

COMPRENDER EL INICIO. ELEMENTOS BIOLÓGICOS Y ANTROPOLÓGICOS PARA LA DEFINICIÓN DEL EMBRIÓN HUMANO UNICELULAR (CIGOTO).

Dr. Rodrigo Guerra López

(IX Congreso de la Federación de Centros e Instituciones de Bioética
de Inspiración Personalista, La Habana, Cuba. mayo de 2013.)

Doctor en Filosofía por la Academia Internacional de Filosofía
en el Principado de Liechtenstein;
Director General del Centro de Investigación Social Avanzada (www.cisav.mx);
e-mail: rodrigo.guerra@cisav.org



Introducción.

Una de las más antiguas discusiones filosóficas es la relativa a qué es una definición, cuáles son sus clases y qué uso puede llegar a tener. Cuando una persona se enfrenta a la no fácil labor de *definir* a la *definición* rápidamente cae en cuenta que está delante de un problema arduo que requiere una paciente dilucidación. Definir, por otra parte, es importante. Es una exigencia al momento de pretender hacer referencia a algo con cierto rigor. Dar por supuesto - ¡sin verificarlo! - que se sabe la definición de una cierta realidad sobre la que se conversa o se discute puede llevar a complicaciones infinitas. Este es el caso del tema que hoy nos compete: definir al cigoto humano, es decir, al embrión humano unicelular.

Desarrollo.

En una gran cantidad de debates biológicos, filosóficos y jurídicos recurrentemente los participantes dan por sentado qué es el cigoto humano. Y, sin embargo, ¿es esto claro? ¿es posible dar una definición de él? ¿qué tipo de definición se requiere? ¿qué perspectiva disciplinar uno debe escoger si desea rigor y radicalidad en la comprensión?

Existe una gran cantidad de literatura sobre el embrión humano desde su etapa unicelular. Casi toda está vinculada a investigaciones en materia de biología del desarrollo. Sin embargo, al revisar toda esta literatura no es fácil encontrar una definición apropiada de este. Por ejemplo, Bruce M. Carlson, dice simplemente que cuando los cromosomas paternos y maternos se entremezclan y se organizan con rapidez alrededor del huso mitótico, la “fecundación se ha completado, y el óvulo fecundado se denomina cigoto”¹. De manera muy similar, T. W. Sadler afirma que “el desarrollo inicia con la fertilización, es decir, el proceso por el cual el gameto masculino, el esperma, y el gameto femenino, el ovocito, se unen para dar lugar a un cigoto”². Así mismo, Keith L. Moore sostiene que “éste óvulo fertilizado, conocido como cigoto, es una célula diploide grande que es el comienzo, o *primordium*, de un ser humano”³.

Todas estas definiciones sin lugar a dudas pueden ser pertinentes para formas convencionales de reproducción basadas en la fusión de un gameto masculino con un gameto femenino. Sin embargo, si pensáramos que estas definiciones buscan universalidad real dejarían fuera a los posibles embriones humanos fruto de clonación o de partenogénesis.

Por ello, consideramos pertinente hacer las siguientes consideraciones en orden a la obtención de una definición de cigoto más aproximada a su realidad.

1. Fecundación y aparición del embrión unicelular (cigoto)

Los conocimientos científicos actuales sobre el comienzo de la vida humana y sus primeras fases son fruto de las adquisiciones ofrecidas por la biología del desarrollo e integran los conocimientos de la embriología, la fisiología y la anatomía con los propios de la biología molecular, de la biología celular, de la genética y de la inmunología.

En la especie humana, como en todos los mamíferos, los gametos masculinos y femeninos maduros, denominados espermatozoide y óvulo, provienen de *células germinales primordiales* (PGC). Estas no poseen exactamente la misma información genética que los organismos que las generan. Dicho de otro modo, las PGC son una *novedad real en materia de información*. Esto es relevante debido a que entonces la originalidad génica del eventual embrión aumenta dramáticamente⁴. El embrión, aún desde el esta-

dio unicelular (cigoto), posee un genoma que *evidencia por su estructura informacional la existencia de un factor de individuación diverso al de sus progenitores*.

