

Nº 1.

INICIO DE LA VIDA DE CADA SER HUMANO ¿QUÉ HACE HUMANO EL CUERPO DEL HOMBRE?

Coordinadora: Natalia López Moratalla

*Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular.
Universidad de Navarra. E-mail: natalialm@unav.es*

Esteban Santiago

*Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular.
Universidad de Navarra. E-mail: esantiago@unav.es*

Gonzalo Herranz Rodríguez

*Dpto. Humanidades Médicas.
Universidad de Navarra. E-mail: gherranz@unav.es*

Resumen

La Biología aporta un conocimiento directo y objetivo acerca del comienzo de la vida de cada concebido de nuestra especie. Desde la fase de cigoto estamos en presencia de un cuerpo humano en los procesos temporales de la transmisión de la vida.

Afirma que el mismo individuo humano es el que existe en la vida embrionaria, en la juventud o en la ancianidad. Aunque el cuerpo cambia continuamente, desde el inicio a la muerte a través de las etapas embrionarias, fetales y después del nacimiento, sin embargo mantiene su identidad corporal.

Aporta además un conocimiento indirecto del origen de cada ser humano al mostrar que en la única vida de cada uno se entrelazan en un sólo sujeto el dinamismo propio de los procesos biológicos y el dinamismo personal que le libera del encierro del automatismo fisiológico.

Palabras clave: fecundación, cigoto, embrión humano, cuerpo humano.

Abstract

Biology provides a direct and objective knowledge about how and when life of a human being starts. When zygote appears, a human body is there in the middle of temporal processes of the transmission of life.

Science clearly states that any human individual, while being an embryo, remains being the same individual in youth or old age. Body keeps changing in a continuous way from the very beginning till the moment of death; however, identity is maintained.

Science provides also an indirect knowledge of the origin of each human being when showing that in the only life of each one dynamism of all biological processes and personal dynamism liberating the body from its enclosure within physiological automatism keep intertwined.

Key words: fertilization, zygote, human embryo, human body.

1. El embrión humano

La investigación con embriones humanos, la aplicación de las tecnologías de fecundación *in vitro* y el uso de los métodos anticonceptivos y abortivos, replantean una y otra vez la cuestión que se ha denominado el «estatuto del embrión humano». El cuerpo humano es un organismo muy peculiar entre los mamíferos primates entre los que se encuentra, por lo que la Biología humana no es mera Zoología.

Es obvio, desde el punto de vista biológico, que la vida de cada ser humano comienza al completarse el proceso de fecundación, precisamente con la aparición de la nueva realidad, que se denomina cigoto. La ciencia biológica tiene en ello la última palabra y la ha pronunciado con claridad y contundencia.

Las mismas técnicas de fecundación *in vitro* han dejado fuera de toda duda la radical diferencia que se da, de un lado, entre el individuo de nuestra especie en sus etapas más iniciales, ya sea el unicelular de cigoto, ya el de embrión de dos, tres, o muchas más células, y, de otro, la común célula humana, o una masa, más o menos ordenada y organizada, de esas

células comunes, que carecen, sin embargo, en uno y otro caso de la unidad propia de un ser vivo.

Lo que a algunos no les parece claro no es que un embrión de pocas horas o días no pertenezca a la especie humana, sino que ese embrión deba ser equiparado a una persona humana. Se plantea así el debate sobre cuándo y en qué casos se puede afirmar que en proceso de desarrollo hay ya un hombre. Es decir, cuáles son las características y manifestaciones necesarias para que a una entidad biológica humana en desarrollo se la pueda considerar un hombre.

Puesto que respetar la dignidad propia de todos y cada uno de los hombres implica, entre otros imperativos irrecusables, no disponer de ninguno de ellos como medio, ni decidir sobre su origen, su vida, o su muerte, sea cual fuere su estado de desarrollo, su decrepitud, o sus carencias, es de importancia suma reflexionar acerca del inicio y del proceso vital de cada hombre.

Esa reflexión engloba dos cuestiones. La primera se refiere a cuándo el ser concebido de progenitores humanos es ya cuerpo humano; es una cuestión meramente científica hoy resuelta. La

segunda plantea el carácter personal de todo cuerpo humano, esto es, qué es lo que hace humano el cuerpo. La ciencia también tiene mucho que decir sobre este particular. Hoy dice lo suficiente para iluminar muchos interrogantes acerca del valor de la vida en sus extremos: la vida incipiente y la vida a término.

Para las dos cuestiones citadas, la clave esencial está en comprender que la dimensión corporal es un elemento constitutivo de la persona humana: un ser humano no tiene su cuerpo, él es su cuerpo. Cada uno no se identifica con la estructura biológica y al mismo tiempo, el cuerpo es signo de la presencia de la persona. La historia de cada persona no es simplemente la de su vida corporal. Lo peculiar de un cuerpo humano es que tiene un «titular» con nombre propio. El cuerpo manifiesta, en la plenitud propia de cada etapa, al ser con ese nombre propio. La biografía de cada uno tiene una trayectoria en el tiempo que es personal, un dinamismo creciente hacia la plenitud, de relaciones interpersonales con otros hombres, que tiene siempre como tarea y tendencia alcanzar la plenitud como hombre.

Inseparablemente, cada vida humana es la vida de un sujeto que es corporal, biológico, y que a la vez, es personal a lo largo de la trayectoria temporal de crecer, madurar, envejecer y morir. No son dos vidas autónomas ni tampoco una doble vida. No existe propiamente una vida animal del hombre porque el cuerpo del hombre es siempre un cuerpo humano. La decadencia, la limitación, el echarse encima de la muerte, no suponen pérdi-

da del valor personal. De igual forma, a una vida incipiente no se le puede negar la dignidad que le confiere su carácter personal, por el hecho de no manifestar todavía las peculiaridades que corresponden a otra etapa de su vida y sólo alcanza tal manifestación en ese tiempo.

De ahí que nuestra reflexión haya de dar cuenta de que, en cada sujeto humano, la fusión de su vida autobiográfica y la vida físico-biológica es inherente y originaria, pertenece a su esencia. La actitud ante el hombre depende de cómo se concibamos ese entrelazamiento.

En la cultura dominante se han dado dos regresiones. De una parte, la reducción de lo personal y lo biológico, de mente y cerebro, lleva a confundir la dignidad y el valor de la persona humana, con el valor y la dignidad de la vida en cuanto proceso orgánico. Y de otra, la separación dualista de lo personal y lo biológico, de mente y cuerpo, lleva a considerar a éste como algo que se posee, pero que no que se es, y que puede manipularse a voluntad. Es decir se separa conceptualmente el ser persona del «ser biológicamente humano».

Para ambas perspectivas, pertenecer a la especie humana es un hecho biológico carente de relevancia ética: sólo sería persona el individuo de la especie humana en cuanto expresa de hecho ciertas cualidades (autonomía, autoconciencia, racionalidad, etc.), cualidades todas ellas que requieren un largo periodo de tiempo de maduración del cerebro, incluso después del nacimiento.

Hablan, por tanto, de «emergencia» en el sentido de que el plus de realidad

que manifiesta la vida de cada ser humano —cultura, relaciones interpersonales, libertad, etc.— necesariamente tiene que emerger de los materiales que portan la información genética. El embrión humano no poseería el carácter propio e intrínseco de los miembros de nuestra especie. El carácter personal, la dignidad propia de cada ser humano, sería algo que le reconocen los demás en tanto cumple determinadas condiciones de desarrollo, senescencia, capacidad de razonar, etc.

Ahora bien, si el hombre no fuera más que sus procesos fisiológicos y neurobiológicos, el psiquismo humano, el mundo del espíritu, que de hecho se da en los seres humanos, no tendría explicación. El plus de realidad del hombre sobre el animal no es meramente biológico, precisamente porque se pone de manifiesto como liberación de un vivir encerrado en los meros procesos cerebrales, instintivamente confinado en las necesidades biológicas, que caracteriza a los animales.

Lo que en realidad se discute no se refiere a cuándo comienza la vida de cada hombre, sino cuál es el origen de ese plus de realidad de cada ser humano.

La pregunta del origen último de cada hombre no es una pregunta que pueda hacerse a la Ciencia, ni puede responderse en su nombre. Lo que se puede preguntar a la Ciencia es cuánto tiempo es necesario, una vez iniciada la fecundación de los gametos, para que la entidad humana viviente resultante alcance el desarrollo suficiente para que podamos con razón llamarla cuerpo. Se ha de tener presente que todo cuerpo humano, incluso con deficiencias, tiene un titular que posee

el carácter específico de todos los seres humanos.

La Ciencia no puede dar razón de por qué cada hombre es un viviente libre, ni del origen de ese atributo. No obstante, la biología humana aporta un conocimiento de gran riqueza: la trayectoria vital única de cada hombre está intrínsecamente potenciada por la capacidad de relación personal que posee. Lo específico humano, venga de donde viniere, es algo inherente, ligado a la vida recibida de los progenitores; no es mera información que emerge del desarrollo.

