



ASPECTOS GENÓMICOS Y NEUROBIOLÓGICOS DE LA FORMACIÓN DE LA PERSONA DURANTE EL DESARROLLO INTRAUTERINO

Tanto en el ámbito federal como en el estatal, en los últimos años muchos legisladores, sobre todo panistas, han propuesto la creación o la modificación de leyes, de modo que resulten prohibitivas y atentatorias contra la autonomía personal y los derechos de las mujeres. Entre los cambios más recientes resalta la modificación de las constituciones estatales de quince estados de la República¹ para irracionalmente afirmar que el óvulo fecundado es un ser humano con todos los derechos legales, y así prohibir de tajo la despenalización del aborto en esos estados. Estas modificaciones, que contradicen la aprobación de dicha despenalización en el Distrito Federal (declarada como constitucional por la Suprema Corte de Justicia de la Nación en agosto de 2008), establecen que el óvulo fecundado o cigoto es una persona con todos sus derechos humanos, como es claro en los siguientes ejemplos de artículos constitucionales:

[...] desde el momento en que un individuo es concebido, entra bajo la protección de la ley y se le reputa como nacido para todos los efectos legales correspondientes, hasta su muerte natural o no inducida. (Artículo 7º constitucional de Baja California, texto muy cercano a los de Jalisco y Nayarit)

La vida es un derecho inherente a todo ser humano. El estado protegerá y garantizará este derecho desde el momento de la concepción. (Artículo 1º constitucional de Colima)

Los otros estados tienen versiones ligeramente diferentes, con el mismo concepto de que los derechos de las personas se adquieren desde el momento de la fecundación o de la concepción.

El fundamento real de estas modificaciones es sin duda religioso, por más que en algunos casos en la exposición de motivos de dichas reformas se aduzcan razones seudocientíficas, basadas sobre todo en que el cigoto tiene ya el genoma humano completo e irrepitable, tema que se discutirá más adelante. En efecto, compárense los textos antes citados con el primer "Principio fundamental" establecido por el Vaticano en el documento titulado *Sintesi dell'Istruzione "Dignitas personae. Su alcune questioni di bioetica"*, a cura della Congregazione per la Dottrina della Fede, que fue publicado en siete idiomas en Internet el 12 de diciembre de 2008, y que a la letra dice:

El ser humano debe ser respetado y tratado como persona desde el instante de su concepción y, por eso, a partir de ese mismo momento se le deben reconocer los derechos de la persona, principalmente el derecho inviolable de todo ser humano inocente a la vida.

En este sentido, es interesante que en otros países donde existe un gran poder de la Iglesia católica también se están promoviendo modificaciones constitucionales, en este caso federales, muy semejantes a las señaladas antes. Este es el texto recientemente aprobado en República Dominicana: "El derecho a la vida es inviolable desde la concepción hasta la muerte. No podrá establecerse, pronunciarse ni aplicarse, en ningún caso, la pena de muerte."

La primera consecuencia de estos cambios constitucionales es que el aborto en cualquier etapa del desarrollo intrauterino será

considerado un homicidio, además de que se deberá prohibir, para ser congruentes, la fertilización in vitro, el dispositivo intrauterino, y la investigación con células troncales embrionarias. Es necesario por lo tanto exponer el punto de vista científico sobre el concepto de ser humano y su desarrollo intrauterino, en el cual deberían basarse los legisladores en un país laico como México.

El avance en el conocimiento sobre el genoma, la fertilización, el desarrollo del embrión y la fisiología del embarazo, ha aportado información muy relevante para establecer, desde el punto de vista científico, la etapa del desarrollo embrionario en que se puede considerar que el feto ha adquirido las características de un ser humano. En especial, las investigaciones en el campo de la neurobiología han aportado datos fundamentales, pues es claro que el funcionamiento del sistema nervioso central es lo que da al ser humano las características que lo distinguen y diferencian de otras especies de primates. Tan es así, que la diferencia entre el genoma humano y el genoma del chimpancé es de sólo alrededor de 1%, y datos recientes señalan que la información genética contenida en este 1% es precisamente la que determina las propiedades que distinguen al cerebro humano del cerebro de otros primates, en especial la corteza cerebral.^{2,3,4} Es por esto que el conocimiento neurobiológico sobre el desarrollo anatómico y funcional del sistema nervioso humano nos permite establecer que no se puede hablar de persona —desde el punto de vista de las conexiones nerviosas— sino hasta el tercer trimestre del embarazo, y que por eso no hay duda de que ni el cigoto ni el embrión de doce semanas son individuos ni mucho menos personas. A continuación se exponen las bases de esta aseveración, empezando por los aspectos del genoma.

