

EL EMBRIÓN HUMANO EN LA FASE DE LA PREIMPLANTACIÓN¹

Aspectos científicos y consideraciones bioéticas

Presentación

Durante los días 27-28 de Febrero de 2006 la Pontificia Academia pro Vita organizó, con ocasión de su XIIª Asamblea, un Congreso Científico titulado “El embrión humano en la fase de la preimplantación”. Contó con la intervención de embriólogos, filósofos, expertos en ética y juristas, que reflexionaron sobre la identidad y el valor antropológico del ser humano en esta fase inicial de su existencia.

El interés y la actualidad del tema, ya presentes desde hace años en el debate bioético sobre el embrión humano, se han intensificado ulteriormente en los últimos tiempos con motivo de los problemas

¹ En este trabajo se resume lo más significativo del Congresso Internazionale “*L’embrione umano nella fase del preimpianto. Aspetti scientifici e considerazioni bioetiche*” (Ciudad del Vaticano, 27-28 febrero 2006), promovido por la Pontificia Accademia pro Vita, con ocasión de su XII Asamblea General. Para profundizar en los temas tratados remitimos a la publicación de *Atti della XII Assemblea della PAV* (a cura di Elio Sgreccia e Ignacio Carrasco De Paula, Libreria Editrice Vaticana, Città del Vaticano 2006), donde se incluye el texto íntegro de todas las conferencias.

Además, es posible consultar los textos provisionales de algunas de las conferencias en <http://www.academiavita.org/italiano/AssembleaGenerale/2006/relaz/index.html>

suscitados por la posibilidad de congelación del óvulo fecundado (en realidad, es el embrión en su primera fase de desarrollo), por la praxis de experimentación sobre el embrión mismo, y además, por el empleo de la llamada “píldora del día siguiente”.

Las Actas del Congreso, como ya es habitual, recogerán el texto íntegro de todas las conferencias presentadas, además de toda la documentación oportuna. No obstante, hemos considerado útil publicar una síntesis orgánica sobre el tema tratado, en un lenguaje comprensible, para todos aquellos que necesiten captar los contenidos esenciales y para responder al deber de informar a un público más amplio.

De este modo, esta síntesis conservará su actualidad más allá de las circunstancias específicas que la han generado, en beneficio de una información cada vez más adecuada sobre temas esenciales que tocan la vida, penetrando progresivamente tanto en el debate político como en la Catequesis de la Iglesia.

Ciudad del Vaticano, 8 de Junio de 2006

+Mons Elio Sgreccia
Presidente

Mons. Ignacio Carrasco de Paula
Canciller

INTRODUCCIÓN

La cuestión de la vida humana prenatal ha sido, y es todavía, uno de los temas más discutidos en el ámbito científico y en el debate ético, político y jurídico.

Entre los periodos de mayor actividad sobre este tema hemos de recordar el debate producido por las campañas en favor de la legalización del aborto en los años 70; el que se produjo alrededor del empleo de la fecundación artificial, a partir de los 80; y más recientemente, aquel nacido de la posibilidad de utilizar células madre embrionarias en la perspectiva de un empleo terapéutico, u obtener una nueva vida humana con técnicas alternativas a la fecundación como por ejemplo la clonación.

Estos periodos han determinado un cambio cultural profundo en la percepción de la vida prenatal y han puesto de manifiesto la posibilidad de utilizar al embrión humano antes de implantarse como un instrumento tecnológico de mucho valor. Los últimos debates sobre la necesidad y los límites de la comercialización de las píldoras abortivas, como la RU486, han hecho que se pusiera atención sobre el aborto farmacológico que, como forma “escondida” y “privatizada” de aborto, pone de manifiesto profundos problemas sociales y culturales.

ASPECTOS CIENTÍFICOS²

El embrión humano en la fase de la preimplantación

El término “embrión preimplantado” fue introducido por primera vez por el científico Clifford Grobstein en un artículo publicado en la revista *Scientific American* en 1979³. El término se refiere al embrión en desarrollo desde el estado de cigoto hasta el que precede la implantación en el útero materno – el embrión en este estado se le llama blastocisto-. Durante este periodo, que incluye etapas importantes de desarrollo y de diferenciación celular, el

² Para profundizar en bibliografía sobre el tema remitimos a las conferencias de las que se ha obtenido este trabajo y a la bibliografía en ellas contenida.

³ Grobstein C., *External Human Fertilization*, Sci Am 1979, 240/6: 57-67.

embrión recorre las vías genitales femeninas antes de implantarse en el útero, estableciendo con el ambiente materno un intenso “diálogo molecular”.

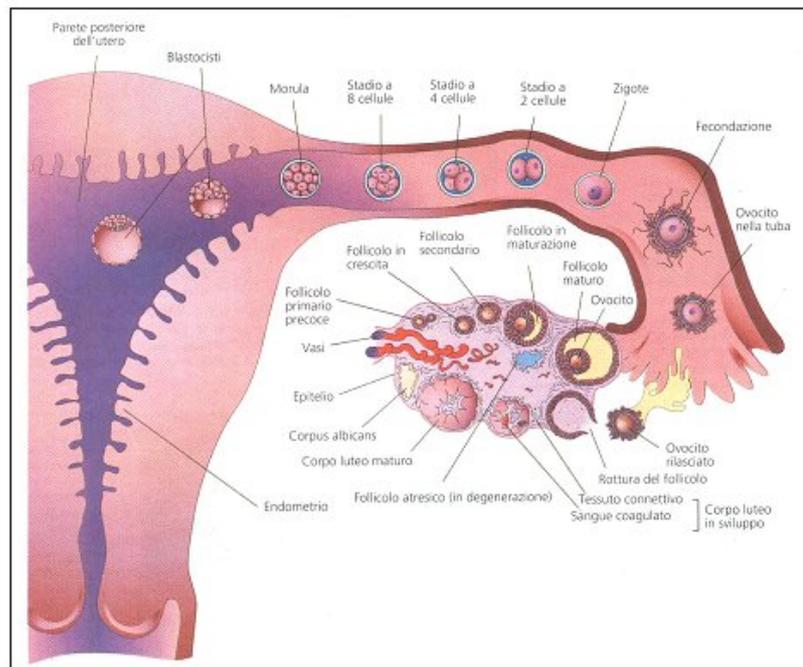


Fig. 1 – El desarrollo del “embrión humano preimplantado”: la célula huevo desprendida del ovario y “capturada” por la tuba, donde se produce la fecundación con la constitución del *zigoto* (el embrión en estado de una célula). Mientras el embrión comienza a dividirse recorre la tuba hasta alcanzar el útero donde, en el estado de *blastocisto*, da inicio el proceso de implantación (de K. L. Moore, T. V. N. Persaud, *Lo sviluppo prenatale dell'uomo. Embriologia ad orientamento medico*, EdiSES, Napoli 2003, p. 46, fig. 2-24).

EL PROCESO DE FECUNDACIÓN⁴

⁴ Los eventos del proceso de fecundación a nivel molecular son descritos en la conferencia “*Dalla gametogenesi alla fecondazione*”, del Prof. R. Colombo.