2. La vida es un proceso temporal

Vivir es crecer, desarrollarse, madurar, renovar las células, regenerar los órganos y envejecer. En los seres vivos el conjunto individual es más que la mera suma de las partes. El atributo más llamativo y característico de un ser vivo es la capacidad de transmitir la vida dando paso a individuos de su misma especie.

Se debe a que cada uno posee esos materiales tan peculiares que son los cromosomas. Estos están formados por la doble hélice del DNA, una molécula que no sólo es informativa, sino que pueden copiarse a una estructura complementaria, y así conservar el mensaje al mismo tiempo que lo transmite. De esta forma los seres vivos surgen por generación de sus progenitores y son capaces de transmitir su peculiar organización a sus descendientes.

La organización de cada célula se basa en la existencia de moléculas sencillas, y comunes a todos los seres vivos, combi-

nadas en infinitud de formas distintas. Dos de estas macromoléculas, los ácidos nucleicos —el DNA y el RNA— y las proteínas, aportan la identidad a cada una de las especies. Cada individuo de una especie posee un conjunto de ambas biomoléculas que es distintivo de la especie a que pertenece. La complejidad estructural de los seres vivos está asociada siempre a una función determinada. Cada componente y cada parte de un organismo vivo —el oído, una flor, la membrana de una célula—, tiene su función propia y, a su vez, su funcionamiento se armoniza para que el conjunto, el individuo, viva.

Permanecer vivo exige un continuo intercambio con el medio natural, que varía con el tiempo. Este movimiento continuo aleja al ser vivo del equilibrio mortal: sin intercambio de materia y energía no hay vida. Para cada parte del organismo y de cada célula, el medio es el resto del cuerpo o del órgano del que forma parte. Durante el desarrollo embrionario el medio natural es la madre. Tras el nacimiento, ese medio natural es externo. La vida de todo organismo tiene una trayectoria desde el inicio al final porque está en continuo intercambio con el medio propio de cada etapa.

Las funciones de los seres vivos dependen de su interacción con el medio. Hasta el más modesto organismo es capaz de tomar materiales sencillos de su entorno y emplearlos en obtener energía para crecer, para moverse etc.; y esos mismos sencillos materiales son transformados en las estructuras con las que construir su propio organismo. La interacción de los seres vivos con el

ambiente no acaba ahí; no sólo lo transforman y reciben energía de él, sino que los seres vivos se adaptan al ambiente, autorregulando sus capacidades según lo que el entorno les ofrece.

La Biología ha alcanzado una comprensión clara de los procesos vitales, entendiéndolos como una *cooperación dinámica de genes y medio* que da lugar a la expresión regulada de los genes durante la constitución y desarrollo de un nuevo ser. Cada ser vivo tiene una vida suya y propia, con un inicio y un final; y un desarrollo temporal en el que se completa, crece, se adapta a diversas circunstancias y transmite la vida.

La vida es dinámica, activa de forma ordenada, progresiva, continua; y en cada momento de la existencia se actualizan sólo las potencialidades que le corresponden a esa etapa. Ese continuo cambio que induce siempre a alejarse del equilibrio es lo que permite que la trayectoria vital no se detenga.

Desde esta perspectiva, el inicio de la vida de un individuo se puede definir como un *proceso constitutivo*, con un comienzo neto. Mientras que el desarrollo posterior es un *proceso consecutivo* de construcción, con crecimiento diferencial, maduración y envejecimiento; y la muerte natural como un final también neto del proceso.

3. El cigoto de nuestra especie es cuerpo humano

La fecundación es el proceso dinámico y temporal por el que cada individuo se constituye a sí mismo a partir de los ga-

metos aportados por los progenitores. La información genética heredada aumenta a lo largo de las horas que dura el proceso de la fecundación, gracias a la interacción de los genes con los componentes del medio intracelular, con el resultado final de que el cigoto es más que la mera suma o fusión de los gametos.

La fecundación se inicia con el reconocimiento específico de especie y la activación mutua de los gametos paterno y materno, maduros, y en el medio adecuado. Desde el punto en el que el espermatozoide alcanza al óvulo se produce una liberación de iones calcio que se difunden como una onda hacia la zona opuesta; y en ese punto queda fijado el eje dorso-ventral del cuerpo. Perpendicular a él, se establece el eje cabeza-cola, a falta de determinar qué polo será el cefálico y cuál el caudal, lo que sucederá en la segunda semana del desarrollo, con lo que queda fijado el eje derecha-izquierda.

La concentración de iones calcio en el espacio celular del óvulo que se está fecundando regula los procesos que ocurren a lo largo del tiempo de la fecundación. El proceso esencial que se regula por estas señales moleculares es la estructura de los cromosomas; los cambios que ocurren preparan la regulación de la expresión de los genes. Se genera de esta forma nueva información a la que se denomina *información epigenética*.

La fecundación de los gametos materno y paterno de la que resulta el individuo es un proceso epigenético debido a que la información genética heredada se retroalimenta a lo largo de las horas que dura el proceso y el resultado, el cigoto,

es más que la mera suma de la fusión de los gametos. El cigoto es un organismo en estado de una célula y a tiempo cero. Tiene el patrimonio genético suma de los cromosomas maternos y paternos, igual a cada una de las células que constituirán el organismo, pero no es una mera célula con información genética de ese individuo de esa especie concreta. Su genoma posee el estado característico y propio de inicio de un programa de vida individual.

La célula con el fenotipo cigoto está dotada de una organización celular que la constituye en una realidad propia y diferente de la realidad de los gametos, los materiales biológicos de partida. Posee polaridad y asimetría de tal forma que tiene trazados los ejes dorso-ventre y perpendicular a él el eje cabeza-cola, que establecerán la estructura corporal. Y se ha constituido mediante un proceso de autoorganización del material biológico resultante de la fusión de los gametos paterno y materno.

Todos los procesos que tienen lugar dentro del ovocito que se está fecundando están regulados por los niveles de iones calcio alcanzados en cada zona concreta del citoplasma. De ese modo, el proceso de formación del cigoto queda regulado en el espacio y en el tiempo.

Por su parte, el pronúcleo paterno atrae al pronúcleo materno hacia el centro del cigoto que se está constituyendo, y ahí se reúnen. Mientras se aproximan, las membranas nucleares se desintegran; los cromosomas paternos y maternos se constituyen, se mezclan, y se alinean ordenadamente en un plano que queda determinado juntamente por dos puntos:

el lugar ocupado por el material genético del óvulo, y el punto de entrada del espermatozoide. Quedan así los materiales genéticos preparados para la primera división del cigoto que da origen al embrión de dos células.

Los diversos componentes del interior celular se ordenan en una distribución asimétrica siguiendo el gradiente de concentraciones de iones calcio y que ofrece una zona rica y otra pobre en estos iones. Este rasgo hace diferente al cigoto de cualquier otra célula, le confiere polaridad y asimetría, lo que significa que sus componentes se reordenan según el trazado de los ejes que establecerán, pasado el tiempo, la estructura corporal.

4. El genoma del cigoto está en estado de inicio del programa de desarrollo

El ADN, que forma todos y cada uno de los pares de cromosomas del cigoto, tiene una estructura espacial y unas marcas químicas diferentes de las que tenía en el material genético de los gametos vectores de la herencia paterna y de la materna.

Durante las horas que dura la fecundación, el ADN de ambos progenitores cambia hasta alcanzar la estructura y el patrón de marcas propios de un nuevo individuo en fase de iniciar la expresión de los genes propios¹. Con ello se origina un nuevo genoma que está en el estado característico y propio de inicio de un programa de vida individual.

¹ Weaver, JR, Susiarjo, M, Bartolomei, MS. «Imprinting and epigenetic changes in the early embryo». *Mamm Genome* 20, (2009), 532-543.

Es bien conocido que la secuencia del ADN de cada par de cromosomas heredado no cambia a lo largo de la vida de cada individuo. Es su dotación genética presente en todas y cada una de las células que forman los diversos órganos, tejidos y sistemas. Sin embargo, cada línea celular adquiere, especialmente durante el desarrollo embrionario, unas características propias de célula de hígado, o de riñón, etc.

Este proceso de diferenciación celular supone que en cada caso se expresan unos genes y se silencian otros, de forma que las proteínas son diferentes y, con ello, las funciones que las células de los diferentes órganos realizan en la unidad del organismo. La regulación selectiva de la expresión de los genes requiere la actuación de ciertas señales moleculares; requiere, en especial, que las hebras del ADN de los cromosomas adquieran en diferentes regiones una diferente organización espacial, que se logra mediante la incorporación, o la eliminación, de un grupo metilo en la citosina, uno de los cuatro sillares de las hebras del ADN.