El genoma

Mientras estén vivas, todas las células del organismo humano tienen vida, y todas tienen el genoma humano completo, pero no por eso son seres humanos. Este concepto es fundamental para rebatir el argumento de que el cigoto es un ser humano porque tiene el genoma humano completo, único e irrepetible. En efecto, las células humanas pueden vivir fuera del organismo del que forman parte, y además incorporarse a otro organismo y seguir viviendo. Si no fuera así, no podría haber trasplantes de órganos, pues las células que los constituyen morirían en cuanto se extrajeran del donador, y por supuesto, si fueran seres humanos, el trasplantar un órgano sería generar una quimera formada por millones de personas dentro del cuerpo de otros millones de personas; además, la extirpación de un órgano, y aun de un tumor benigno o canceroso, equivaldría a matar miles de millones de personas. Por otra parte, si el cigoto fuera un ser humano por tener el genoma humano completo, ¿cómo habría que considerar a los cigotos con defectos genéticos que originan las llamadas enfermedades trofoblásticas como la mola

hidatidiforme⁵? Claramente la cirugía que es necesaria para tratar estas enfermedades constituiría un acto de homicidio.

Hemos dicho que todas las células del organismo humano adulto poseen el genoma humano completo, pero no sólo eso: como el cigoto cuando se implanta en el útero y se desarrolla en condiciones nutricionales y hormonales adecuadas de la mujer, el genoma de una célula adulta también tiene la potencialidad de dar origen a un organismo humano completo. La demostración inicial e irrefutable de que esto es así fue la clonación de la oveja Dolly en 1997, así como la clonación de muchos otros mamíferos que se ha logrado en la última década, por el método de la clonación reproductiva. La mayor repercusión de estas clonaciones es que se demostró que las células somáticas adultas (es decir las que se han diferenciado en algún tejido del cuerpo, como la piel, las glándulas, el hígado, el corazón, el riñón, etcétera) pueden desdiferenciarse para dar origen a un organismo completo, el cual necesariamente tendrá un genoma idéntico al de la célula donadora, lo que prueba irrefutablemente que la célula adulta posee el genoma humano completo con potencialidad reproductiva. Así, el argumento de que el cigoto es ya un ser humano porque tiene el genoma humano completo con la potencialidad para desarrollarse en un bebé y un adulto, es aplicable a cada una de nuestras células adultas. ¿Serán por esto consideradas personas?

Además, si por estar vivas y tener el genoma humano las células humanas son personas, habría que considerar al espermatozoide y al óvulo (que también son células vivas fuera del organismo) como medias personas, ya que estas células contienen sólo la mitad del genoma (la mitad de los cromosomas y la mitad del ADN que constituye el genoma).

Por todo lo anterior, el hecho de que el cigoto o el embrión humano en las primeras semanas de su desarrollo posea el genoma de la especie *Homo sapiens* no es válido como argumento para considerar al cigoto o al embrión como un ser humano. Desde el punto de vista científico, el ser humano, la persona, es el resultado del desarrollo ontogénico⁶ cuando éste alcanza la etapa de autonomía fisiológica —la viabilidad fuera del útero materno, ya que mientras tanto depende totalmente del aporte nutricional y hormonal de la mujer— y cuando su sistema nervioso ha adquirido la estructura y la funcionalidad necesarias para percibir estímulos sensoriales, experimentar dolor y adquirir conciencia y autonomía. En efecto, el sistema nervioso central, y más específicamente la corteza cerebral, el área más desarrollada en los primates y —entre los primates— en el *Homo sapiens*, así como las conexiones que la corteza cerebral recibe desde otras áreas del cerebro, constituyen el sustrato biológico que determina estas propiedades. Hasta que no se alcanza tal desarrollo no se puede hablar de “vida humana” —aunque por supuesto, como ya se explicó, hay vida—. Mientras esto no ocurre, la vida de un embrión no difiere sustancialmente

de la de cualquier célula, órgano o tejido de un organismo multicelular vivo.