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

Los protagonistas del proceso de fecundación: el espermatozoide y el ovocito

La fecundación de los mamíferos es un proceso complejo altamente regulado cuyo recorrido consiste en distintas etapas que se producen en un orden obligado. Los protagonistas del proceso de fecundación son los gametos masculino y femenino maduros, que poseen la mitad de la dotación cromosómica completa; estos se funden para dar origen a un nuevo individuo con una dotación genética completa (46 cromosomas), derivada de ambos progenitores.

En la especie humana, los gametos masculinos y femeninos maduros, respectivamente llamados espermatozoide y ovocito, devienen de elementos precursores, las *células germinativas primordiales*, que padecen un proceso de maduración y diferenciación complejo llamado *gametogénesis*. Esta maduración prevé la división en dos del patrimonio cromosómico de las células germinativas a través de un proceso especial de división nuclear llamado meiosis y la sucesiva maduración morfológica de los gametos. Mientras que en el varón las divisiones meióticas comienzan en la pubertad, en la mujer la maduración de los gametos comienza en la vida fetal.

El espermatozoide maduro del mamífero es una célula epitelial altamente especializada, de forma alargada y elegante, cuya estructura y organización

definitiva harán que el espermatozoide sea capaz de penetrar la célula huevo. En el espermatozoide maduro se diferencian dos segmentos distintos: la *cabeza*, que encierra el núcleo rodeado por una vesícula llamada *acrosoma*; y la *cola*, que está dotada de estructuras que le permiten moverse.

La longitud del espermatozoide humano, comprendida la cola, es aproximadamente de 50 μm ; la distancia que los espermatozoides tienen que recorrer desde los testículos hasta la tuba para alcanzar al óvulo es de más de 7 metros, es decir, más de 100.000 veces su longitud. Durante este largo trayecto por las vías genitales masculinas y después femeninas (vagina, útero y oviducto) el espermatozoide padece procesos de maduración selectivos para poder fecundar con eficiencia y especificidad el ovocito. Es de particular relevancia el llamado proceso de capacitación que consiste en la desaparición de la membrana más externa del espermatozoide de una glicoproteína llamada *acrosome-stabilizing factor*. La capacitación da inicio a los procesos de activación del espermatozoide que permiten el encuentro y el contacto con el ovocito. El movimiento de los espermatozoides a lo largo de las vías genitales femeninas está asociado a estímulos físicos y químicos que les permiten dirigirse hacia el ovocito sin desviación en su recorrido. Si no se produce la fecundación, la supervivencia del espermatozoide en las vías genitales femeninas es de pocos días.

Los ovocitos maduros son células muy grandes comparadas con los espermatozoides o con otros tipos de células somáticas, en la especie humana un ovocito puede alcanzar 150 μm . En el ovocito está acumulado todo el material necesario para el inicio y el crecimiento del embrión (aminoácidos y proteínas, ribosomas y RNA de transporte, factores morfogénéticos. etc.). Dentro de esta voluminosa masa citoplasmática se encuentra el núcleo que completa su maduración meiótica solo si el espermatozoide penetra el ovocito.

La célula huevo está revestida de una espesa membrana glicoproteica llamada zona pelúcida (ZP), esencial para la unión especie-específico del espermatozoide (los espermatozoides de la especie humana reconocen a través de la ZP sólo ovocitos de su especie) y para las primeras etapas de desarrollo y diferenciación del embrión preimplantado, durante las cuales ésta padece cambios bioquímicos y estructurales.

En el momento de expulsión del ovario, el ovocito de los mamíferos está rodeado de un estrato de células, llamado *corona radiada*, constituido por células foliculares. El ovocito expulsado por el ovario es capturado en las trompas (también llamado oviducto) donde espera el posible encuentro con el espermatozoide.

Las etapas del proceso de fecundación

La fecundación es el evento fundamental del comienzo del desarrollo de un nuevo organismo e implica una serie coordinada de eventos y de interacciones celulares que permiten el encuentro entre el espermatozoide y el ovocito para formar una nueva célula activada, el cigoto o embrión unicelular (*one-cell embryo*): es un *nuevo organismo de la especie humana*.

Si no se produce la fecundación, el espermatozoide y el ovocito se degradan rápidamente, por tanto, estas dos células altamente diferenciadas no pueden vivir mucho tiempo solas.

En la descripción de los eventos que caracterizan el proceso de fecundación se puede realizar una distinción entre las etapas que preceden la fusión de los gametos y las modificaciones que preparan al embrión para la

primera división celular. Los eventos del proceso de fecundación se pueden reagrupar en tres etapas principales:

1) la *reacción acrosomial* que permite al espermatozoide atravesar los estratos que rodean el ovocito y que se una a la zona pelúcida.

2) la *fusión de los gametos* o *singamia*, que determina la activación del metabolismo del ovocito fecundado con el comienzo del desarrollo embrionario, y la *reacción cortical*, que regula la entrada del espermatozoide en el ovocito.

3) la *formación de los pronúcleos masculino y femenino* y el comienzo del primer proceso mitótico de segmentación.

Estudios experimentales recientes han permitido individuar una compleja interacción molecular entre el espermatozoide y la célula huevo poniendo en evidencia la precisión y la elegancia de estos mecanismos.

1) La *reacción acrosomial* consiste en la liberación, por parte de la vesícula acrosomial del espermatozoide, de enzimas líticas capaces de despedigar las células de la corona radiada; entre estas enzimas la hialuronidasa (PH-20) digiere el ácido hialurónico presente en la matriz extracelular que rodea las células, y la *enzima de dispersión de la corona* destruye los contactos entre células. Estas enzimas permiten que el espermatozoide se abra camino hasta alcanzar la zona pelúcida (ZP), el estrato glicoproteico que rodea el ovocito. Sobre la superficie de la ZP están presentes proteínas particulares a las cuales se unen receptores específicos presentes en la superficie del espermatozoide. La unión espermatozoide-ZP induce la activación y el desprendimiento de otra enzima acrosomial, la acrosina, que facilita la penetración del espermatozoide a través de la zona pelúcida, para excavar en ella un canal que le permita alcanzar la membrana plasmática que delimita al ovocito.

El espermatozoide más rápido atraviesa la zona pelúcida, se funde y se une con la membrana plasmática del ovocito: el segmento ecuatorial de la cabeza del espermatozoide se adhiere a la superficie del ovocito gracias a un mecanismo ligando-receptor, y solo la cabeza del espermatozoide se engloba en la célula-huevo. El núcleo y el centriolo⁵ del espermatozoide son incorporados en el ovocito⁶.

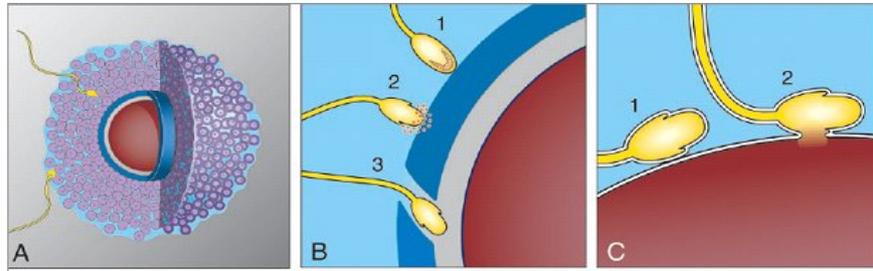


Fig. 2 – (A) Los espermatozoides superan el estrato de células de la corona radiada (en morado) para alcanzar la zona pelúcida (en azul); (B) reacción acrosomial y penetración de la zona pelúcida; (C) fusión de los gametos (de P. PRIMAKOFF, D.G. MYLES, Science 2002).