Si una citosina se encuentra metilada en una región reguladora concreta, la expresión de los genes asociados a esa secuencia quedan silenciados. De ahí que el cambio del patrón de metilación de la citosina esté en la base de la diferenciación celular que acompaña al desarrollo embrionario, lo mismo que a la maduración y envejecimiento del organismo. A su vez, este proceso está rigurosamente regulado: existen diversos factores que lo influyen, como, por ejemplo, la modificación química de las histonas, un tipo

de proteínas que empaquetan y organizan espacialmente la doble hebra del ADN.

Es muy diferente el proceso de génesis de los gametos masculinos y femeninos. También lo es la estructura de sus respectivos genomas. El genoma de los espermios está muy condensado y metiladas muchas de sus citosinas. Con el inicio de la fecundación, el genoma paterno se descondensa y desmetila, e inmediatamente se reorganiza y se pliega sobre las histonas. Los cambios de distribución de las histonas continúan durante las primeras divisiones².

En el genoma diploide del cigoto, el patrón de metilación de cada uno de los cromosomas que forman cada par, lo que llamamos su *impronta parental*, es diferente según su origen, paterno o materno. Durante la fecundación ocurre una serie de metilaciones y desmetilaciones que provocan que el patrón del ADN del cigoto sea específico y muy diferente del patrón específico que presentaba en los gametos que le han originado.

Sin embargo, se mantiene inalterado el patrón de metilación de un conjunto de genes, denominados genes *con impronta*. Estos, a diferencia del resto, se regulan durante el desarrollo de tal forma que sólo se puede expresar una de las dos copias del gen, denominadas alelos, ya sea la que procede del padre, ya la que aporta

la madre. Aunque son pocos estos genes son esenciales para el normal desarrollo del individuo.

Así pues, en el cigoto se combinan, esto es, se integran y reprograman, dos genomas altamente especializados, de modo que permiten la totipotencialidad, una propiedad exclusiva del cigoto. El genoma del cigoto, con su peculiar estructuración genética, irá permitiendo la formación y desarrollo de un organismo de forma armónicamente coordinada, tanto en el espacio corporal como en el tiempo de la vida.

Con la fecundación se ha producido un «encendido», una puesta en acto, de la expresión de la información de los genes, que son el patrimonio del nuevo individuo. No basta la mera fusión de los gametos en cuánto portadores, cada uno, de la mitad del patrimonio genético. La fecundación es un proceso activo, epigenético en cuanto requiere las señales moleculares generadas en el curso del mismo proceso, que se inicia con la activación recíproca de los gametos de los progenitores y acaba generando el cigoto, una célula con fenotipo único.

Si, en el hombre, el proceso de fecundación no acabara correctamente, o consistiera simplemente en una estimulación del ovocito, el resultado sería una célula capaz de sufrir algunas divisiones. Podría ocurrir incluso que las células generadas de esa división alcanzasen una morfología parecida a la de un embrión de pocos días, pero nunca darían origen a un individuo. Es un viviente en su etapa unicelular, que sin solución de continuidad inicia su desarrollo.

2 McLay DW, Clarke HJ «Remodelling the paternal chromatin at fertilization in mammals». *Reproduction* 125(2003):625-633; Ooi SL, Henikoff S «Germline histone dynamics and epigenetics». *Curr Opin Cell Biol* 19 (2007) 257-265; Okada,Y, Yamagata, K., Hong, K., Wakayama, T. Zhang,Y. «A role for the elongator complex in zygotic paternal genome demethylation». *Nature* (2010) 463, 554-559.

El cigoto es la única realidad unicelular *totipotente* capaz de desarrollarse a organismo completo siguiendo la trayectoria vital generada, que permite un crecimiento como organismo según ejes. Un crecimiento diferencial y ordenado en el que las multiplicaciones celulares se acompañan de diferenciación celular según el sitio que ocupan.

Si todas las células que se forman por divisiones sucesivas de las primeras del embrión temprano se mantuvieran iguales y uniformemente distribuidas no formarían un ser vivo, sino un conjunto de células sin unidad vital. Sin embargo, el desarrollo es un crecimiento acompañado de diferenciación celular y de la distribución espacial de las células según los ejes corporales. No basta que se forme el hígado, o los pulmones, sino que cada estructura funcional ocupa el sitio que le corresponde en la unidad de organismo que posee la forma corporal que le corresponde como individuo de la especie.

El cigoto es la única entidad unicelular totipotencial, capaz, por ello, de desarrollarse hasta organismo completo, siguiendo la trayectoria vital que se generó. Es, por tanto, un cuerpo en estado unicelular en tiempo cero. Es un viviente de la especie de sus progenitores con las características propias del momento inicial, tiempo cero, de su vida. Una entidad que no puede confundirse con una célula común, que viviera en un medio que le permitiera crecer y originar un conjunto de células vivas. El cigoto es un cuerpo, no una simple célula.

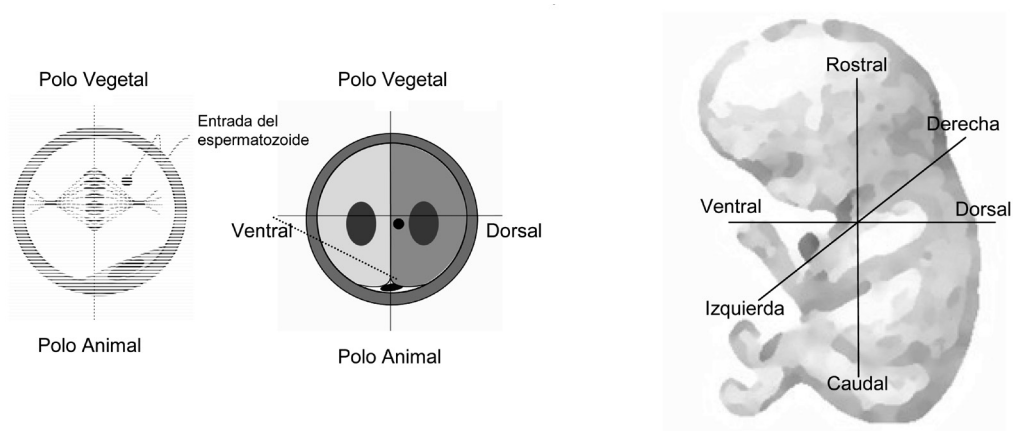
5. Guardamos memoria de nuestro primer día de vida

El conocimiento de que el diseño corporal de los mamíferos comienza a determinarse con la fecundación, ha supuesto un cambio sorprendente en el pensamiento de la Embriología³.

Sólo diez años atrás, tal afirmación habría sido considerada una herejía científica. Se pensaba entonces que los embriones de los mamíferos eran en sus primeros días un conjunto de células prácticamente iguales entre sí, e iguales al cigoto del que procedían. Eran resultado de divisiones simétricas, de mera segmentación. Aunque se conocía con bastante precisión la existencia de moléculas en las membranas de las células derivadas de las primeras divisiones, que permitían su estructuración y funcionamiento como organismo unitario, se pensaba que sólo más tarde, en el momento de la implantación en la pared del útero, las células adquirirían «destinos» diferenciados, determinados por su posición en el embrión, y que determinaban, a su vez, su posición en el futuro cuerpo.

La asimetría del cigoto establece el plano de división celular que, a su vez, orienta al embrión bicelular según los ejes corporales. De la primera división resultan dos células desiguales entre sí y diferentes del cigoto, que, además, seguirán caminos diversos en el desarrollo ulterior. Ellas dos constituyen una unidad orgánica, el embrión en estado bicelular,

3 Pearson H. «Your destiny from day one». *Nature* 418 (2002), 14-15.



e interaccionan específicamente entre sí a través componentes moleculares de sus membranas.

Las dos células tienen diferente concentración de iones calcio; estos regulan la expresión de la información genética y la velocidad de multiplicación celular. Por ello, la célula más rica en dichos iones se divide antes, en un plano ecuatorial, perpendicular al de la primera división y genera así el embrión tricelular. Más tarde se divide la otra, pero lo hace en un plano meridional. Al filo del primer día de vida el embrión está constituido por cuatro células dispuestas en una orientación espacial precisa.

Dos investigaciones recientes dan información del primer día de vida de cada individuo. Según la primera de ellas, las dos células que forman el embrión bicelular tienen, de hecho, diferente contenido en los RNA mensajeros⁴, lo que pone

de manifiesto una vez más la asimetría inherente del cigoto.

Las células derivadas de la célula pobre en iones calcio comienzan a diferenciarse bajo la acción propia de los genes específicos de un tejido extraembrionario, denominado trofotodermo. Por el contrario, las procedentes de la más rica en iones calcio son pluripotenciales, capaces, mientras forman parte del embrión, de producir todos los tipos celulares del cuerpo. Esta capacidad es conferida por los genes específicos de la pluripotencialidad, que se activan por los iones calcio, y que, por algún tiempo, dan órdenes a las células que se mantengan indiferenciadas, sin definir aún en qué dirección proseguir la maduración.