La penetración del espermatozoide en el óvulo conlleva la fusión de las membranas de los gametos lo cual produce una reacción de bloqueo para la entrada de otros espermatozoides. Este es un importante indicador empírico de que existe un *sistema causal autónomo en el óvulo recién fecundado*. Este indicador estará acompañado de otros que de manera casi simultánea se suscitan: expulsión del segundo cuerpo polar; intercambio de protaminas a histonas en donde el pronúcleo masculino sufre una suerte de aceleración o una alta reprogramación epigenética, mientras que en el pronúcleo femenino esta misma actividad o reprogramación se presenta de manera menos dramática⁵; asociado a este último fenómeno se manifiesta claramente que existe una asimetría epigenética entre ambos pronúcleos. Asimetría que, por otra parte, no se presenta cuando se realiza clonación por transferencia de un núcleo celular somático. Esta última cuestión muestra que *el proceso natural de fecundación incide de manera real en la configuración del cigoto y en el eventual desarrollo embrionario*⁶. ¡Esto muestra que el proceso natural de fecundación es relevante en el proceso de constitución de la peculiar *finalidad no-determinista* del desarrollo embrionario!

Los procesos que se desencadenan con la fertilización incluyen la *transición-maternocigótica*, esta transición lleva consigo la degradación de transcritos maternos y la activación del genoma del cigoto que implica al mismo tiempo, una reprogramación de la expresión de genes que es esencial para el desarrollo embrionario subsiguiente. Aunque la principal actividad transcripcional, es decir, de la expresión de genes, ocurre durante el estadio dos células, *la transcripción es evidente en el embrión-1-célula*. Este conjunto de eventos refuerzan todavía más la idea de que *el cigoto es un verdadero sistema causal autónomo con información propia*.

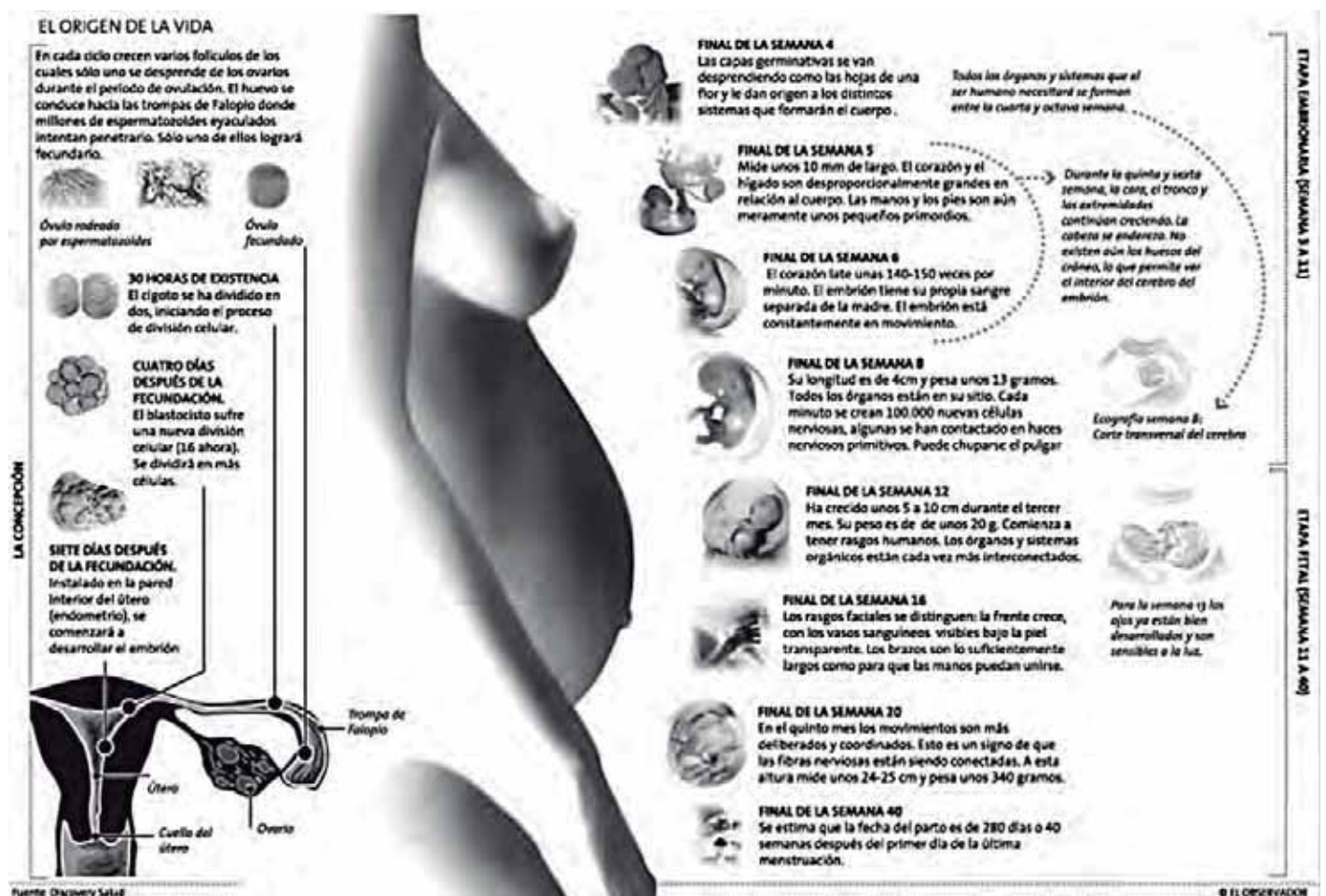
De hecho, aún cuando el contenido genético es el mismo en ambos gametos (núcleo haploide, 23 cromosomas), diferencias en la información epigenética en cada uno de ellos refuerza su naturaleza distintiva. Este sistema de marcado epigenético confiere estabilidad a la expresión de genes y a la estructura de la cromatina, logrando que la información se *traduzca* de manera adecuada durante el desarrollo del organismo que inicia desde el embrión-1-célula. Es decir las ‘marcas’ o información epigenética contribuyen al desarrollo y dicha información puede regular el destino celular. De hecho, un asunto sumamente relevante consiste en que *aún antes de la fusión del material nuclear de los gametos, en el cigoto se ha iniciado un proceso finalmente controlado* que es posible detectar.