2) La *fusión de los gametos* es un proceso irreversible que marca el comienzo de un nuevo organismo: el cigoto o embrión unicelular. La primera consecuencia de la fusión de los gametos es la variación de la composición iónica del ovocito fecundado, y en particular, el aumento repentino y transitorio de la concentración intracelular de Ca^{2+} que determina una onda

⁵ El centriolo es un pequeño orgánulo de forma cilíndrica que tiene un papel importante en la formación del huso mitótico en cuyo ecuador se alinean los cromosomas en el momento de la primera división celular.

⁶ Ha sido demostrado recientemente que en el momento de la fecundación se incorporan moléculas de RNA mensajero contenidas en el espermatozoide, y por tanto de origen paterna, que podrían tener una función determinada en las fases iniciales del desarrollo embrionario.

iónica llamada *onda calcio (calcium wave)*⁷: ésta señala el comienzo de la activación del cigoto y del desarrollo embrionario, aboliendo los fenómenos inhibidores que habían determinado una reducida actividad metabólica del ovocito después de la expulsión del ovario. El metabolismo del ovocito, de hecho, se debilita y culmina con la muerte de la célula en el momento en el que en las 12-24 horas sucesivas a la ovulación no se produzca la fecundación.

Así da comienzo el desarrollo de un nuevo individuo que tiene el patrimonio genético y molecular de la especie humana.

El aumento de la concentración de Ca^{2+} citoplasmático induce la llamada *reacción cortical* que, a través del endurecimiento de la zona pelúcida y la desactivación de las moléculas receptoras de espermatozoides, impide la unión y la entrada de otros espermatozoides (poliespermia), y permite la protección del nuevo individuo que comienza su ciclo vital.

La *determinación del sexo* del nuevo individuo se constituye con la penetración del espermatozoide en el ovocito: el cigoto será de sexo masculino si el espermatozoide fecundante es portador del cromosoma sexual Y, y femenino si es portador de dos cromosomas sexuales X.

3) Al mismo tiempo asistimos a la *formación de los pronúcleos*. Pasadas pocas horas después de la penetración del espermatozoide, el núcleo de origen femenino completa su maduración, en esta fase se le llama pronúcleo femenino. Mientras tanto, el núcleo masculino, que en el momento de su introducción en el ovocito estaba en silencio, es decir, inerte respecto a los mecanismos de transcripción que permiten leer y traducir la información genética contenida en el núcleo, se transforma en un núcleo funcionalmente

⁷ Estos procesos se activan por una cascada de reacciones enzimáticas. Se ha logrado aislar algunas proteínas presentes en el espermatozoide implicadas en la inducción de la propagación de la onda de calcio.

activo, el *pronúcleo masculino*, mediante profundas modificaciones bioquímicas y estructurales que prevén la interacción con elementos moleculares de origen materno. Durante esta fase, llamada “fase pronuclear”, los dos nuevos pronúcleos se acercan al centro de la célula, y mientras se mueven el uno hacia el otro, su información genética es leída para guiar el desarrollo. Hoy en día se conocen muchos genes del nuevo genoma que ya están activos en este estadio, algunos de ellos tienen un papel clave en el desarrollo posterior del embrión.

Por consiguiente, la información del nuevo genoma guía desde el estadio unicelular el desarrollo embrionario.

Alrededor de la 15ª hora después de la fecundación los dos pronúcleos se encuentran y la capa que los recubre se rompe determinando la mezcla de los cromosomas paternos y maternos, evento necesario para preparar el embrión unicelular a su primera división celular.

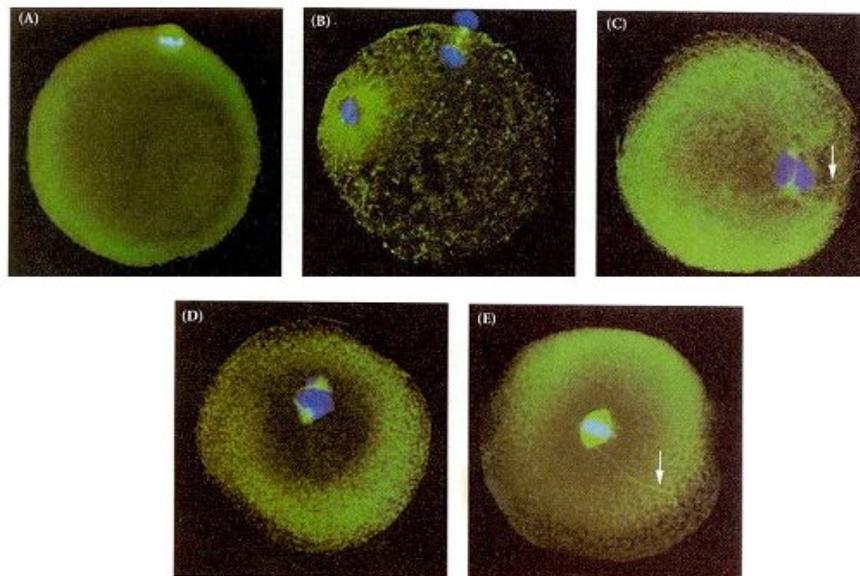


Fig. 3 – Acercamiento de los pronúcleos (en azul) durante la fecundación humana. (A) Ovocito antes de la fecundación; (B) penetración del espermatozoide: pronúcleo masculino en el lado izquierdo y pronúcleo femenino (que está completando su maduración) a la derecha en alto; (C) acercamiento y aposición de los pronúcleos; preparación de la primera división celular: (D) profase y (E) metafase de la primera división mitótica. Los microtúbulos están marcados en verde y el DNA en azul (de S. F. Gilbert, *Developmental Biology*, Sixth ed., Sinauer, Sunderland (MA) 2000, p. 212, fig. 7-32).

Es importante subrayar que, como ha sido descrito, la activación coordinada del nuevo genoma precede y no depende del encuentro de los pronúcleos y de la aposición de los cromosomas.

En este punto el centrosoma de origen paterno se divide y a partir de los pronúcleos se organiza el huso mitótico; los cromosomas masculinos y femeninos, duplicados, se condensan y se orientan hacia el ecuador del huso mitótico común, preparándose para la primera división celular. Al final de esta primera división celular se forman dos células, cada una de ellas dotada de una copia del genoma completo, estas permanecen unidas la una a la otra formando el embrión de dos células (*two-cell embryo*). En los mamíferos, el genoma diploide está revestido por una envoltura nuclear propia por primera vez en el estadio de dos células.

(mantenere spazio vedi esempio italiano)

Desde el momento de la fusión de los gametos, los elementos de origen paterno y materno contribuyen, gracias a un completo y coordinado cambio, a la actividad del nuevo organismo en su estado unicelular: un trabajo intenso de auto-organización del nuevo sistema para que el desarrollo posterior vaya en la dirección justa.