Si estas células se separan por disección del embrión, se convierten en las llamadas células troncales (generalmente llamadas células madre) embrionarias, dejan de estar bajo el control de la unidad orgánica y se hace posible dirigir artificialmente su maduración hacia ciertos tipos celulares.

4 Roberts, R.M. Katayama M., Magnuson, S.R. Falduto, M.T., Torres K. E.O. «Transcript Profiling of Individual Twin Blastomeres Derived by Splitting Two-Cell Stage Murine Embryos». *Biology of reproduction* 84 (2011), 487-494.

Las células troncales embrionarias, tanto si están separadas del embrión, como si están formando parte de él, no son totipotenciales, como han afirmado algunos, sino sólo pluripotenciales. La totipotencialidad es la capacidad de originar un organismo completo y estructurado, cuerpo y placenta; mientras que la pluripotencialidad es la capacidad de diferenciar células y tejidos de muchas o todas las variedades existentes en el cuerpo, pero no un organismo completo.

El supuesto carácter totipotencial de los blastómeros iría en contra de la identidad del embrión. Si cada blastómero fuera totipotencial, el embrión no iniciaría su vida como un ser individual, cuyos componentes están integrados en una totalidad singular; sino como una entidad fluida, potencialmente plural, múltiple, en la que varios cigotos quedarían extrínsecamente reunidos por la zona pelúcida. No hay datos, al menos por ahora, que demuestren que los blastómeros aislados de embriones de cuatro u ocho células sean capaces por sí mismos de dar un organismo completo, sin el auxilio de otros.

El otro trabajo procede de estudios de fecundación humana *in vitro*⁵. Buscaban los autores fijar los criterios que permitieran conocer si ha habido, o no se ha producido, una fecundación completa y poder así distinguir entre embriones aptos para ser transferidos al útero, y em-

briones no viables. Para ello, analizaron el tiempo requerido para cada etapa del primer día de vida.

Once horas después de la completa división del cigoto, el embrión bicelular se ha transformado en embrión de tres células. Y una hora después, hay ya cuatro células que se han situado según los vértices de un tetraedro. En ese momento, se han degradado ya los RNAs mensajeros de origen materno, aportados por el ovocito, y que sintetizaban las proteínas de las membranas que unen entre sí las primeras células del embrión para formar una unidad corporal, y han sido sustituidos por los mRNA generados de la expresión de los genes propios del embrión.

Otra observación interesante de ese trabajo es que los blastómeros individuales de una buena parte de los embriones humanos intactos en fase de dos a diez células, o los de embriones anormales que han detenido su desarrollo en esas fases, tienen una expresión de genes que corresponden a edades diferentes de desarrollo. Sugieren que eso podría indicar que algunos blastómeros sufren paradas largas de su desarrollo, mientras que otros blastómeros siguen adelante a la velocidad normal propia de esas fases. Esto significa que, dentro de la unidad orgánica embrionaria, los diferentes blastómeros llevan un ritmo de crecimiento autónomo.

Ese hallazgo, según los investigadores, parece contradecir la idea generalmente aceptada de que los blastómeros del embrión de dos, cuatro, ocho y dieciséis células serían idénticos entre sí y estarían

5 Wong, CC, Loewke, KE, Bossert, NL, Behr, B, De Jonge CJ, Baer, TM, Reijo Pera, RA. «Non-invasive imaging of human embryos before embryonic genome activation predicts development to the blastocyst stage». *Nature Biotechnology* 28, (2010), 1115-1121.

sincronizados, incluso intercomunicados en la mórula, para desarrollarse en una unidad. Esto es, serían un conjunto uniforme, y en cierta medida informe, de células sin organización diferenciada. El hecho de que los blastómeros no sean equivalentes entre sí desde el inicio del desarrollo del cigoto; es un rasgo más que acentúa las diferencias que se dan entre la imagen «clásica» del embrión y la que está trazando la actual embriología molecular. La imagen nueva es incompatible con la anticuada noción del embrión «amorfo», homogéneo, hecho de elementos iguales entre sí, escindible, del que incluso podrían separarse grupos casuales de células capaces de establecer en cualquier momento dos sistemas nuevos..

Desde la primera división del cigoto a embrión bicelular el crecimiento se acompaña de una diferenciación de las diversas células siguiendo una trayectoria unitaria, programada de forma temporal y espacial.

6. Continuidad del desarrollo según la forma corporal dada por los ejes

En perfecta continuidad con el proceso de fecundación, el cigoto inicia el desarrollo con la construcción de las diversas partes del cuerpo. El individuo es inseparable de su desarrollo.

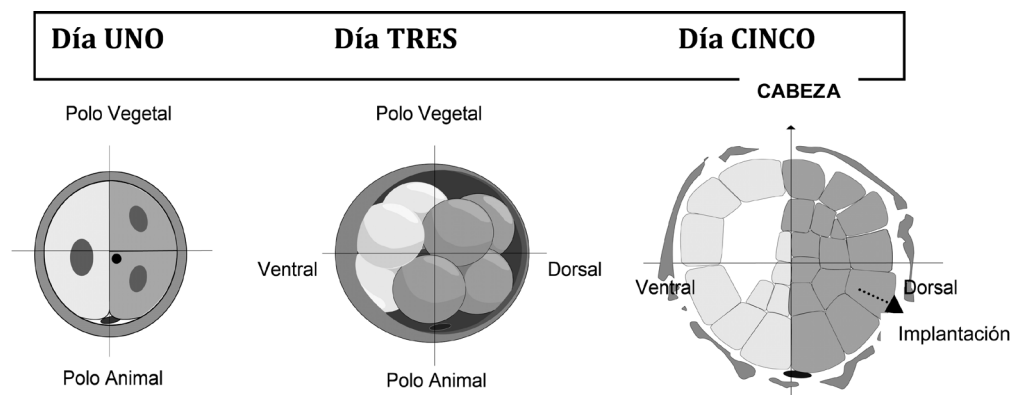
En el día tres el embrión consta de ocho células, cuatro son inmaduras, pluripotenciales, y otras cuatro han comenzado su maduración. El día cuatro empieza a formarse en el embrión una cavidad que desplaza hacia un extremo

las células inmaduras y el día cinco el embrión, ahora llamado blastocisto, se ha desarrollado durante su recorrido por las trompas de Falopio de la madre, en dirección al útero.

La autoorganización asimétrica, inicialmente de dos células desiguales, se mantiene a lo largo del desarrollo. Cada célula posee una historia espacial y temporal, que, en cierto modo, le informa de que forma parte de un organismo único, vivo y concreto, con un tiempo definido de desarrollo.

Si las células se mantuvieran iguales y uniformemente distribuidas no formarían un ser vivo: serían simplemente un conjunto sin unidad vital. Del cigoto totipotente derivan los diversos tipos de células troncales pluripotenciales; estas son capaces, a su vez, de madurar hacia tipos diversos de células troncales multipotenciales; y éstas de originar células progenitoras de tejido. Estas generan, finalmente, las células diferenciadas de los órganos y tejidos, capaces de organizarse en estructuras espaciales de funciones más o menos complejas.

En todas las etapas del desarrollo es imprescindible que las células inmaduras reciban una señal, generada en una etapa anterior, enviada desde otra célula más o menos distante, o mediada por contactos intercelulares. Cada célula —si se encuentra en el estado de maduración que le corresponde y, además, situada en su nicho propio — procesa esa señal, a través de interacciones moleculares y reacciones químicas ordenadas en una vía de señalización, que la interpreta y la ejecuta.



Así, la construcción del organismo se ordena jerárquicamente en el espacio y el tiempo, con un calendario natural de inicio y término para cada uno de los órganos, tejidos, etc. La distribución asimétrica de las células según los ejes céfalo-caudal, dorso-ventral y bilateral (derecha-izquierda) da lugar a la ubicación precisa de los diferentes órganos en el cuerpo.

Mientras anida, a lo largo de la segunda semana, el embrión se estructura en dos capas de células y genera nuevas células troncales. En el día ocho las células que forman la masa celular interna se transforman en una capa, que será el dorso del embrión y en el que está definido el eje céfalo-caudal. Las células que la limitan forman la segunda capa y son las progenitoras de estructuras extraembrionarias.

7. El embrión pasa a la etapa de feto

El día quince concluye la evolución del embrión de dos a tres capas y el blastocisto pasa a denominarse gástrula. Este proceso es un masivo movimiento

de células que se desligan y descienden de la primera a la segunda capa a través de una estructura provisional conocida como línea, o estría primitiva. Entre ambas capas se ubican las células que constituyen la tercera.

Esta estructura de tres capas ordena el desarrollo completo del organismo. La lógica de la trayectoria unitaria de cada individuo conlleva que se formen en primer lugar los sistemas que como el nervioso y el circulatorio cumplen funciones de integración de las partes.

Hay constancia de que dieciséis días después de la fecundación comienzan a formarse los vasos, la sangre, y las células neuronales. Y hacia el día veintiuno aparece el esbozo cardíaco como centro motor de la circulación sanguínea y se produce el primer latido.