La neurobiología

¿Qué nos dicen los estudios neurobiológicos del desarrollo intrauterino del embrión humano? Los cientos de investigaciones realizadas en los últimos 40 años en embriones humanos llegan a la conclusión de que no es sino en el tercer trimestre de la gestación cuando se han formado, morfológica y funcionalmente, las estructuras necesarias para que existan sensaciones conscientes, incluyendo en éstas al dolor. A continuación se describen estos hallazgos, de manera muy resumida, con base —fundamentalmente— en las referencias citadas.

Antes del día catorce después de la fecundación, el embrión, o preembrión según varios autores, aún puede dividirse para dar lugar a gemelos idénticos, por lo que antes de este período es imposible hablar de individualidad y de que su genoma es único e irrepetible. Este es otro argumento para desechar la idea de que ya hay un ser humano en el cigoto, pues si de un solo cigoto se forman dos organismos completos con un genoma idéntico, ¿cómo puede afirmarse que por poseer el genoma humano el cigoto es ya un ser humano, una persona?

Una vez que el blastocisto (conjunto de aproximadamente 120-200 células, que contiene en su masa interna las células troncales embrionarias que darán origen al embrión) se implanta en la pared uterina, seis a ocho días después de la fecundación, se inicia propiamente el embarazo y el desarrollo embrionario. El día catorce aparece el surco primitivo, que es un pliegue en la región dorsal, y a partir de este momento ya no se puede dividir el preembrión para producir gemelos idénticos.⁷ Días después este surco se cierra para formar el tubo neural, que dará origen a la médula espinal y a los nervios, y —en lo que posteriormente será la cabeza— al cerebro.

Los nervios, que llevarán las sensaciones cutáneas a la médula espinal y de ahí al cerebro, y que transmitirán el impulso para los movimientos musculares, se van formando lentamente, de modo que los primeros receptores cutáneos (estructuras especializadas que se establecen en el extremo de los nervios en contacto con la piel, sin los cuales éstos no detectan ningún estímulo; por eso se llaman receptores) se empiezan a formar entre las semanas ocho y diez de la gestación. Aunque desde la octava o novena semana pueden producirse movimientos, éstos no son sino reflejos espinales, es decir, contracciones musculares involuntarias, producto de la excitación de los nervios sin intervención del cerebro, que todavía no existe. Las neuronas sensoriales de los ganglios de las raíces dorsales (vías nerviosas que llevan los estímulos a la médula espinal), que responden a los estímulos nociceptivos (dañinos o dolorosos), no aparecen sino hasta la semana 19. Esto, además, no

es suficiente para la percepción consciente del dolor, ya que ésta no puede ocurrir mientras no se establezcan las vías nerviosas y las sinapsis (conexiones funcionales entre las neuronas) entre la médula espinal y el tálamo (un núcleo neuronal situado en el diencéfalo o parte más primitiva, en el interior de la masa cerebral donde se procesan todas las sensaciones), y entre el tálamo y la corteza cerebral. Estas conexiones no pueden formarse todavía porque hasta las semanas doce o trece no hay aún corteza cerebral, sino apenas la llamada placa cortical que le dará origen. A esta placa llegan las vías nerviosas desde el tálamo (conexiones tálamo-corticales), pero esto ocurre recién en las semanas 23-27 de la gestación. En este período tiene lugar no sólo la multiplicación de las neuronas, sino también su migración entre las distintas capas de la corteza. Por esta razón, la capacidad de respuesta eléctrica de la corteza a estímulos sensoriales se alcanza recién en la semana 29, y la actividad eléctrica de la corteza cerebral característica de un estado despierto (diferente del sueño), identificada mediante el electroencefalograma, no se detecta sino hasta la semana 30 de la gestación (véanse las referencias en las notas 8 a 18). En cuanto a los movimientos reflejos y contracciones faciales en respuesta a estímulos, éstos no ocurren sino hasta las semanas 28-30, y no parecen ser signos de percepción de sensaciones o de dolor, puesto que también se observan en fetos anencefálicos.^{19,20}

Todos los estudios referidos han establecido sin lugar a dudas que el feto humano es incapaz de tener sensaciones conscientes y, por tanto, de experimentar dolor antes de la semana 22-24. Esta es la conclusión a la que llegaron los autores de la referencia en la nota 8, basados en un análisis de más de dos mil trabajos científicos publicados hasta junio de 2005. Probablemente no es una coincidencia que es justamente a partir de las semanas 22-24 cuando el producto puede ser viable fuera del útero (aunque con muchas dificultades). Es claro entonces que, si hasta este tiempo de la gestación el feto no puede tener percepciones, por carencia de las estructuras, las conexiones y las funciones nerviosas necesarias, mucho menos es capaz de sufrir o de gozar, por lo que biológicamente no puede ser considerado un ser humano.