LA CONSTITUCIÓN DE LOS EJES DE DESARROLLO DEL EMBRIÓN⁸

Ha sido demostrado recientemente, mediante complejos y refinados experimentos de biología molecular, que los ejes del desarrollo embrionario comienzan a definirse ya en los minutos y en las horas siguientes a la fusión de los gametos. Estos estudios son significativos porque hasta hace pocos años se creía que los embriones humanos precoces eran un “cúmulo indistinto de células” hasta el momento de la formación del disco embrionario, estructura mediante la que se define el diseño general del cuerpo y se empiezan a modelar los diferentes órganos y tejidos.

Esta convicción estaba sostenida por varias evidencias: sobre todo porque los ovocitos de mamífero, de manera distinta a cuando sucede en otras especies animales, no presentan una polaridad clara a la que hacer resaltar la definición de un modelo (*pattern*) de desarrollo corpóreo. Además, las células que constituyen el embrión en los primeros estadios de división son totipotentes, es decir, células indiferenciadas que tienen la capacidad de desarrollarse como cualquier tipo celular embrionario y extraembrionario (si, por ejemplo, se dividen las células de un embrión de ratón en su estadio de dos células cada una de ellas formará dos ratones normales), confiriendo una capacidad impresionante de compensación del daño. En fin, solo el 15% de las células del blastocisto (las que residen en la masa celular interna) contribuyen en la formación del plan corpóreo general, mientras que las otras están implicadas en la formación de los anexos extraembrionarios.

⁸ El tema ha sido tratado en la conferencia “*Genetica ed epigenetica nello sviluppo dell'embrione preimpianto*”, de la Profesora M. Zernicka-Goetz, que describe los resultados de importantes experimentos realizados en su laboratorio.

Recientes experimentos realizados en mamíferos han revolucionado este paradigma demostrando que la posición del segundo glóbulo polar, punto de entrada del espermatozoide en el ovocito, y sobre todo, la forma del ovocito fecundado, son elementos clave en la orientación del eje a lo largo del cual se produce la primera división celular. Esto, a su vez, permite prever la estructuración y polarización del blastocisto.

Además, ha sido demostrado que la orientación de la segunda división celular puede influenciar el destino de cada una de las dos células: de una de ellas derivarán sobre todo los precursores del embrión, mientras que de la otra derivarán los precursores que contribuirán a la formación de la placenta (tejido extraembrionario).

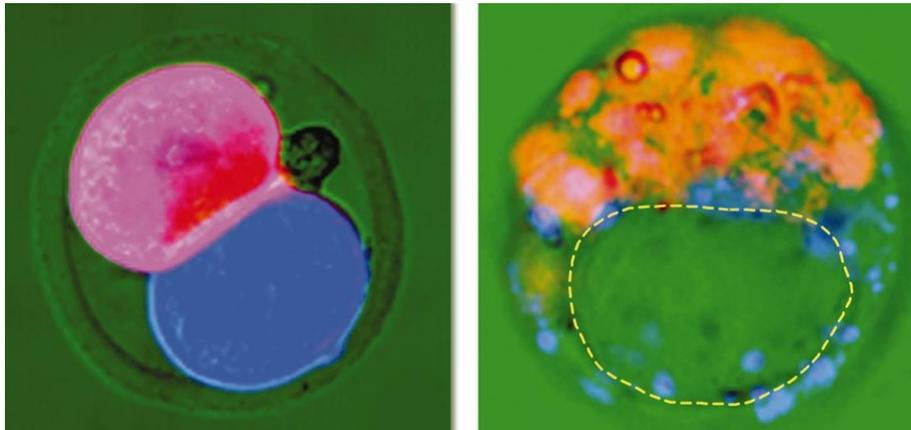


Fig. 4 – (A) Embrión en estadio de dos células, marcadas de manera diferenciada para seguir el destino de las células descendientes. (B) Blastocisto: arriba, polo embrional, abajo, polo “ab-embryonal” (de H. Pearson, *Developmental Biology: Your destiny from day one*, Nature 2002, 418, p.15).

Para concluir, estudios de quimeras de ratón han demostrado que los blastómeros pueden diferenciarse entre ellos en el estadio embrionario de

cuatro células y que, por tanto, perderían su totipotencialidad ya en ese estadio.

A la luz de estos resultados se puede afirmar que si los ejes de desarrollo embrionario y el destino celular comienzan a ser definitivos de manera tan precoz, nos es posible dejar espacio a la idea de que los embriones precoces sean considerados como “cúmulo indiferenciado de células”⁹.

(mantenere spazio vedi esempio italiano)

Estas evidencias podrían parecer contrapuestas a la demostrada totipotencialidad celular y a la plasticidad del desarrollo embrionario precoz; en realidad, estas propiedades no implican una indeterminación en el crecimiento sino más bien manifiestan la posibilidad de compensar daños eventuales o errores en el programa de evolución embrionaria. El embrión humano precoz es un sistema armónico en el que todas las partes potencialmente independientes funcionan juntas para formar un organismo individual.

Los recientes descubrimientos sobre la determinación precoz de los ejes de desarrollo embrionario y sobre el destino celular ponen de manifiesto lo dañinas que pueden llegar a ser las intervenciones sobre el embrión precoz para su posterior desarrollo. Por ejemplo, se plantea una interrogación acerca de la utilización de técnicas de reproducción asistida (como por ejemplo la ICSI, *IntraCytoplasmic Sperm Injection*) en cuanto que estas podrían destruir los delicados procesos que permiten establecer los ejes corpóreos. De la misma manera, los test genéticos realizados al embrión antes de la

⁹ “What is clear is that developmental biologists will no longer dismiss early mammalian embryos as featureless bundles of cells”, H. Pearson, *Developmental Biology: Your destiny from day one*, Nature 2002, 418: 14-15.

implantación (diagnóstico genético preimplantatorio), en el que se extraen dos células del embrión en estadio de ocho células, son otro problema que plantea seria preocupación por el embrión.¹⁰

EL DESARROLLO DEL EMBRIÓN ANTES DE LA IMPLANTACIÓN EN EL ÚTERO MATERNO¹¹

A partir de la constitución del cigoto, durante un periodo aproximado de 5 días, en el embrión se producen una serie de divisiones celulares reguladas de manera peculiar por el control de un gran número de genes, a este periodo de segmentación celular se le llama “segmentación”. Mientras el embrión se segmenta es transportado a lo largo de la tuba y entra en el útero empujado por los cilios tubáricos.

Las divisiones de segmentación están acompañadas por crecimiento celular y por tanto subdividen al cigoto, de grandes dimensiones, en tantas células hijas más pequeñas llamadas *blastómeros*: el embrión en su conjunto no cambia de dimensiones y queda encerrado en la zona pelúcida que le protege y le impide adherir a paredes tubáricas. En el ratón, la tasa de segmentación está controlada por el gen *Ped* (*preimplantation embryo development gene*) que tiene su homólogo del mismo nombre en el hombre.

El resultado de estas divisiones es la llamada *mórula* (del latín “*morum*”, que significa “mora”) por el aspecto similar a la mora; en esta fase, el embrión

¹⁰ H. Pearson, *Developmental Biology: Your destiny from day one*, Nature 2002, 418, p.15.