Se puede definir que el final de la etapa embrionaria humana⁶ y el comienzo de la fetal ocurre cuando aparece la estría primitiva y no ha alcanzado las

6 Findlay, JK, Gear, ML, Illingworth, PJ, Junk, SM, Kay, G, Mackerras, AH, Pope, A, Rothenfluh, HS, Wilton, L. «Human embryo: a biological definition». *Human Reproduction* 22, (2007), 905-911.

ocho semanas de desarrollo desde la primera división mitótica. La aparición de la línea primitiva, o de la cresta neural de la que derivan las células del cerebro, no supone un hito especial que cambie la realidad ontológica del individuo. Cuando se estructure el cerebro y madure siguiendo la trayectoria vital de ese individuo se actualizarán las potencialidades correspondientes y aparecerán las manifestaciones propias de los circuitos neuronales, de igual forma que cuando los pulmones estén constituidos y maduros podrán comenzar a ejercer su función respiratoria.

El individuo concreto, inseparable de su desarrollo, va adquiriendo el fenotipo que le corresponde en cada momento de la vida: actualiza la plenitud de su ser biológico en cada etapa concreta. Ninguno de esos estados de la vida posee diferente nivel de realidad ontológica. Es el mismo individuo el que existe en plenitud de vida embrionaria o fetal, joven o anciano.

8. Identidad biológica-identidad personal

El ser vivo concebido de nuestra especie es una nueva unidad de información en acto, «encendida» y que irá actualizando paso a paso las potencialidades que posee. La información heredada consiste en un orden —la secuencia de los cuatro nucleótidos del ADN— que, a su vez, crea estructuras orgánicas ordenadas, los RNA y proteínas, que son funcionales. El orden de colocación en el ADN, de las cuatro bases, es la información genética,

el patrimonio o dotación genética de los individuos de cada una de las especies. Está presente en cada una de las células del organismo y no cambia a lo largo de la vida.

El genoma heredado aporta la pertenencia a la especie y la identidad biológica del individuo. También en el ser humano. Y, por serlo, la identidad biológica es signo de la identidad personal. De tal forma que el criterio para determinar quién es un ser humano es un criterio externo; en efecto, es la identidad del cuerpo como existencia continuada en el espacio y el tiempo. El cuerpo «dice quién es»: la cara, gestos, la voz, hasta la forma de moverse, identifica al titular de ese cuerpo.

Somos capaces de reconocer la cara de un ser querido entre una multitud, y somos capaces de reconocer a parientes de un amigo por sus parecidos. Si una persona pierde el conocimiento y la memoria, si se olvida de quien es, son los demás los que pueden decirle «eres fulano, marido de, ingeniero, naciste en...», porque pueden percibir en sus rasgos la continuidad corporal antes y después del accidente. La continuidad corporal, identidad biológica, es signo de la continuidad de la persona, identidad personal. Más aún, ante la duda de «quién es» alguien se puede acudir al análisis de sus peculiaridades genéticas, y determinar técnicamente su identidad biológica.

A pesar de que la secuencia de nucleótidos del genoma heredado, el genotipo, no cambia a lo largo de la existencia del individuo, el soporte material de la información genética queda modificado por la

interacción con el medio, a lo largo de su vida: cambia el estado estructural con el tiempo y cambia el estado del ADN en las diversas partes del cuerpo. La interacción de los componentes del medio, interno y externo al viviente, va cambiando constantemente y con ello a su vez el estado del viviente mismo, el fenotipo.

Aparece así una información, que crece con el proceso vital, que ordena temporal y espacialmente el desarrollo y la vida, al regular la expresión de la información genética, la construcción del organismo. Esta información, que se denomina epigenética, no se hereda sino que se genera en la constitución del individuo y se amplía a medida que avanza el desarrollo. Gracias a esta información, la vida del viviente es una trayectoria unitaria y discontinua en el tiempo, con etapas en que se suceden de manera ordenada: cigoto, embrión, feto, neonato, joven, etc.

Las células van diferenciándose y especializándose, ordenándose en tejidos y órganos, maduran y envejecen al tiempo que mantiene la información acerca de la propia historia.

La vida requiere un programa de desarrollo que ordena los mensajes de los genes en el tiempo y que están coordinados en el espacio orgánico, y así permite la formación armónica y sincronizada de las diversas partes del cuerpo, de los diversos órganos, tejidos y sistemas. Programa que en cada ser humano está potenciado con la libertad que le hace no quedar encerrado en los procesos biológicos corporales.

9. La existencia de gemelos idénticos no supone que el embrión temprano no sea uno

Cada individuo es uno en cuanto que su existencia sigue una trayectoria particular de expresión del mensaje genético. Y es único y diferente a cualquier otro no sólo por la combinación única de genes que hereda de sus progenitores, sino por las fluctuaciones propias de su trayectoria, que hace diferentes incluso a los gemelos con idéntico patrimonio genético.

Conocemos de manera inequívoca que en el cigoto hay un plano o mapa que hace que la organización del embrión está creada al inicio, antes de la implantación. Esto supone un cambio profundo en la idea del embrión, e invalida la duda acerca de que la existencia de gemelos idénticos suponga falta de individualidad del embrión en el periodo de tiempo previo a la implantación en el útero materno.

Con frecuencia, la generación espontánea de gemelos se consideró falta de organización unitaria del embrión en el estado previo a la implantación, carencia de unicidad. Tal carencia de carácter individual se ha usado para poner en tela de juicio el carácter de individuo de la especie humana del embrión de pocos días.

Sin embargo, los datos actuales hacen muy difícil admitir que un organismo, que no es una masa informe de células, pueda partirse en dos. Los gemelos proceden de la formación de dos cigotos de una misma fecundación y no como fisión de un embrión para originar dos embriones.

Se conoce que la frecuencia de gemelos ocurre en situaciones de bajo nivel de calcio en la madre. Mientras se fecunda un óvulo con bajo contenido en iones calcio, se puede alterar la sincronización de dos procesos habitualmente sincronizados: división celular y organización intracelular polarizada, que culminan con la generación del cigoto. La división de un óvulo durante el periodo de fecundación, y antes de que ésta termine, daría lugar a dos células simétricas, iguales entre sí, e iguales al óvulo en fecundación.

Obviamente esto no es un embrión bicelular ya que las dos células no son desiguales, sino dos células iguales, que si cada una de ellas continuara el proceso fecundante y alcanzara el resultado de cigotos asimétricos, una sola fecundación habría dado lugar a dos cigotos idénticos.

En todo caso, suponiendo que los gemelos se generasen a partir de un solo embrión, el proceso no consistiría en la simple partición de un individuo en 'mitades', o 'cuartos'. La existencia de ejes que organizan el conjunto de células derivadas de la multiplicación del cigoto no permite referirse a una fisión del embrión, como si se tratara de una realidad biológica simétrica y homogénea. Es decir, aún en el caso de que de un embrión se separaran algunas células, este material celular sería el material de partida que sólo tras constituirse en célula totipotencial, en un nuevo cigoto, iniciaría sólo entonces una nueva y diferente trayectoria vital unitaria.

10. Relación con la madre y autonomía del embrión

Desde el primer día de vida se desarrolla un diálogo molecular entre el embrión y la madre, que se inicia a instancia del embrión. Éste libera moléculas, interleuquinas, que reciben los receptores específicos de las trompas uterinas. Como repuesta, las trompas, producen varias sustancias que permiten el crecimiento, inyectan la vitalidad que el embrión necesita, y sitúan las moléculas de superficie, complementarias de las del embrión, que permiten a éste rotar a lo largo del recorrido y le indican el lugar donde puede detenerse para anidar.

En respuesta al proceso natural de la gestación, el cerebro de la madre cambia desarrollándose el cerebro social, se hace un cerebro materno. Estos cambios inducen en ella el vínculo de apego afectivo-emocional.

Durante años se supuso que el embrión humano iniciaba de forma tardía expresión de sus genes. Durante los primeros días de vida dependía de las proteínas y RNA presentes en el citoplasma del óvulo. Sin embargo, gracias a la mejor calidad de las técnicas de análisis se puso de manifiesto expresión de genes del cromosoma Y en embriones masculinos en el primer día de vida. La expresión de al menos unos 30 genes propios es anterior a la fase de cuatro células. Y llegan a expresarse más de 700 en el paso de cuatro a ocho.

Recientemente se ha conseguido cuantificar los productos del metabolismo de embriones individuales como un medio

para identificar su salud. El embrión antes de la implantación utiliza sustratos del medio, oxígeno, azúcares y fuentes de energía; tiene su metabolismo propio.

La dependencia de la relación con la madre no supone carencia de autonomía como individuo. La gestación aporta, a manera de nicho natural, las señales moleculares y celulares necesarias para las etapas del desarrollo del embrión. La relación con el medio difiere en las diversas etapas de la vida del individuo sin que suponga en ninguna de las etapas diferencia de entidad ontológica.

