastante adecuado al decir: “Una de las características más llamativas del proceso de desarrollo es que es estable... Lo que es estable no es el estado del embrión en un momento dado, sino su camino de desarrollo”.

Esta trayectoria sí es estable autorregulada, “homeorrética”, en la expresión que introdujo Waddington hace muchos años.

Ahora bien, parece razonable pensar que una trayectoria estable de desarrollo corresponde a una dinámica fisicoquímica *que sea ordenada, no caótica*. Y al pensar en las condiciones necesarias para generar una dinámica de ese tipo, uno se encuentra con algunas que dan una luz interesante.

Es relativamente fácil simular la evolución de redes muy complejas de reacciones químicas, con tal que cada una de estas reacciones tenga una alta especificidad, o sea, que cada una de las especies químicas pueda reaccionar solo con un número limitado de las otras que están presentes en el sistema. Kaufmann lo expresa señalando la necesidad de redes de baja conectividad, o lo que es lo mismo, de reacciones de alta especificidad, en las que intervienen moléculas de alto contenido informacional.

Esto sugiere que —al menos en parte— la presencia de trayectorias de desarrollo homeorréticas, robustas y predecibles es una expresión de que el sistema es un sistema dinámico complejo, formado por moléculas de alto contenido informacional respecto de las reacciones en las que participan.

Un testimonio “experimental” de la robustez de las trayectorias lo proporciona el estudio de los embriones generados in vitro. Ellos evolucionan en diversos medios (úteros distintos, por ejemplo), desarrollando estrictamente sus características iniciales. Si no fuera así, el proceso de FIV no tendría interés práctico.

Comentando el requisito de unidad discreta o sistema físicamente circunscrito, habría que decir que él se establece en un momento preciso, cuando de dos células se hace una sola al fusionarse las membranas del espermio y el óvulo en la fecundación. Allí se establece un sistema de macromoléculas de composición enteramente nueva: el proteoma del cigoto es obviamente distinto del de los gametos, aunque se lo considera (hipótesis perfectamente legítima como una suma de ellos). Este proteoma es el punto de inicio de la trayectoria de desarrollo de un nuevo organismo.

Comentaré brevemente el segundo punto de la caracterización que hacía: organismo de la especie humana. El sello de la pertenencia a la especie es de nuevo la trayectoria previsible del cigoto, la cual se puede corroborar con estudios cromosómicos, etc.

Conviene ahora hacer una breve descripción del comportamiento del proteoma del cigoto en las horas que siguen a su constitución por la penetración del espermio. Recuérdese que en la génesis de estos cambios participan elementos de origen tanto paterno como materno, los que ahora *entran al diseño de una trayectoria conjunta.*

— La penetración del espermio trae eventos inmediatos que bloquean la polispermia, reforzando así la condición de “unidad discreta” que tiene el cigoto. Son ellos, los cambios electroquímicos en la membrana, la exocitosis de los gránulos corticales, la modificación del córtex, y el término de M II.

— Los componentes de la cabeza espermática sufren cambios importantes: la envoltura nuclear se desintegra; se observa un decondensación de la cromatina, cuyos correlatos bioquímicos son la reducción de los grupos disulfuro de las protaminas, y el reemplazo de estas —proteínas características del espermio— por histonas de origen ovular. (Mientras esto ocurre, la cromatina materna pasa a interfase). Luego se desarrolla la envoltura nuclear en torno a la cromatina de origen espermático. La síntesis de ADN empieza entre 8 y 14 horas después de constituidos los pronúcleos, obviamente con participación de especies químicas de ambas procedencias.

Tenemos así, por ejemplo, que en el llamado “pronúcleo masculino” la mayor parte de sus componentes (con la fundamental excepción de la mitad del ADN) son de origen ovular. El proceso hasta aquí es una línea de desarrollo en la que intervienen cooperativamente biomoléculas de origen espermático y de origen ovular.

Los pronúcleos se ubican luego en el centro del cigoto, y *los centriolos provenientes del centriolo del espermio únicamente* se ubican hacia los polos, con lo cual se puede iniciar la fase M de la primera división de segmentación. Todos los procesos que llevan a ella requieren pues de la acción cooperativa de biomoléculas paternas y maternas entrelazadas en una única línea de desarrollo.

Hasta la etapa de cuatro blastómeros, el desarrollo del embrión se opera en un proteoma peculiar, frente a un genoma silencioso. Lo único que se puede colegir de esto es que hay una etapa de la vida individual en la cual la trayectoria de desarrollo se prosigue sin intervención del genoma y por la interacción de otras biomoléculas.

Tal vez vale la pena recordar aquí dos cosas: a) veíamos que la mantención de una dinámica ordenada requiere el desarrollo de reacciones altamente específicas entre moléculas de alto contenido informacional: no está entre los requisitos que entre ellas deban figurar *ininterrumpidamente* los ácidos nucleicos, y b) hay hipótesis sobre biogénesis (Kaufmann) que postulan la mantención prolongada de fenómenos vitales, sin presencia necesaria de ácidos nucleicos.