¹¹ El argumento ha sido tratado en profundidad en la conferencia, “*Lo sviluppo dell'embrione preimpiantatorio*”, de la Prof. Dra. G. Sica.

está compuesto por células ligeramente unidas entre ellas. En el estado de 8-16 células la mórula padece el proceso de “compactación”, las células improvisamente se estrechan entre ellas y forman una esfera compacta, produciéndose profundos cambios metabólicos y estructurales.

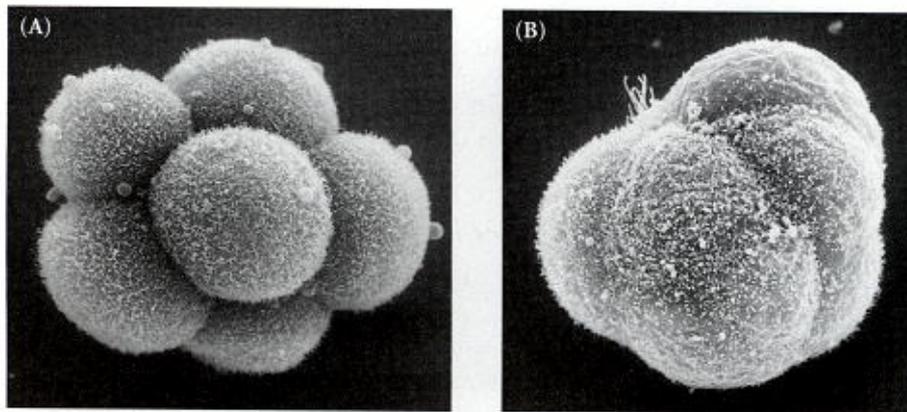


Fig. 5 – Embrión de ratón en estadio de 8 células, antes (A) y después (B) de la compactación.

(*Scanning electron micrographs*, de S. F. Gilbert, *Developmental Biology*, Sixth ed., Sinauer, Sunderland (MA) 2000, p. 357, fig. 11-23).

La compacta disposición del embrión se consolida con uniones estrechas (*tight junctions*) que se forman entre las células externas de la esfera, mientras que las células internas comunican entre ellas a través de particulares estructuras llamadas uniones comunicantes (*gap junction*), que permiten el intercambio de sustancias y moléculas para regular y coordinar las divisiones celulares en esta fase del desarrollo. Las células que constituyen el estrato más externo están destinadas a formar el *trofoblasto*, que constituirá los tejidos del corión, la parte embrionaria de la placenta; mientras que las internas están destinadas a formar la *masa celular interna* (ICM, *Internal Cell Mass*), que dará origen a los tejidos embrionarios y a los tejidos extraembrionarios asociados con él (saco vitelino, amnios y alantoide)

La mórula inicial no tiene una cavidad interna, aunque la mayor parte de las células se encuentre en el estrato externo y tan solo muy pocas lleguen al interno.

El cuarto día de desarrollo la mórula se transforma en *blastocisto*; este tiene una cavidad grande llamada *blastocèle*, y la masa celular interna aparece como un conjunto compacto de células, recogido a un lado de la cavidad y adherido a las células del trofoblasto (organizadas para formar un sutil epitelio monoestratificado)¹². La formación de la cavidad del blastocisto y la formación de la polaridad celular está guiada por un conjunto genético específico que comprende la *tight junction gene family*, la *Na/K-ATPase gene family* y la *aquaporin gene family*.

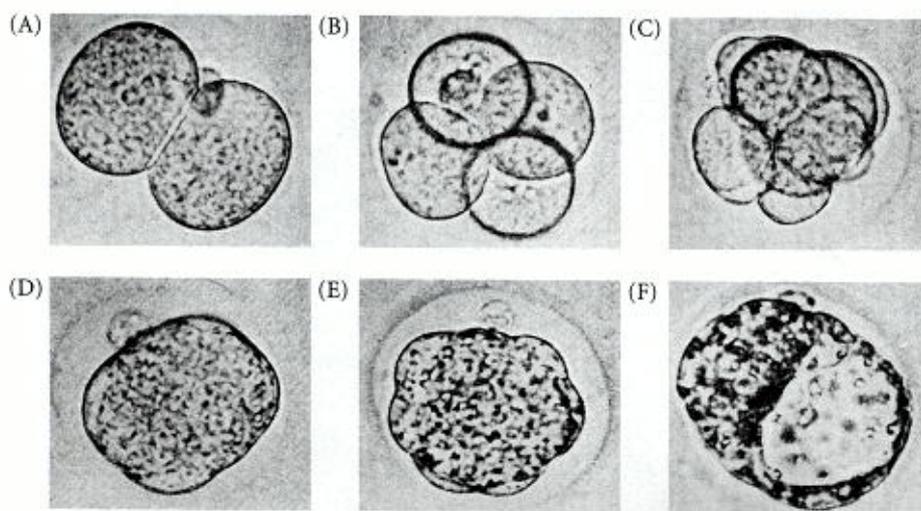


Fig. 6 – Fases de desarrollo del “embrión preimplantado”: estadio de 2 células (A); 4 células(B); mórula de 8 células antes (C) y después de la compactación (D, E); blastocisto (F). (-Embrión de ratón, desarrollo *in vitro*- S. F. Gilbert, *Developmental Biology*, Sixth ed., Sinauer, Sunderland (MA) 2000, p. 356, fig. 11-22).

¹² Las células externas contienen una pompa de sodio potasio (NaK-ATPasi) que transporta iones de sodio dentro de la cavidad central del blastocisto, llamada “blastocèle”. Esta concentración de iones de sodio provoca que pase agua, que se acumula en la cavidad blastocélica aumentando su volumen.

Los importantes cambios morfológicos y de diferenciación que se producen en este periodo están asociados a variaciones metabólicas y energéticas. Las sustancias que abastecen de energía al embrión en desarrollo varían según las distintas fases de este periodo reflejando las distintas necesidades energéticas del organismo.

Durante el desarrollo del embrión preimplantado, se pueden observar también procesos de apoptosis, es decir, de muerte celular programada, necesarios para remover células genéticamente anómalas o mutadas y para desarrollar un rol protector. La tasa de apoptosis (particularmente elevada en el estadio de blastocisto) no puede superar un determinado nivel ya que de otra manera se destruiría la homeóstasis embrionaria y se concluiría con la parada del desarrollo.

Factores de crecimiento, hormonas, aminoácidos, hidratos de carbono y proteínas, son producidas por el embrión preimplantado y regulan su desarrollo, aunque el mismo embrión tiene un rol de protagonista en el conducir su propio crecimiento.

Un ejemplo importante de autorregulación embrionaria es *Paf*, un factor soluble sintetizado justo después de la fecundación, que persiste hasta la fase de implantación en todas las especies de mamíferos estudiados hasta hoy. La producción de *Paf* juega un papel relevante en la estimulación del metabolismo embrionario, en la progresión del ciclo celular y en la migración embrionaria induciendo, como explicaremos enseguida, importantes modificaciones en el ambiente materno.

Durante el periodo de la preimplantación el embrión es transportado desde la trompa de Falopio, también llamado oviducto, al útero. Siete días después de la fecundación el blastocisto se implanta en la mucosa uterina.