11. Simbiosis de dos vidas: tolerancia inmunológica

El diálogo molecular convierte al sistema inmunológico materno en tolerante hacia el embrión, mitad materno y mitad paterno. La atmósfera de tolerancia inmunológica creada en el diálogo molecular, hace que las defensas de la madre contra lo extraño se desactiven, la madre perciba al embrión como algo no propio, diferente de ella y, sin embargo, sin las señales de peligro que activarían sus defensas frente al hijo.

Este proceso biológico natural de tolerancia inmunológica, tiene lugar a través de una red de sustancias que liberan armónicamente ambos, madre e hijo, y que actúan localmente silenciando todas las células maternas que generarían el natural rechazo hacia lo extraño: las células denominadas «asesinas naturales», los linfocitos T, tóxicos para las células extrañas; y los linfocitos B, que producen los anticuerpos de rechazo.

La gestación se convierte así en una convivencia de dos vidas: el hijo no es una parte de la madre ni tampoco un injerto que sería rechazado.

12. Intercambios de células entre el feto y la madre: microquimerismo materno

En la convivencia de la gestación, cada feto aporta a la madre células inmaduras que rejuvenecen su cuerpo. Estas células «jóvenes», pasan a la médula ósea y en algunos casos se ha podido observar que participan en los procesos regenerativos del cuerpo materno. También de la madre pasan células al feto. La vía de intercambio de células en doble dirección genera un microquimerismo en ambos.

El microquimerismo es muy frecuente, y se da también en sujetos a los que se ha transfundido sangre, o en los que han recibido órganos trasplantados. El intercambio celular es activo en el caso de algunos gemelos monocoriónicos, en cuyas placentas hay vasos comunicantes. Esos gemelos son siempre quimeras de las células de la sangre y de otros tejidos.

Las quimeras genéticas son organismos en los que coexisten poblaciones celulares procedentes de dos o más individuos. Se supuso durante tiempo que procedían de la fusión de dos o más embriones, por lo que mientras no se cerrara la posibilidad de fusiones el embrión no poseería unidad.

Es posible que el fenómeno de fusión embrionaria pueda existir: de dos gemelos si uno muere el otro pudiera incorporar algunas de sus células. Lo que

supondría un trasplante embrionario de muerto a vivo. Un trasplante de órganos, o una transferencia de células, no supone pérdida de la unidad corporal.

13. El carácter personal del cuerpo humano: qué lo hace humano

13.1. ¿Qué hace humano el genoma de cada hombre? No más genes

Contamos actualmente con un catálogo completo de las diferencias genéticas entre el hombre y el chimpancé. Lo más característico, y que llama poderosamente la atención, es que cada ser humano tiene más creatividad —una identidad personal suya y diferente de la de los otros— que cualquier animal, con menos biología. Tanto que se dice que la lectura del genoma humano ha constituido una humillación: la humillación de los genes.

13.2. Las características morfológicas y fisiológicas propias del cuerpo del hombre no es cuestión de tener más genes

Por una parte ha habido «pérdida» de genes que suponen reducción de capacidad de adaptación al medio, y que llamativamente son ganancia en posibilidad de manifestación del carácter personal. Por ejemplo, una mutación en el gen de la miosina, MYH16, se traduce en una fibra muscular más fina que permite al hombre el gesto típicamente humano de la sonrisa, a cambio de una disminución de la musculatura de la masticación. Compensará con el arte culinario la pobreza

biológica de un débil aparato triturador de alimentos.

Los cambios en los genes en la línea humana se caracterizan por tener una repercusión muy alta en el fenotipo, justamente porque han tenido lugar en regiones de los cromosomas que contienen elementos reguladores. Las modificaciones más llamativas son las de la expresión de genes que regulan la construcción del cerebro durante el desarrollo embrionario. Por ejemplo, el gen FOXP2 en la línea humana ha adquirido dos mutaciones que le convierten en un importante factor regulador, esencial en el momento concreto del desarrollo embrionario humano en que se crean las estructuras neuronales del habla y del lenguaje.

El acontecimiento crítico que condujo al establecimiento de las mayores diferencias entre el cerebro del hombre y los primates está asociado con los cambios en la reorganización de los cromosomas sexuales, X e Y. En la evolución de los mamíferos los cromosomas sexuales han seguido un proceso de paso de información del cromosoma Y al X. El cromosoma Y se ha ido reduciendo de tamaño, llegando a contener solamente los genes específicos de la masculinidad, mientras que el X se ha enriquecido almacenando genes importantes, especialmente genes para construir el cerebro. En las hembras, XX, uno de ellos se inactiva en los diversos tejidos y de esa manera se iguala la dosis genética con los machos XY.

Pues bien, este proceso se invierte justo en el momento de la aparición de los primeros hombres, con un paso de información genética del cromosoma X

al Y. La región del X-Xq21.3 —que pasó al Y-Yp11— contiene un gen que codifica una molécula de adhesión expresada en el cerebro y que está implicada en las interacciones específicas entre neuronas. Es una proteína esencial para crear la arquitectura cerebral específica con lateralización de los hemisferios cerebrales, propiedad exclusivamente humana. Además, las dos copias del gen, localizadas una en el cromosoma X (PCDHX) y la otra en el Y (PCDHY), se expresan en diferente momento del desarrollo del embrión mujer y del embrión varón, regulados por las hormonas sexuales, y causan el dimorfismo sexual del cerebro humano.

13.3. Pobreza biológica: presupuesto del plus de realidad de cada hombre

El cuerpo del hombre muestra rasgos morfológicos y funcionales muy peculiares, todos ellos ligados al peculiar cerebro humano, que ponen de manifiesto la pobreza biológica que le caracteriza.

Por estar de pie y tener que sujetar la musculatura la cadera, la pelvis adquiere una forma que hace estrecho el canal del parto en la mujer. La criatura humana nace siempre, por ello, de un parto prematuro, sin acabar, y necesitada de un «acabado» en la familia.

La construcción y maduración del cerebro de cada hombre no está cerrada, sino abierta a las relaciones interpersonales y a la propia conducta. Tiene una enorme plasticidad neuronal y sobre todo ello está necesitado, para ser viable y para alcanzar la plenitud, de atención y

relación con los demás. Las neurociencias dan buena cuenta de la necesidad de ese modo de acogida maternal-familiar, en las primeras etapas de la vida, para el desarrollo cerebral y la armonización de la vida intelectual y afectiva.

El desarrollo psicofísico, el aprendizaje, etc., requieren un ámbito de relaciones personales de textura familiar, sin el que el niño sufra retrasos en su maduración intelectual y personal. No se inicia el desarrollo de la corteza cerebral, ni se distribuyen las funciones en los dos hemisferios propios del cerebro humano si no llegan, en edad temprana, las conexiones que el sistema límbico emite hacia la corteza al «procesar» las emociones.

Las características del cerebro humano aportan el presupuesto biológico a un viviente, que requiere relación personal y sentido de la vida para su desarrollo natural.

13.4. Un viviente no-especializado que humaniza las necesidades biológicas

Los animales «superiores» poseen una operatividad intensa: tendencias, modos de comportamiento, etc., que están ligados y son paralelos al desarrollo y maduración de su sistema nervioso. El cerebro animal procesa la información que les llega de fuera siempre y cuando el estímulo específico de su especie esté presente. La información genética heredada aporta al animal una disposición a aprender a vivir, y les capacita para adquirir un conocimiento y dar respuestas

instintivas, o modos de comportamiento, que son automatismos dirigidos desde la unidad funcional del organismo.

La naturaleza ata perfectamente los mecanismos de la supervivencia, de tal forma que sólo con violencia se pueden desatar. Configura los instintos al modo de un nudo gordiano, nudos que no se pueden deshacer por estar hincados o amarrados a los extremos de la cuerda. El cerebro animal funciona tan perfectamente que es capaz de ajustar muy bien la respuesta a los estímulos dirigidos a aquellas necesidades biológicas de las que depende la supervivencia del individuo y de la especie. Alcanzan así una tal especialización a lo que les conviene para sobrevivir, que las especies tienen su propio nicho ecológico donde tienen cubiertas todas las necesidades. El animal está de esta forma encerrado, especializado, en el espacio vital de su nicho ecológico, y en presente, puesto que los estímulos —desencadenantes de una respuesta en tanto tienen significación biológica— provocan comportamientos que son específicos y automáticos.

En el entorno propio de la especie tiene la vida resuelta, por estar perfectamente adaptado, o especializado, a vivir en ese medio ambiente. Este dinamismo cerrado en el automatismo de las leyes biológicas dicta la vida a todo animal no-humano. La especialización al nicho es riqueza biológica. De hecho, poseer nicho es una cuestión de supervivencia del individuo y de la especie. De manera que si cambian las características del entorno, o bien algunos individuos de la población poseen rasgos que les

permiten adaptarse a las nuevas circunstancias y dejar descendientes, o por el contrario se extingue la especie. Este es el mecanismo de la selección natural, ley de vida natural de todo viviente no humano.