La génesis de la polaridad, es decir la ‘*regionalización*’ en los embriones tempranos de los mamíferos es otro aspecto importante para el desarrollo de todo el organismo. Teóricamente, la *polaridad* es el resultado de la distribución de los ARNm y proteínas dentro de un embrión. Este fenómeno se conoce bien en algunas otras especies pero en mamíferos aún se ignoran muchos detalles del mismo. Aún así, existen ya varias evidencias que sugieren que *el establecimiento de los ejes del embrión puede llevarse a cabo ya en el cigoto, y que los ejes embrionario-abembrionario, antero-posterior (craneal-caudal), se encontrarían, por ende, delimitados en el embrión pre-implantado*⁷.

Asimismo cabe mencionar que el desarrollo del embrión de mamífero es altamente *regulativo*, esto significa que aunque pueda haber una tendencia en el seguimiento de ciertas pistas del patrón que se dan a lo largo del desarrollo de pre-implantación normal, el destino celular no está fijado de manera determinista, y si el embrión es perturbado el patrón podrá, bajo ciertas condiciones, modificarse o volver a establecerse. Esto muestra que existe una *peculiar teleología no-mecanicista, no-rígida, que conduce una tendencia en el seguimiento de un patrón embrionario*. Autores como Ernst Mayr denominan a este fenómeno *teleonomía*.

Existen evidencias moleculares y celulares que se dan entre la fertilización y la implantación que sugieren la existencia del mencionado *patrón embrionario*. Contamos, por una parte, con los estudios sobre las primeras divisiones del cigoto que parecen insinuar la existencia de patrones “flexibles” que conducen al desarrollo embrionario permitiendo cierta plasticidad⁸. Esto sugiere que el embrión unicelular puede contener factores responsables de la diferenciación celular localizados *asimétricamente*, lo que permite reforzar la idea de que *el establecimiento del plan de desarrollo embrionario comienza antes de la fusión de los pronúcleos, y se encuentra, de hecho, preparándose de manera remota aún antes de la fecundación*.