EL DIÁLOGO MATERNO-EMBRIONARIO Y LA PREPARACIÓN A LA IMPLANTACIÓN¹³

La trompa de Falopio, además de ser el lugar de encuentro entre los gametos maduros, tiene un rol activo en la maduración de los espermatozoides, en el proceso de fecundación, en el desarrollo del embrión precoz y en su transporte hacia el útero. Por tanto, el oviducto no es solamente un simple canal de transporte, sino un órgano reproductivo cuya actividad secretora es necesaria en los eventos reproductivos iniciales; junto al epitelio del útero este produce una serie de moléculas necesarias para constituir el ambiente más adecuado al desarrollo embrionario. El embrión, a su vez, produce hormonas y otras moléculas importantes en la interacción con el ambiente materno. Esta “comunicación molecular” entre madre y embrión preimplantado viene denominada “diálogo cruzado” (*cross talk*).

Como el embrión está revestido por la zona pelúcida hasta poco antes de la implantación, todas las señales materno-embrionarias tienen que pasar a través de esta espesa membrana glicoproteica: mientras procede el desarrollo embrionario las proteínas segregadas por el oviducto y por el útero, así como aquellas embrionarias, se incorporan a la zona pelúcida cambiando las propiedades morfológicas y bioquímicas. La zona pelúcida es una especie de “buzón postal” que recibe y selecciona estos mensajes. Según las propiedades bioquímicas de las proteínas que capta, estas se incorporarán a la zona pelúcida, la atravesarán o serán rechazadas por ella.

¹³ Esta parte ha sido desarrollada en la conferencia de la la Prof. Dra G. Sica titulada, “*Il dialogo materno-embriionale e la preparazione all’impianto*”.

El epitelio de la trompa produce proteínas, citoquinas y factores de crecimiento mediante una sustancia que deriva del suero y de otros fluidos, al mismo tiempo produce proteínas a través de una intensa actividad biosintética regulada por los estrógenos. Una de las proteínas sintetizadas *ex novo* en la trompa es la glicoproteína *OSP* (*oviductal secretory glycoprotein*), que también se encuentra en distintas especies de mamíferos. Esta proteína parece jugar un rol importante en la mejora, la capacitación y la eficiencia de la unión y penetración del espermatozoide en el ovocito, y también influencia el desarrollo embrionario.

Además, son segregados inhibidores de la proteasa, que tienen la función de proteger la integridad tanto del ovocito como del embrión, y de promover el desarrollo embrionario mejorando la tasa de segmentación, además de prevenir la degradación del embrión. El epitelio del útero materno también produce algunos factores importantes para el desarrollo embrionario, por ejemplo el *Granulocyte-Macrophage Colony Stimulating Factor* que, estimulado por los estrógenos, parece que regula el número de células de la masa celular interna.

Este intenso coloquio bioquímico que se establece con la madre prepara al embrión para la implantación. El blastocisto alcanza el útero entre el tercer y cuarto día de desarrollo, el quinto día sale de la zona pelúcida que había protegido al embrión en desarrollo y le había impedido adherirse a las paredes tubáricas; este proceso se denomina *hatching*. De esta manera, el blastocisto puede adherirse libremente a la mucosa uterina, normalmente en la parte superior de la pared posterior del útero e iniciar el proceso de implantación. Dicho proceso está sometido a una regulación endocrina por parte de los estrógenos y la progesterona producida en el ovario. Las hormonas ováricas controlan en la mujer el ciclo menstrual que, mediante una serie de procesos

morfológicos y bioquímicos prepara el útero para la implantación del blastocisto. La mucosa uterina (endometrio) se hace receptiva de estas hormonas en un periodo de tiempo limitado llamado “ventana de implantación”, fuera de este periodo el endometrio no es capaz de acoger al embrión e incluso podría serle hostil.

El útero está preparado para la implantación por la síntesis de proteínas esteroideo-sensibles; enzimas como la peptidasa, la glicosidasa y las esterasas son utilizadas en la disgregación de la zona pelúcida y en la modificación del endometrio y del trofoblasto para facilitar la implantación; otras proteínas están comprometidas en la protección del feto por la respuesta inmunitaria de la madre (tolerancia inmunitaria) y en la regulación del desarrollo embrionario, en particular, los factores de crecimiento (EGF, TGF- α , IGF, FGF), el factor inhibidor de la leucemia (LIF, *leukemia inhibitory factor*), y la hormona CRH (*corticotropin releasing hormone*), cuya expresión está inducida por factores de origen embrionario.

El embrión, por su parte, justo después de la implantación, o incluso antes, segrega hormonas, citoquinas, factores de crecimiento, factores angiogénicos, factores apoptóticos y moléculas de adhesión que son señales de reconocimiento ante la madre y de cuidadosa preparación de la implantación. Además, este produce gonadotropina coriónica humana (HCG, *human chorionic gonadotrophin*) que altera el organismo materno y está expresada en altos niveles durante la ventana de implantación; y el factor Paf comprometido en la inmunosupresión materna.

Otro importante factor que puede condicionar el transporte embrionario a lo largo de la trompa y su implantación en el útero está representado por la contractilidad uterina, bajo el control de las hormonas ováricas.

(mantenere spazio vedi esempio italiano)

La implantación comienza con la aposición de las microvellosidades del epitelio uterino con las del trofoblasto, la interacción entre el trofoblasto y el epitelio uterino necesita una reorganización celular mediada por una familia de receptores transmembrana llamados *integrinas*, expresados por la madre como por el embrión. Incluso las fases de aposición y de adhesión están caracterizadas por un complejo diálogo bioquímico entre el embrión y el útero, que consiste en el intercambio de quemoquinas, interleukinas, moléculas de adhesión, factores quimiotácticos y factores de activación linfocitaria.

Esta compleja e intensa interacción materno-embriónica es extremadamente importante para un correcto desarrollo del embrión preimplantado: *la relacionalidad madre-hijo, que comienza desde el momento de la fecundación continuará a lo largo de todo el embarazo, gracias a la comunicación bioquímica, hormonal e inmunológica*. Esta relación inseparable marcará el desarrollo posterior del individuo, y quedará una “memoria” del contacto biológico y de los canales de comunicación que hubo durante el embarazo.

EL DIAGNÓSTICO PRENATAL Y EL DIAGNÓSTICO PREIMPLANTATORIO¹⁴

El *diagnóstico prenatal* en sentido amplio comprende todos aquellos métodos de diagnóstico anteriores al nacimiento cuya finalidad es la valoración del bienestar fetal y la identificación de eventuales patologías. Bajo esta acepción se consideran también dentro del diagnóstico prenatal todas aquellas técnicas que permiten individuar enfermedades debidas a anomalías cromosómicas, a mutaciones de un gen particular o de más genes (síndromes poligénicos) u otros casos de enfermedades o malformaciones congénitas de tipo infeccioso o determinados agentes teratogénicos. La principal indicación para recurrir al diagnóstico prenatal es la individuación de enfermedades genéticas. Las distintas técnicas están clasificadas en función del tipo de información diagnóstica que aportan, y también por su grado de agresividad.