El animal «sabe» lo que le conviene y no se equivoca. El estímulo, por ejemplo el olor, color, textura de un producto, si tiene hambre pone en marcha el sistema de recompensa de su cerebro, que a la manera de un semáforo, le da luz verde y se dirige a por tal alimento. Lo saben por la emoción que despierta, y que procesa su cerebro. Eso significa el nudo gordiano: que lo conveniente es agradable y genera el deseo de ir a por ello, mientras que lo inconveniente desagrada y hace que huya, o ataque. De la emoción experimentada guardan memoria en el cerebro. Así aprenden y no tropiezan dos veces en la misma piedra. El animal funciona con un «entonces, si» pero no entiende de razones, no las necesita. El instinto es su «razón». Bien ajustado y apretado el nudo gordiano. Es así como la biología les dicta la vida y no se le pueden pedir razones de su actuar.

El comportamiento de los animales viene dado por la dotación genética, ya que el cerebro se construye según la expresión de la información genética que posean. Los que poseen capacidades operativas intensas —los mamíferos y entre ellos los primates—, poseen circuitos de conexión entre neuronas, regulación del flujo de información, un buen metabolismo que aporta suficiente energía para la actividad neuronal, etc. Para ello requieren más genes y sobre todo una excelente

regulación de la expresión de aquellos que aportan la información para construir y madurar un «buen cerebro». Más genes y más capacidad de regular su expresión es lo que permite que los individuos de esa especie posean más autonomía del medio; o dicho de otra forma, un nicho ecológico más amplio.

Ser «más con más genes» es la ley de la naturaleza no humana. Y esa mayor intensidad de vida —más autonomía— se consigue sacando más partido a los genes, al combinarlos mediante una buena regulación. A esto se refiere la idea de «alma vegetal» y «alma animal», según una nomenclatura clásica y prácticamente obsoleta. Sólo los animales, y porque tienen genes para producir neuronas, tienen sentidos, sensibilidad. Sacar más partido a los genes supone que con ellos se autoconstruye un organismo con un sistema nervioso organizado por un «buen cerebro».

Sin embargo, el actuar del hombre pone de manifiesto, hasta en el nivel más pegado a la biología, que no está estrictamente sometido a las condiciones materiales. En primer lugar, no tiene un conjunto fijo de estímulos, sino que puede interesarse por cosas que incluso no existen. Una vez captado el estímulo, puede reaccionar a él de formas diversas, no determinadas biológicamente, a veces culturales y a veces «contraculturales», e incluso no reaccionar. Además, no se pone automáticamente en marcha la respuesta, cuando se dan acontecimientos biológicamente significativos; o, si se pone, puede liberarse de ese automatismo. Podemos expresarlo diciendo que cada hombre

afloja las ligaduras que atan a los genes: los nudos gordianos.

La conducta humana no sólo no es instintiva ni automática sino que además humaniza las tendencias naturales necesarias. Así por ejemplo, es un gesto humano universal mostrar afecto, acogida y hospitalidad invitando a comer; la celebración de fiestas se suele acompañar de un banquete, se brinda, etc. También es un gesto típicamente humano privarse voluntariamente de la comida, incluso hasta hacer huelga de hambre si tiene razones para hacerlo. La inclinación natural a satisfacer el hambre está en función de la conservación de la vida y sin embargo, la inclinación no obliga necesariamente: puede tener motivos para no seguirla. No está obligado a comer algo estrictamente determinado en la especie, sino que es capaz de hacer arte culinario, para prepararse los alimentos. Y también le es posible envenenarse por equivocación.

La existencia de cada hombre no está ni dictada por la biología, ni resuelta por ella, sino que aparece liberado del automatismo biológico regido por el instinto de satisfacer la inclinación. Y abre a la relación personal el fin natural de la inclinación.

13.5. *Una biología no determinada por el mantenimiento de la especie*

La constitución de todo individuo de cualquier especie animal está pautada por los ciclos biológicos de la transmisión de la vida: la causa eficiente y suficiente de la constitución del cigoto animal es el proce-

so de fecundación de los gametos de sus progenitores. Ese proceso biológico causa la vida de un individuo que como todo animal no humano está finalizado exclusiva y necesariamente a vivir —construir y madurar el organismo— y transmitir la vida. Un ciclo vital cerrado en sí mismo y pautado por la naturaleza y sólo en orden al mantenimiento de la especie. Para ello el nudo gordiano que dicta la reproducción lo tiene bien ajustado con la época de celo. Algún acontecimiento cambiante —el olor de los genitales de la hembra, el color de la cola del pavo real, los sonidos que emiten los ciervos, etc. se producen justamente en el tiempo fértil de la hembra. Y esos estímulos olfativos, visuales, auditivos, procesados en el cerebro, determinan que el instinto sexual conduzca a la cópula precisamente cuando la hembra puede quedar preñada. De esa manera la zoología dicta la reproducción en función de la especie. Dicta la frecuencia del nacimiento de prole adaptada al mantenimiento de las generaciones, bien ajustado el nudo. Si este se rompiera la especie se extingue.

Cada viviente no humano carece de fin en sí mismo y no requiere una causa final que dé cuenta de su existencia individual: su existencia está sumergida en la dinámica de la vida de la especie a que pertenece y de las especies que pueblan la Tierra. Transmitir la vida para los animales es aportar con los gametos propios el soporte material que contiene la información genética de la especie. Es dar paso a la vida a un congénere que realizará su propio y nuevo ciclo vital, repitiendo el contenido del mensaje.

Por el contrario, la unión corporal en la transmisión de la vida, como todos los gestos humanos naturales, tiene carácter personal. La biología humana muestra que la transmisión de la vida humana no está en función de la especie, ni ajustada por el instinto, ni reducida a los individuos mejor dotados por la biología, ni pautada por selección natural a la adaptación de la especie al entorno.

El engendrar humano está liberado del automatismo de la reproducción animal. No existe en los seres humanos el determinismo biológico temporal que acopla la «época de celo» con el tiempo fértil de la hembra. Por otra parte, el tiempo de fertilidad humana femenina corto, en relación con el número de años vivido, es signo de un viviente que ha de tener edad suficiente para el uso de razón para educar a los hijos, y juventud suficiente para la vida familiar de los hijos, necesariamente larga, puesto que la criatura humana nace inacabada y prematura.

Además, la menstruación femenina tiene sentido en razón del peculiar significado de la sexualidad humana, abierto y liberador del automatismo zoológico. Es el único signo externo perceptible del ciclo femenino de fertilidad, a diferencia de los animales en que la fertilidad es advertida por cambios físicos y de comportamiento que pauta el reclamo instintivo. Es un signo oculto para el automatismo biológico y sólo racionalmente puede ser buscado y conocido, haciendo de la paternidad un proyecto personal de uno y una, a quienes la naturaleza no impone la obligación ni de engendrar hijos, ni les pauta el número.

Los padres humanos no son simples y eficientes donadores de gametos. Es ley natural del hombre que la sexualidad es un ámbito natural personal que no requiere humanización por la cultura. El modo de expresar el afecto sexuado, es siempre y en todos los lugares, aquel modo que hace posible la generación. La satisfacción de la atracción sexual no es una necesidad y, a su vez, es un ámbito plenamente natural y menos cultural que otros, como puede ser el modo de vestirse, o de mostrar en los gestos la situación de fiesta, donde las pautas de conducta son variables según la cultura.

La apertura, o capacidad de relación interpersonal, es un elemento nuevo no presente en los animales. El plus de realidad de cada uno es capacidad de aflojar ese tipo de ataduras que encierran en los ciclos biológicos de la especialización que asegura su supervivencia y la de la especie.

13.6. *El plus de realidad de cada hombre*

Lo genuinamente humano de cada hombre aparece como un conjunto de capacidades, específicas todas ellas y debidas a su liberación del automatismo biológico. Una liberación que se pone de manifiesto en la deficiencia natural que tiene en el campo instintivo. El ser humano es capaz de técnica, educación y cultura, con lo que soluciona los problemas vitales que la biología no le da resueltos. Su ciclo vital de intereses-conducta está abierto «más allá del nicho ecológico. Está hecho para trabajar y trabaja. Si no

trabajara tendría que someterse automáticamente a las condiciones materiales del medio ecológico.

Cada hombre tiene mundo, no sólo hábitat, en cuanto que se relaciona con los demás y se hace cargo de la realidad en sí misma, objetivamente, y no sólo de modo subjetivo en función de su situación biológica. No es que tenga un nicho ecológico amplio, sino que tiene el mundo por hábitat. Tener mundo es proyectar un futuro, salir del nicho. No estar siempre en un presente, aunque el presente pueda ser «rico». La técnica es uso de instrumentos y construcción de instrumentos para un fin. Es proyectar para un uso futuro. Requiere proyectar a iniciativa propia, solucionando así lo que no le da ni el instinto, ni el aprendizaje desde los congéneres. La técnica requiere salirse del presente obligado y exclusivo como tiempo de vida.