En el estadio de 8 células ocurre una redistribución de proteínas localizadas en la membrana celular, así como de componentes del citoesqueleto. En este estadio, los blastómeros comienzan el proceso de compactación. Como consecuencia de la localización diferencial de componentes y de las divisiones *simétricas y asimétricas* que ocurren al estadio de 8 células, los blastómeros resultantes al estadio de 16 células heredan diferentes concentraciones de ciertos componentes de membrana. En este estadio se pueden distinguir por primera vez dos grupos de células en el em-



brión: las células *internas* y las células *externas* (que rodean a las células internas). Esto manifiesta no sólo que en el estadio de 8 células existe una localización diferencial de componentes *sino que esta localización es originada por un proceso anterior que, aunque complejo, precede causalmente a este efecto*.

2. El embrión unicelular como organismo

Así mismo, cuando uno mira con atención los resultados de las investigaciones contemporáneas sobre biología del desarrollo en mamíferos es posible detectar que el cigoto, es decir, el embrión unicelular desde el momento de la fecundación posee una membrana que lo distingue no como una célula del progenitor sino como un organismo diferenciado del mismo. Esta biomembrana incorpora moléculas nutricias que sintetiza, es decir, ensambla, reacomoda y desmantela componentes que permiten un automantenimiento durante cierto tiempo así como captura y almacenamiento de energía para consumo futuro. La sola existencia de la membrana no explica el que el embrión sea un organismo pero colabora a ello.

Otros factores que permiten identificar al embrión como un organismo son:

- Al interior del cigoto existen un conjunto de mecanismos que regulan la mayoría de los procesos de manera tal que se mantiene una homeostasis. Esta regulación al darse al interior del todo y estar al servicio del todo, puede ser calificada como autoregulación.
- El cigoto posee subsistemas, uno de los cuales, el que podemos denominar subsistema génico, regula el automantenimiento, el desarrollo y eventualmente la reproducción del nuevo organismo. Este subsistema y todos los otros están interconectados por señales químicas, como la difusión de iones, moléculas y reacciones químicas que se propagan al interior del cigoto constituyendo una red.
- El cigoto, así mismo, puede ajustarse de manera autónoma a algunos cambios ambientales sin arriesgar su existencia. Esta capacidad de ajuste, evidentemente, no es ilimitada sino que está condicionada por su frágil composición.
- El cigoto posee metabolismo propio, es decir, existe un procesamiento de sustancias químicas mediante complejas secuencias de reacciones que tienen como resultado el acumular energía. Gracias a esta energía acumulada se podrán llevar a cabo tareas en el cigoto no es ya el de la madre sino que posee una determinación intrínseca diferenciada a ella.
- De hecho, el metabolismo propio del cigoto está fuer-

temente endeudado en una relación de tipo *hardware-software* igualmente propia, que se diferencia a la de la madre. En efecto, los ácidos nucleicos almacenan información (software) que funciona como un elemento primordial del programa de desarrollo del cigoto, mientras que las proteínas trabajan (hardware) con objetivos definidos gracias a este programa. Estos dos dominios químicos (ácidos nucleicos y proteínas) pueden apoyarse mutuamente debido a que existe un canal de comunicación altamente refinado que utiliza un código preciso: el código genético.

3. El embrión unicelular como sistema

Este comportamiento peculiar del embrión unicelular o cigoto nos permite decir que es un:

- SISTEMA: es decir, no es un agregado de partes sino una totalidad integrada y coordinada en la que las partes colaboran de manera sinérgica y trabajan con funciones diferenciadas manteniendo unidad. Esto quiere decir que cumple con las características de un *todo* integrado por *partes*⁹.
- SISTEMA UNITARIO: la contigüidad de las partes y una cierta relación entre ellas no justifican la unidad propia de un sistema como el que mencionamos. La unidad de la que hablamos es la que hace de cada una de las partes un elemento de un sujeto al que en sentido propio se le puede *atribuir* una característica o grupo de características. Dicho de otra manera, pueden existir sistemas de orden, cuyo factor de unidad no es tan grande que haga que las partes estén interpenetradas formando un continuo al que se le pueden adscribir *proprie dicitur* características y perfecciones diversas. Un cigoto, no es un sistema de orden (todo de orden) sino una *unidad discreta verdadera*. El cigoto es un *todo unitario*, es decir, posee características diferenciadoras y unidad intrínseca reales tanto a nivel estructural, como a nivel funcional.
- SISTEMA VIVO: el cigoto es un sistema en el que el ADN participa en la síntesis de proteínas y las proteínas participan a su vez en la síntesis del ADN. Podemos decir que cuando pensamos estar frente a los planos de construcción del cigoto tenemos que pensar que la obra que se realiza con ellos eventualmente también se integra en los planos que se utilizan para que se siga construyendo¹⁰. Esta peculiar dialéctica se incrementará conforme se avancen en los diversos estadios de desarrollo embrionarios. La circularidad dinámica que podemos constatar en las relaciones entre ácidos nucleicos y proteínas ha conducido a que se identifique este proceso con el nombre de *autopoiesis*¹¹. Un organismo vivo precisamente no se distingue de un organismo no-vivo

por las moléculas que lo constituyen sino *por el peculiar proceso de autoconstrucción que ocurre en esta unidad discreta y singular integrada, por supuesto, por moléculas*. La capacidad autopoietica del cigoto permite identificarlo como un *verdadero sistema causal autónomo de base molecular, es decir, como un sistema vivo*¹².

- SISTEMA CON CLASE NATURAL DEFINIDA: el cigoto posee un genoma diverso al de otras especies de vivientes y diverso al de sus progenitores. Esta diversidad es uno de los factores que más elocuentemente muestran, manifiestan, la especie y la individualidad del nuevo organismo. Concentrémonos primero en el asunto de la “especie”.

Los segmentos de ADN del genoma de un organismo con lo necesario para replicarse se denominan genes, la secuencia de genes, acomplexados en las proteínas histonas y de proteínas no histonas se denominan, cromosomas. El número de cromosomas, su ordenamiento y el contenido de información de cada uno de ellos es característico de cada especie y se denomina “cariotipo”. Los seres humanos poseemos 23 pares de cromosomas. El cariotipo y el genotipo humanos, desde la fusión de los pronúcleos, son signos manifestativos de la identidad biológica del cigoto y permiten que este desarrolle un ciclo vital “específico” que lo distingue de otros tipos de organismos vivientes. Dicho de otro modo, aunque el cigoto aún no ha alcanzado su término final, su término *ad quem*, él es un estructural y dinámico término *a quo* definido y destinado *ex natura sua* a convertirse a través de un proceso no-determinista en el término *ad quem*. Esto quiere decir que el genotipo fija el desarrollo *específico* del cigoto. Desarrollo que, por otra parte, puede no ser exitoso, ya que la fijación es, como hemos dicho “específica”, versa sobre la “especie”, no sobre el conjunto de condiciones que pueden llevar a término la embriogénesis.

El designar, por ello, al cigoto como un “organismo humano” o como un “ser humano” *no es un recurso artificial o convencional* sino el modo de reconocer su “clase natural” en el lenguaje ordinario y en el científico. Una clase natural es un conjunto de objetos agrupados por su pertenencia real a un cierto tipo de entes (los que poseen un mismo genotipo) y no por mera convención¹³. Más aún, la expresión “organismo humano” o “ser humano” es un “designador rígido”, es decir, es un término que designa a una misma cosa en todos los mundos posibles en los que la tal cosa exista y designa nada en los mundos en los que no existe¹⁴. Por ello, un cigoto humano es siempre un “organismo humano”, es siempre un “ser humano”. La delimitación de un “ser humano” no es arbitraria al menos desde un punto de vista biológico. Siempre, se refiere a un sistema unitario viviente con genotipo humano.

El embrión humano unicelular es un auténtico *ser hu-*
16 / ENERO - ABRIL 2014

mano, es decir, *un organismo humano biológicamente identificable*.

- SISTEMA HUMANO INDIVIDUAL: el genoma del cigoto, y en general del embrión, se expresa lentamente. La regulación de la expresión posee una gran importancia. Los factores estrictamente genéticos se combinan con los epigenéticos para determinar qué genes se expresan en cada ocasión. Esto origina que el proceso de desarrollo embrionario no sea un proceso determinista sino que al contrario la noción de “regulación” precisamente intente fundir el que existe una tendencia que se muestra en un cierto patrón y al mismo tiempo el que existe un grado importante de indeterminación en la propia tendencia.