Consecuencias de considerar a los cigotos seres humanos

Es relevante exponer algunas de las graves consecuencias de decretar que, como dicen las leyes mencionadas al inicio de este texto, “desde el momento en que un individuo es concebido, entra bajo la protección de la ley y se le reputa como nacido para todos los efectos legales correspondientes”. Veamos solo tres de ellas, que se agregan a la ya señalada limitación prácticamente absoluta para permitir el aborto:

1. Los cigotos sobrantes de la fertilización in vitro, que son viables en estado de congelación por varios años serían “personas con-

geladas” que estarían protegidos por la ley y tendrían derechos de cuidados, atenciones, herencias y más. ¿Qué hacer entonces con los millones de estas “personas” que ya existen congeladas en todo el mundo? ¿Habría que prohibir la fertilización in vitro o en adelante limitarla a fecundar un solo óvulo aunque esto reduzca las posibilidades de éxito en más de un 50%?

2. El dispositivo intrauterino (DIU) actúa post-fertilización, impidiendo la implantación del blastocisto en la pared del útero, por lo que habría que prohibirlo por ser homicidio y establecer penas para las mujeres que lo usen.
3. Numerosos datos de la literatura médica coinciden en señalar que la reproducción humana in vivo, mediante el coito, es muy ineficiente, ya que se pierden, según cifras conservadoras, hasta 70% de los óvulos fecundados, la gran mayoría de ellos en una etapa temprana, antes de que haya síntomas de embarazo y de que la mujer se percate de ello.^{21,22} De acuerdo con las leyes que “reputan como nacido al individuo recién concebido”, el cigoto, la mórula y el blastocisto están bajo la protección de la ley y su destrucción, así sea involuntaria, debe ser evitada, pues tiene el mismo derecho a la salud que cualquier recién nacido o un adulto. Por lo tanto, la reproducción sexual por los medios habituales representa un problema de salud pública de proporciones inimaginables, a menos que se prohíba la fertilización in vivo al parejo que la fertilización in vitro, pues en ambos casos hay una muy elevada proporción de cigotos sobrantes que morirán prematuramente.

Notas

* GIRE agradece la colaboración del Dr. Tapia, investigador emérito en la División de Neurociencias del Instituto de Fisiología Celular – UNAM y presidente del Colegio de Bioética, A.C.

¹ Información actualizada al 1 de octubre de 2009, fecha de edición de esta publicación. Véase <<http://www.gire.org.mx/contenido.php?informacion=70>> para consultar información constantemente actualizada.

² Dorus, S, EJ Vallender, PD Evans, JR Anderson, SL Gilbert, M Mahowald, GJ Wyckoff, CM Malcom y BT Lahn, “Accelerated evolution of nervous system genes in the origin of *Homo sapiens*” en *Cell*, vol. 119, núm. 7, 29 diciembre 2004, pp. 1027-1040. Disponible en <[http://www.cell.com/abstract/S0092-8674\(04\)01143-2](http://www.cell.com/abstract/S0092-8674(04)01143-2)> [consulta: 1-X-09].

³ Pollard, KS, SR Salama, N Lambert, MA Lambot, S Coppens, JS Pedersen, S Katzman, B King, C Onodera, A Siepel, AD Kern, C Dehay, H Igel, M Ares Jr., P Vanderhaegen y D Haussler, “An RNA gene expressed during cortical development evolved rapidly in humans” en *Nature*, vol. 443, núm. 7108, 14 septiembre 2006, pp. 167-172. Disponible en <<http://www.nature.com/nature/journal/v443/n7108/abs/nature05113.html>> [consulta: 1-X-09].

⁴ Pollard, KS, “What makes us human?” en *Scientific American*, mayo 2009, pp. 44-49.

⁵ Sobreproducción del tejido que se transforma en la placenta, la cual normalmente le brinda alimento al feto durante el embarazo. En esta afección, los tejidos se transforman en un tumor.

⁶ Se refiere al desarrollo del individuo, en especial al período embrionario.