Lo que permite a cada ser humano liberarse del dictado de la biología es la capacidad de dilatar en el tiempo tanto la satisfacción instintiva como toda clase de satisfacciones, precisamente escapando del encierro en el presente. Cada hombre sale así del encierro instintivo del animal en el «conviene», o «no conviene», hasta lo «bueno» o lo «malo» en sí mismo genuino del actuar humano. Puede decidir actuar a favor de los principios que todo hombre puede conocer y puede no seguirlos. La educación recibida, la cultura en que se desenvuelve influyen, facilitando o dificultando el buen hacer, pero tampoco le determinan a un modo de proceder.

Esta independencia, liberación del «me gusta, me apetece, o incluso lo

necesito», es autonomía de sí mismo, o libertad. Autonomía de sí mismo, libertad, requiere como presupuesto necesario no tener especialización biológica, tener pobreza biológica que no da resuelta la vida, sino tener que trabajar que resolver los problemas con cultura, con técnica, con trabajo.

La liberación del encierro en el nicho ecológico convierte la vida de cada uno en tarea a realizar y por ello una empresa moral. Es un «más vivir», un plus de realidad de cada hombre.

13.7. *La base biológica, o presupuesto de la libertad*

¿Cómo se rompe el automatismo y se libera del encierro? O dicho de otro modo ¿Cómo afloja cada uno las ataduras de los nudos gordianos?

La respuesta de la ciencia es espléndida: es precisamente la capacidad de frenar la dinámica de los circuitos cerebrales. Inhibir —mediado por los neurotransmisores químicos— la excitación de los circuitos neuronales rompe el automatismo de la respuesta. La excitación neuronal es un disparo del flujo de los circuitos neuronales, pero hay freno propio. Cada uno puede «parar y pensar» otras alternativas. Puede dilatar la satisfacción de las respuestas placenteras, de las respuestas impulsadas por la ira, etc. El cerebro de cada uno tiene caja de cambios, no se dirige instintiva o automáticamente, ni a velocidad constante: frena y para. El tiempo es para cada uno el espacio de las respuestas personales.

Y esto, sin nueva información genética, sino empleando la información genética especialmente en desarrollar con la propia vida las conexiones cerebrales inhibitorias implicadas en regular y «parar» el flujo de información de los circuitos neuronales.

Unas conexiones que se amplían y agilizan con la repetición de actos de control de las inclinaciones naturales.

13.8. *Dos dinamismos y un único principio vital*

Por ello, las facultades específicamente humanas —el lenguaje, el conocimiento intelectual, la voluntad, la capacidad de amar, el sentido religioso—, no están ligadas directamente a un órgano. Lo pone en evidencia el hecho de que están abiertas a desarrollarse y a retroalimentarse mediante hábitos, y no meramente con el paso del tiempo, o el desarrollo orgánico. De hecho, la trayectoria vital de cada uno tiene un trazado diferente, porque cada cual es él y no otro.

Estas facultades son instrumentos naturales del hombre, a través de los cuales cada hombre manifiesta algo de sí. Son el equipaje con que venimos al mundo, facultades para la manifestación personal. El cuerpo de cada hombre es signo de la presencia de la persona que es su «titular». El cuerpo humano tiene un lenguaje que manifiesta a la persona. Habla acerca de una realidad que no se agota en la descripción de los procesos fisiológicos, sino que remiten más allá, a la persona. Lo cual, obviamente no

indica que operen sin el cuerpo, ni sin el cerebro adecuado, por el contrario, éste es condición previa. Presupuesto previo; lo cual no se puede confundir con que el cerebro sea sede del alma humana.

En cada hombre concurren en la unidad de su principio vital dos dinamismos constituyentes distintos: el propio de su naturaleza biológica, y el propio de su libertad personal.

No se trata, como hemos señalado, solamente de que cada hombre posea más información genética en su genoma, ni de que cada uno como individuo de la especie saque más partido a sus genes. Se trata de que cada cuerpo humano se construye de hecho por un principio vital que está potenciado con libertad dando lugar a ese plus, que indetermina la vida biológica y la convierte en biografía personal.

Como para cada animal, el principio vital de cada hombre se genera en su concepción; el plus humano es refuerzo de la información genética de cada viviente humano. Comunica libertad al principio de vida transmitido por sus padres con la constitución misma del patrimonio genético. Lo específico humano es por tanto inherente, y originario, ligado a la vida recibida de sus progenitores y no mera información que emerge del desarrollo.

La libertad humana queda situada en lo más alto e íntimo del ser humano. Esa dimensión corporal, abierta y relacional, que es precisamente el elemento constitutivo de la personalidad humana, es signo de la presencia de la persona y no

causa. La libertad, que capacita a cada uno para marcarse sus propios fines y decidirse, procede de la persona. Hace humano el cuerpo al liberar a cada uno de quedar encerrado en el automatismo de lo meramente biológico.

No existe una «propiedad biológica» que explique la apertura libre, intelectual y amorosa de los seres humanos hacia otros seres. Las notas descritas por la biología que describen el carácter de persona, y con ello el fundamento de la dignidad humana, no es otorgado por las acciones del sujeto, sino que es algo previo a éstas. La pobreza biológica del cuerpo humano es el presupuesto, no la causa, para que pueda liberarse del automatismo determinante de los procesos biológicos.

La ciencia biológica no puede dar razón de por qué cada hombre es un viviente libre, ni del origen de esa capacidad. No puede dar explicación del origen de ese plus o «vivir más», que no es mera vida biológica más compleja, sino tener la vida como tarea, empresa moral. No obstante, la biología aporta un conocimiento de gran riqueza: el principio vital único de cada hombre está intrínsecamente potenciado por la capacidad de relación personal que posee.

Con independencia de las creencias religiosas, la biología humana, como ciencia, reconoce la presencia en los individuos de la especie *Homo sapiens* de un dinamismo vital abierto y desprogramado y propio del individuo de esa especie.

Finalmente, podemos concluir que el concebido de nuestra especie, el cigoto humano, es persona porque es un cuerpo de hombre en la fase de inicio de su desarrollo. El embrión humano es el mismo individuo humano el que existe en la vida embrionaria, en la juventud o en la ancianidad.

En la concepción de cada cigoto el principio de vida generado desde la dotación genética heredada de los padres queda liberado del automatismo biológico. Obviamente, las manifestaciones de la persona sólo pueden hacerse explícitas a un determinado y gradual nivel de desarrollo y maduración corporal. Pero cada cigoto humano se desarrolla como hombre y no a hombre.

Bibliografía:

- López-Moratalla, N, Iraburu Elizalde, MJ. «Los quince primeros días de una vida humana». EUNSA 2ª edición, Pamplona, 2006.
- López-Moratalla N. «La dinámica de la evolución humana. Más con menos». EUNSA, Pamplona, 2007.
- Sueiro Villafranca, E., López-Moratalla N. «Comunicación materno-filial en el embarazo. Vínculo de apego». EUNSA, Pamplona, 2010, 2ª edición.

Artículos disponibles on line con la bibliografía científica completa del Informe:

- Tomás y Garrido, GM, López Moratalla, N. «De la totipotencia del cigoto a las células troncales maduras y de reserva». *Cuadernos de Bioética* 70, (2009), 317-331 (www.aebioetica.org)

- López-Moratalla, N. «Comunicación materno-filial en el embarazo». *Cuadernos de Bioética* 70 (2009), 303-315 (www.aebioetica.org)
- López-Moratalla, N. «El cigoto de nuestra especie es cuerpo humano». *Persona y bioética* (2010), 14, 120-140. (www.arvo.net)
- López-Moratalla, N. «La realidad del embrión humano en los primeros quince días de vida». *Persona y Bioética* 21, (2004), 6-23 (www.arvo.net)
- López-Moratalla, N. «El engendrar humano. El primer viaje de la vida en la madre». *Familia et Vita*, IX, 3, (2004), 158-172 (www.arvo.net)
- López-Moratalla, N. «El embrión humano como individuo: una visión epigenética». En *La humanidad in vitro*. Ed. Comares, Granada, 2002 (www.arvo.net)
- López-Moratalla, N. «Una lectura de la neurobiología actual desde la antropología trascendental de Leonardo Polo». *Studia Poliana*, 11, (2009), 21-46 (www.arvo.net)
- López-Moratalla, N. «Genes, Brain and Maternal Behaviour». En *Humanismo, Ciencia y sociedad*. Documentos Humboldt 9, (2009), 111-172 (www.arvo.net)
- López-Moratalla, N. «La búsqueda en el cerebro de la dotación ética innata y universal». *Acta Philosophica*, II, (2010), 29 (www.arvo.net)
- López-Moratalla, N, Cerezo, M. «The self-construction of a Living Organism». En: *Information and Living Systems. Philosophical and Scientific Perspectives*. George Terzis and Rober Arp editors, The MIT Press, London, 2011, 177-204 (www.arvo.net)