La direccionalidad que existe en este proceso es real pero es compatible con cierto grado de espontaneidad de tipo “autopoietico”. Esta espontaneidad define gradualmente la identidad génica del organismo humano a nivel biológico. ¿Esto significa que la identidad génica no es estable? En efecto, el genoma, en sus características individuales, en el modo cómo se expresan los genes en un cierto momento, no es estable ni en los primeros estadios de desarrollo embrionario, ni tampoco en la vida adulta. La influencia de diversos factores, incluso ambientales, colaborará a la modificación de las notas individuantes del genoma de un organismo humano. Más aún, la identidad génica es replicable tal y como parece que sucede en los casos de gemelación monocigótica, por ello, si bien expresa en algún grado la individualidad óptica del organismo, *no se identifica unívocamente con ella*. La individualidad biológica es manifestación de la individualidad fundante de un organismo, es decir, de la individualidad que como sistema posee el cigoto y que además también se manifiesta en su particular proceso teleológico.

El fenotipo o conjunto de características morfológicas observables, por su parte, ofrece otro escenario: en cada fase denota individualidad e irrepetibilidad del todo, del sistema completo que denominamos “ser humano”. En este punto conviene considerar que *lo que* está vivo propiamente hablando es el organismo humano, es el sistema completo, no el genoma o algún otro componente. Así, *el organismo humano individual se constituye por la interrelación integrada de todo lo que él es y no sólo por su genoma*.

¿Cuál es la relación, entonces, entre el fenotipo y la identidad orgánica del embrión humano? Si por «identidad orgánica» del embrión humano se conciben tanto los elementos genéticos, los epigenéticos, y cualquier otro elemento material que se encuentre articulado *ab initio*, desde su inicio, por un programa direccionado de desarrollo orientado a término, y si se entiende que la «identidad orgánica» se manifiesta en un especial orden, configuración y unidad fenotípica, podemos decir que existe una relación directa entre fenotipo e identidad orgánica del ser humano

en cualquiera de sus estadios de desarrollo. Pero si alguien interpretara (equivocadamente) la «identidad orgánica» como equivalente al genoma, entonces tendríamos que decir que no existe relación directa entre identidad orgánica y fenotipo. Dicho de otra manera: *el fenotipo no es derivable de manera directa y unívoca desde el genotipo. La individualidad del organismo humano no radica de manera directa en su genoma sino en el ser-individual que se muestra en todos los factores individuales que lo constituyen y que comenzaron a definirse con el también individual proceso de desarrollo que se dispara en el momento de la penetración del espermatozoide en el óvulo y el establecimiento del primer eje de organización corpórea.*

4. A modo de conclusión: una hipótesis de definición del cigoto humano que permite reconocerlo como persona

Hemos caracterizado al cigoto humano como un sistema unitario y autopoietico de clase natural e individualidad definida. La clase natural referida es “ser humano” y la individualidad es la correspondiente a la que poseen los sujetos humanos en su irrepetibilidad e insustituibilidad características. Por ello, nos parece que emerge de esta consideración “sistémica” del cigoto el que pueda ser considerado con toda propiedad un ente con un dinamismo delimitado tanto por su naturaleza como por su singularidad. La naturaleza y la singularidad denotan a su vez una unidad estructural tanto esencial como individuante que organiza las partes dentro del todo (unidad sincrónica) y organiza las etapas del proceso de desarrollo (unidad diacrónica). Este ente posee *ser propio*, lo que lo distingue netamente de sus progenitores y nos permite identificarlo como verdadero sujeto de atribución de propiedades, características y operaciones.

Así las cosas, soy de la opinión que el embrión humano en su etapa unicelular es un sistema causal autónomo con unidad intrínseca y capaz de desarrollo autopoietico basado en una estructura biomolecular compleja denominada genotipo humano. El desarrollo celular de este sistema está finamente regulado y direccionado teleonómicamente a término.