⁷ Véase esta referencia y los trabajos ahí citados. Pérez-Palacios, G, R Canales y R Gálvez Garza, “El aborto y sus dimensiones médica y bioética” en Pérez Tamayo, R, R Lisker y R Tapia (coords.), *La Construcción de la Bioética. Textos de Bioética*, vol. 1, México, Fondo de Cultura Económica, 2007, pp. 57-68.

⁸ Lee, SJ, HJP Ralston, EA Drey, JC Partridge y MA Rosen, “Fetal pain: A systematic multidisciplinary review of the evidence” en *J.A.M.A.*, vol. 294, núm. 8, 24 agosto 2005, pp. 947-954. Disponible en <[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16118385?log\\$=activity](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16118385?log$=activity)> [consulta: 1-X-09].

⁹ Humprey, T, “Some correlations between the appearance of fetal reflexes and the development of the nervous system” en *Prog. Brain Res.*, 4, 1964, pp. 93-135.

¹⁰ Konstantinidou, AD, I Silos-Santiago, N Flaris y WD Snider, “Development of the primary afferent projection in human spinal cord” en *Journal of Comparative Neurology*, vol. 354, núm. 1, 27 marzo 1995, pp. 1-12. Disponible en <<http://www3.interscience.wiley.com/journal/109693989/issue>> [consulta: 1-X-09].

¹¹ Kostovic, I y P Rakic, “Developmental history of the transient subplate zone in the visual and somatosensory cortex of the macaque monkey and human brain” en *J. Comp. Neurol.*, vol. 297, núm. 3, 15 julio 1990, pp. 441-470.

¹² Hevner, RF, “Development of connections in the human visual system during fetal mid-gestation: A dil-tracing study” en *Journal of Neuropathology and Experimental Neurology*, vol. 59, núm. 5, 2000, pp. 385-392.

¹³ Kostovic, I y P Rakic, “Development of prestriate visual projections in the monkey and human fetal cerebrum revealed by transient cholinesterase staining” en *Journal of Neuroscience*, vol. 4, núm 1, enero 1984, pp. 25-42. Disponible en <<http://www.jneurosci.org/cgi/content/abstract/4/1/25>> [consulta: 1-X-09].

¹⁴ Klimach, VJ y RW Cooke, “Maturation of the neonatal somatosensory evoked response in preterm infants” en *Dev. Med. Child Neurol.*, vol. 30, núm. 2, abril 1988, pp. 208-214.

¹⁵ Hrbek, A, P Karlberg y T Olsson, “Development of visual and somatosensory evoked responses in preterm newborn infants” en *Electroencephalograph. Clin. Neurophysiol.*, 34, 1973, pp. 225-232.

¹⁶ Clancy, RR, AGC Bergqvist y DJ Dlugos, “Neonatal encephalography” en Ebersole, JS y TA Pedley (eds.), *Current Practice of Clinical Encephalography*, 3ª ed., Filadelfia, Lippincott, 2003, pp. 160-234.

¹⁷ Müller, F y R O’Rahilly, “Embryonic development of the central nervous system” en Paxinos, G y JK Mai (eds.), *The Human Nervous System*, Amsterdam, Elsevier, 2004, pp. 22-48.

¹⁸ Mai, JK y KWS, Ashwell, “Fetal development of the central nervous system” en *The Human Nervous System*, op. cit., pp. 49-94.

¹⁹ Andrews, K y M Fitzgerald, “The cutaneous withdrawal reflex in human neonates: Sensitization, receptive fields, and the effects of contralateral stimulation” en *Pain*, vol. 56, núm. 1, enero 1994, pp. 95-101.

²⁰ Ashwal, S, JL Peabody, S Schneider, LG Tomasi, JR Emery y N Peckham, “Anencephaly: Clinical determination of brain death and neuropathological studies” en *Pediatric Neurology*, vol. 6, núm. 4, julio-agosto 1990, pp. 233-239.

²¹ Macklon, NS, JPM Geraedts y BCJM Fauser, “Conception to ongoing pregnancy: The ‘black box’ of early pregnancy loss” en *Human Reproduction Update*, vol. 8, núm. 4, 2002, pp. 333-343. Disponible en <<http://humup.oxfordjournals.org/cgi/reprint/8/4/333>> [consulta: 1-X-09].

²² Wall, LL y D Brown, “Regarding zygotes as persons: Implications for public policy” en *Perspectives in Biology and Medicine*, vol. 49, núm. 4, 2006, pp. 602-610.