Paralelamente al desarrollo del diagnóstico prenatal, los progresos de la medicina fetal han abierto un nuevo ámbito de investigación extremadamente prometedor, el de la terapia fetal, que ha hecho posible la resolución de un cierto número de enfermedades, tratando al embrión de la misma manera que a un paciente ya nacido o adulto. Desafortunadamente, gran parte de las enfermedades que pueden ser diagnosticadas todavía no tienen tratamiento terapéutico creando un desequilibrio entre poder diagnóstico y posibilidades terapéuticas eficaces. Este límite ha hecho surgir interrogantes sobre las finalidades del recurso al diagnóstico prenatal, teniendo en cuenta los riesgos que implica para la incipiente vida humana.

¹⁴ Los aspectos científicos y algunas consideraciones éticas sobre el tema del diagnóstico prenatal y preimplantatorio han sido afrontados en dos conferencias, “*Diagnosi preimpiantatoria e prenatale*”, del Prof. C. Bellieni, y, “*Considerazioni bio-mediche ed etiche sulla diagnosi preimpiantatoria*”, del Prof. K. Fitzgerald.

Procedimientos de diagnóstico prenatal invasivos

Las *técnicas invasivas* conllevan la extracción de células fetales a través de la cavidad amniótica para analizarlas; entre los métodos que están consolidados destacamos la biopsia corial, efectuada entre la semana 10^a y 14^a, y la amniocentesis, realizada entre la semana de gestación 15^a y 16^a. Entre los métodos menos comunes recordemos la cordocentesis, realizada normalmente después de la 18^a semana de gestación, y la amniocentesis precoz, realizada entre la semana 11^a y 14^a.

El carácter invasivo de las técnicas en las que se extrae una prueba, es el responsable de un aumento en el riesgo de pérdida fetal (del 1-3% en la biopsia corial es del 0.5-1% en la amniocentesis) además de un buen porcentaje de partos prematuros. Los diagnósticos más precoces están asociados a un mayor riesgo de abortos espontáneos, mientras que los más tardíos tienen la desventaja de dar los resultados 10 o 14 días después de la extracción de la prueba, en un estado avanzado de desarrollo prenatal.

En Estados Unidos se realizan aproximadamente 190.000 amniocentesis al año, en Francia alrededor de 80.000 al año, mientras que en Italia se realizaron alrededor de 100.000 solo en el año 2003. Considerando el riesgo de aborto debido al carácter invasivo de las técnicas, se puede calcular que en Italia, en un año, alrededor de 500-1000 embarazos de niños sanos han acabado en aborto debido a las mismas técnicas. Estos datos no pueden descuidarse considerando además que el recurso al diagnóstico prenatal se hace cada vez antes (y por tanto con más riesgo para el niño) y es ya una prueba normal de control del embarazo, incluso sin indicación médica.

Ha sido demostrado recientemente que la invasividad de estos test diagnósticos determina un stress importante y sufrimiento para el feto; la obtención del líquido amniótico o de sangre fetal cambia la composición del mismo líquido y los ultrasonidos revelan que el feto “se retrae” y su ritmo cardiaco se acelera en el momento de la extracción.

Procedimientos de diagnóstico prenatal no invasivos

Para eliminar el riesgo derivado de la invasividad de algunas de las técnicas, desde hace tiempo se ha tratado de desarrollar *procedimientos no invasivos* mediante la obtención de sangre materna (en la que es posible aislar células de DNA libre embrionario/fetal utilizando marcadores específicos de membrana o citoplasmáticos). Posteriormente, de estas pruebas se aíslan las células embrionarias/fetales para hacer un examen citogenético y comprobar la posible presencia de anomalías cromosómicas, o el examen molecular de DNA para ver si existe algún gen mutado y además de hacer un diagnóstico, si es posible, también un pronóstico.

El factor más limitante de estas técnicas es lo difícil que resulta encontrar células embrionarias/fetales en la sangre materna extraída y la posibilidad de contaminación con las células maternas que puede inducir a falsos resultados. Entre los métodos no invasivos se incluyen también las técnicas ultraecográficas y las ultrasonográficas que, si son realizadas por operadores expertos, permiten individuar las malformaciones más leves.

El introducir técnicas diagnósticas no invasivas, que pueden realizarse incluso en tiempos precoces (8^a-10^a semana de gestación), por un lado elimina el riesgo para la salud y la vida del feto, pero por otra, justo por la mayor

simplicidad del test, podría aumentar el número de peticiones de diagnóstico, con menor control sobre la presencia de una real indicación médica, conduciendo a una posible amplificación injustificada de la percepción del riesgo para el concebido por parte de los padres, y al mismo tiempo inducir al aborto como única forma de eliminación del riesgo.

El diagnóstico preimplantacional

El aumento de la reproducción artificial extracorpórea ha conducido a un desarrollo del *diagnóstico preimplantacional*, realizado con la finalidad de aumentar la eficiencia de las técnicas de fecundación *in vitro*, y permitiendo la selección de los embriones humanos más adecuados a la transferencia al útero además de eliminar aquellos portadores de anomalías genéticas o cromosómicas, o de aquellos embriones que no tienen un alto “potencial de implantación”.

El *diagnóstico genético preimplantacional* (PGD, *preimplantation genetic diagnosis*) consiste en el análisis genético de células individuales del embrión de tres días aproximadamente, o del glóbulo polar extraído del ovocito materno. La finalidad de estas técnicas es determinar eventuales alteraciones debidas a un determinado gen (SGD, *single gene disease*) o anomalías cromosómicas que podrían ser causa de graves síndromes o enfermedades.

Las técnicas de PGD, realizadas mediante conocidos métodos de biología molecular de análisis genético, hoy en día permiten individuar más de 40 enfermedades hereditarias ligadas a genes individuales – por ejemplo la anemia falciforme o la fibrosis quística -, eventuales aneuploidías cromosómicas correlacionadas con enfermedades conocidas como el

Síndrome de Down (trisomía 21) o el Síndrome de Turner; u otras anomalías que pueden causar abortos espontáneos o fallos en la fecundación *in vitro*. Hoy en día también están a disposición screenings genéticos para determinadas categorías de pacientes considerados a riesgo de transmisión de enfermedades hereditarias.

Además, se realizan diagnósticos para revelar solo la probabilidad de desarrollar una determinada enfermedad como el Síndrome de Alzheimer, la Corea di Huntington, o el carcinoma mamario ligado a una mutación particular del gen BRCA.

El diagnóstico genético preimplantacional realizado en blastómeros del embrión tiene un riesgo muy elevado de destruir procesos delicados que permiten establecer el correcto patrón corpóreo del embrión y que, por consiguiente, podrían dañar su desarrollo posterior; la entidad de estos riesgos todavía es poco conocida por la falta de estudios de seguimiento posterior. Además, hay que considerar una tasa elevada de error diagnóstico que según algunos centros está entre el 5 y el 10%.

No obstante los riesgos ligados a la PGD y a su coste elevado (en Estados Unidos está entre el 1500 y 3.500 dólares según el test realizado, excluyendo el coste de la fecundación *in vitro*), el recurso al diagnóstico preimplantacional está en constante expansión.

Más allá del riesgo que corre el desarrollo del embrión que se transferirá en el útero, la finalidad con la que se realizan normalmente estas técnicas hace que emerjan una serie de cuestiones éticas ya que el diagnóstico preimplantacional hoy en día es utilizado para la selección de los embriones enfermos (por tanto, se ve como una forma “alternativa” al aborto voluntario), o también a la selección social del sexo e incluso al seleccionar embriones

adecuados inmunológicamente a ser donantes de tejidos u órganos para sus hermanos, afectados por una determinada enfermedad.