Esta definición nos permite afirmar con seguridad que el embrión humano unicelular (cigoto) es un auténtico organismo de clase humana al que no puede negarse que posea subsistencia, subjetualidad y unidad esencial e individuante lo que lo coloca en la categoría de las *sustancias individuales*. La clase natural de su esencia al ser propiamente humana no nos deja dudas de poderlo definir como una *sustancia individual de naturaleza humana*, y por ende, como una auténtica persona, sujeto real de derechos.

De esta manera podemos concluir que no hay discrepancia *in re* entre un organismo humano y una persona hu-

mana. Esto no significa que toda persona tenga que ser un organismo de clase natural humana. Lo que deseamos afirmar es que todo organismo humano es siempre una persona humana que posee dignidad y merece respeto. ◀

Bibliografía.

- 1 Carlson, B. M. Embriología humana y biología del desarrollo, Elsevier-Mosby, Madrid 2005, 3ª edición, p. 36.
- 2 Sadler, T. W., Langman's Medical Embriology, Lippincott Williams & Wilkins Philadelphia 2003, 9th Edition, P. 3.
- 3 Moore, K. L. Essentials of Human Embryology, B.C. Decker Co., Toronto 1988, p. 2.
- 4 Véase: Reik, W., Dean, W., Walter, J. “Epigenetic Reprogramming in Mammalian Development”, *Science* 293, (2001), 1089-1093; Santos, F., Peters, A.H. Otte, A.P., Reik, W., Dean, W. “Dynamic Chromatin modifications characterize the first cell Cycle in mouse embryos”, *Dev Biology* 280, 2005, 225-236; Morgan, H., Santos, F., Green, K., Dean, W., Reik, W. “Epigenetic Reprogramming in mammals”, *Human Molecular Genetics* 14, 2005, R47-R58.
- 5 Véase: Nonchev, S., - Tsanev, R. “Protamine-histone replacement and DNA replication in the male mouse pronúcleos”, *Mol Reprod Dev.* 25, 1990, 72-76.
- 6 Piotrowska, K. & Zernicka-Goetz, M. “Role of sperm in spatial patterning of the early Mouse embryo”, *Nature*, 409, 2001, p.p. 517-521.
- 7 Gardner, R. L. “Specification of embryonic axes begins before cleavage in normal mouse development”, *Development*, 128, 2001, p.p. 839-847; ZERNICKA-GOETZ, M. et al. “The first cleavage of the mouse zygote predicts the blastocyst axis”, *Nature*, 434, March 17, 2005, p.p. 391-395.
- 8 Zernicka-Goetz, M. et al. “Downregulation of Par3 and aPKC function directs cells towards the ICM in the preimplantation mouse embryo”, *Journal of Cell Science*, 118, 2004, p.p. 505-515.
- 9 Von Bertalanffy buscó sustituir el uso de las nociones de “todo” y “partes” por “sistema” y “medio ambiente”. Sin embargo, no es difícil percibir que aún con este cambio los problemas de “todos” y “partes” emergen nuevamente. En la presente exposición no abundamos más sobre esta polémica: Von Bertalanffy, L., *General System Theory*, Georges Braziller, New York 1969; IDEM, *Perspectivas en la teoría general de sistemas*, Alianza, Madrid 1979.
- 10 Este comentario sobre los “planos de construcción” lo adaptamos de: Serani, A. *El viviente humano*, Eunsa, Pamplona 2000, p. 69.
- 11 Cf. Maturana, H.; Varela, G. De máquinas y seres vivos. Autopoiesis: la organización de lo vivo, Lumen, 2004. Esta nueva edición incluye dos importantes nuevos prefacios escritos por los autores.
- 12 Es evidente que existen fenómenos de autopoiesis en sistemas no-vivos, por ejemplo, en la dinámica interna de las sociedades. Por ello, mencionamos que la base molecular que se da en este sistema unitario e individual es muy importante para caracterizarlo como “vivo”, entendiéndolo por “vida”, la vida “biológica”, la vida “orgánica” que es la que de momento nos encontramos estudiando.
- 13 Cf. Quine, W. V. O. “Natural Kinds”, en *Ontological Reality and Other Essays*, Columbia University Press, Washington 1969.
- 14 Cf. Kripke, S. El nombrar y la necesidad, FCE, México 2005.