Lo que es esencial en el desarrollo individual es la mantención inalterada de la trayectoria y es evidente que ella no es puesta en cuestión por la ausencia temporal de expresión del genoma, cuando queda temporalmente a cargo de la interacción de biomoléculas de alto contenido informacional.

Continuidad

Cuando hablamos de trayectorias de desarrollo, estamos aludiendo a un proceso que es continuo. Esto significa que cualquier evento visible o detectable se inicia realmente con antelación, por ejemplo, con la síntesis de las especies químicas que participarán en él.

Así, por ejemplo, la llamativa “compactación” (en la etapa de 8-16 blastómeros del ratón) está marcada por la aparición de “tight junctions” y “gap junctions”, algunos de cuyos componentes (conexinas 43 y 201) se están expresando desde el estado 4. Lo que no es sorprendente. Pero si se lo mira desde el punto de vista de la trayectoria, significa que los eventos de cualquier instante que se tome son parte de la realización de algún evento posterior. Y esto no es ninguna forma de “teologismo”, sino la expresión del hecho de que la trayectoria con sus diversas fases está inscrita en las características de la especie animal de que se trate.

Cada uno de nosotros pasó por ahí en un momento de su vida, porque cada uno de nosotros es un organismo de la especie humana, tal como lo fue desde la fecundación. La trayectoria que conduce hasta nosotros es perfectamente continua. No ha tenido interrupciones. Si se quiere se pueden introducir etapas para su estudio o análisis, *pero en todas esas etapas estamos hablando de un organismo de la especie humana.*

En especial, nunca fuimos una “célula” —a secas—, como cualquiera, porque no hay ninguna célula a secas que tenga una trayectoria predecible en la que haya de devenir un organismo adulto.

En cuanto a verdaderas discontinuidades en la trayectoria no hay más que dos: la iniciación del nuevo sistema dinámico con la fertilización, y su término con la muerte.

Aunque sea una consideración marginal, quiero agregar algo sobre la vida de relación de este organismo en sus etapas precoces.

Normalmente la vida de un organismo se desenvuelve en interacción con otros organismos. En los primeros días de la vida embrionaria ese “otro organismo” es para el embrión su madre. Se sabe mucho de los preparativos que hace el organismo materno para preparar una “ventana de receptividad” para la implantación del embrión, y se conocen varias señales químicas que la madre envía al embrión antes de la implantación.

Un comentario al margen de la ciencia

Todo organismo de la especie humana se encuentra en algún punto de una línea o trayectoria de desarrollo. También nosotros. La expresión “organismo de la especie humana” se superpone con otra procedente de otra esfera de pensamiento, que es ser un “individuo miembro de la humanidad”.

Es propio de un miembro de la humanidad estar incluido en una red de obligaciones recíprocas (deberes y derechos), siempre proporcionados a la condición de cada cual. De hecho, aún hoy, en que se cuestiona la condición de embrión, en todo el mundo se admite la obligatoriedad de un respeto genérico a él.

Lo que yo corregiría es que cada individuo miembro de la humanidad es acreedor a un respeto individual a él, no simplemente un respeto genérico a su condición, y que parecería ser que la mínima expresión de ese respeto, el mínimo derecho que podría demandar a favor de un embrión alguien que alegara en su nombre, es el derecho a que no se atente contra su vida y no se la destruya.

Esto es propio de la condición humana. ¿Qué puede significar “derecho a la vida” desde el momento en que todos nos vamos a morir? Significa principalmente el derecho a que no se atente contra mi vida, correlato del deber que tienen todos de respetarla, protegerla y promoverla. ¡Cuidado con la experimentación en embriones y con la investigación clínica que no resguarde el derecho del “no nacido”!

Pero existen también —menos caracterizados por cierto— señales que el organismo materno recibe y que son enviadas por el embrión antes de implantarse. Una de ellas el PAF (plaque activating factor), secretado por el embrión y captado por receptores tubarios. Esta interacción acelera el tránsito del embrión por la trompa. Muy precozmente después de la fecundación (24 horas) se detecta en el suero materno de varias especies, una actividad aparentemente inmunosupresora (se establece con el test de “roseta”). Esta fue atribuida a un “early pregnancy factor” (proteína secretada relacionada con la chaperonina 10, intracelular). Aunque el problema rebasa con mucho los límites de esta charla, es posible que el embrión, probablemente a través del ovario, dé una señal precoz de su presencia al sistema inmunitario.

En conjunto parece que existen varias vías por las cuales el embrión da información química de su presencia.

Si se combinan estos datos con los más conocidos de mensajes que van del organismo materno al embrión (HP-EGF, calcitonina, por ejemplo), da la impresión de que desde momentos muy tempranos —en el orden de 24 horas— hay un “diálogo” entre los dos organismos: el del embrión y el de la madre. 20 Juan de Dios Vial Correa

Bibliografía

1 Presentación hecha en el panel sobre anticoncepción de emergencia. Pontificia Universidad Católica de Chile, junio 27, 2001.