Estas finalidades eugenésicas y selectivas representan un abuso evidente del embrión humano, seleccionado, dejado morir o suprimido porque responde a ciertos parámetros cualitativos o “pseudos-terapéuticos”.

(mantenere spazio esempio italiano)

Un riesgo común a distintas técnicas de diagnóstico prenatal descritas hasta ahora es sin duda el “riesgo psicológico” de la búsqueda del “hijo perfecto”, lleno de expectativas por parte de los padres. Según algunos estudios recientes, durante el tiempo de espera del resultado del test se produce una “interrupción” real de la relación afectiva entre la madre y el niño, e incluso la noticia de la más leve anormalidad del hijo crea un fuerte sentido de angustia y rechazo desproporcionado respecto a la real gravedad de la situación. Ha sido demostrado que las emociones maternas (alegría, sufrimiento, etc.) tienen cierta influencia en el desarrollo embrionario, tanto cuanto el soporte nutricional y la calidad del intercambio entre el feto y la placenta. Estos mecanismos psicológicos podrían dejar trazos indelebles incluso en el caso de un hijo sano¹⁵.

Por último es necesario mencionar el riesgo de pérdida de la “privacidad prenatal”: conocer anticipadamente información sobre el sexo o la salud del embrión, o sobre una posible predisposición hacia enfermedades que podrían

¹⁵ Sobre este punto, además de la conferencia del Prof. C.Belliemi, se puede consultar el artículo de M.Vial, A. Benoit, Z. Schneider, J. Soubbaramayer, *Maltraitance du fœtus et du nouveau-né*, Ann Pédiatr 1996, 43: 446-455.

manifestarse en edades más avanzadas, puede inducir a la selección eugenésica, a la discriminación y a la lesión del derecho a “no saber” del sujeto.

Las razones que empujan hoy en día hacia una mayor petición de diagnóstico genético prenatal a menudo son de carácter no solo médico sino cultural. Es la búsqueda de un hijo en el mejor estado de bienestar, consecuencia de un cambio en la percepción del embarazo, visto ya no solo como un evento sino como un “acontecimiento elegido”, una forma de “autorrealización de la pareja”.

CONSIDERACIONES BIOÉTICAS

La aclaración de los aspectos biológicos del momento en el que comienza la vida humana y las características del desarrollo del embrión precoz, si bien no puede ser por sí misma suficiente para dar respuestas de carácter ontológico sobre la naturaleza del ser humano en las fases iniciales de su desarrollo, constituye un momento necesario para afrontar con objetividad el complejo debate bioético sobre la naturaleza y dignidad de la vida humana desde los comienzos de su existencia.

EL DEBATE BIOÉTICO SOBRE EL EMBRIÓN HUMANO¹⁶

En el corazón mismo de las discusiones bioéticas sobre el tema de la vida humana que nace está la cuestión sobre el valor y la dignidad que hay que atribuir al ser humano en los albores de su existencia, de ella depende la consideración sobre los modos y grados del respeto y de la tutela que le son debidos. Las distintas teorías que se han ido presentando en el debate actual son extremadamente articuladas y reflejan la pluralidad de las orientaciones antropológicas que caracterizan el panorama cultural contemporáneo. En las distintas perspectivas teóricas han sido indicadas distintos momentos del desarrollo embrionario del hombre y distintos parámetros a los cuales ligar la dignidad de la persona humana, fundamentándose en distintos “criterios” de referencia.

Los criterios extrínsecos

Los llamados “*criterios extrínsecos*” se basan en factores externos al embrión humano. Algunos autores indican “el reconocimiento por parte de otros” como parámetro fundamental para la atribución de la dignidad de persona: para

¹⁶ El debate bioético y filosófico sobre el comienzo de la vida humana ha sido afrontado en las siguientes conferencias: “*I criteri dell'individualità organica e lo statuto bio-antropologico dell'embrione preimpianto*”, de S.E. Mons. W. J. Ejik; “*Il pensiero classico e medievale (San Tommaso) riguardo all'embrione umano*”, del Prof. M. Pangallo; “*Le teorie sull'embrione umano “non ancora uomo”*”, del Prof. P. Ide. Algunos aspectos de su naturaleza ontológica han sido tratados en, “*L'embrione preimpianto tra biologia e filosofia: l'individuo*”, del Prof. A. Gil Lopes; “*L'embrione preimpianto tra natura e persona*”, del Prof. I. Carrasco De Paula; “*Può un individuo umano non essere persona?*”, del Prof. R. Spaemann.

estos, el ser persona es un “estatus social” conferido por los demás; una entidad es “persona” solo si es reconocida como tal por otros individuos humanos; la persona existe solo en relación a otras personas. Además, hay quien subordina el atributo de persona del embrión a la “intención procreadora” de los padres en el momento en el que se han dado las premisas para la concepción; por lo tanto, un embrión no deseado o concebido por violencia sexual no sería considerado persona humana. Como crítica a estas posiciones, ha sido afirmado que estas conducen a la paradoja de que un ser humano pueda ser una persona si, por ejemplo, su padre lo considera en cuanto tal, pero al mismo tiempo puede no serlo si otro individuo, por ejemplo su madre, se niega a considerarlo como tal. Según otras posiciones el embrión llega a ser un individuo “plenamente humano” solo si es reconocido en cuanto tal por la ley positiva; por consiguiente, el estatus del embrión tiene que estar definido mediante el consenso democrático.

Estos y otros criterios extrínsecos no parecen adecuados para atribuir al embrión humano un *status* ontológico y moral ya que todo posible juicio se basa sobre elementos puramente convencionales y arbitrarios.

Los criterios intrínsecos

Los *criterios intrínsecos* se refieren, en cambio, a determinadas etapas del desarrollo y a determinadas características adquiridas por el embrión mismo, consideradas significativas para la atribución de la dignidad de persona.

Algunas de estas tesis están centradas sobre el *concepto de individualidad* y ponen el acento en los eventos que determinan el origen de la individualidad biológica humana porque con ella se atribuye también, implícitamente o

explícitamente, el *status* ontológico y moral de persona; en ausencia de una existencia individual reconocida no sería posible una existencia persona, y por lo tanto, la plena dignidad humana y la plena titularidad de derechos humanos. El nuevo sujeto humano tiene una dignidad que debe ser respetada y tutelada a partir del momento en el que se adquiere una “individualidad biológica estable”. El concepto de individualidad se traslada por parte de algunos autores a la concepción clásica según la cual el individuo es el “*subsistens distinctum*” o “*indivisum in se, divisum a quolibet alio*”, indicando la doble característica de la “unidad interna” y “distinción” de los demás individuos, de la “unidad” y “unicidad”¹⁷; en cambio, otros autores reducen el concepto de individualidad interpretándolo de manera puramente analítica como “indivisibilidad” y “separación”. Un ejemplo de ellos es la *teoría de la totipotencialidad celular*: hasta el estadio de 8 células estas se llaman “totipotentes”, es decir, tienen capacidad de desarrollarse como cualquier elemento embrionario o extraembrionario porque la información contenida en su código genético es completamente accesible, o dicho de otra manera, está todavía indiferenciada; si las células totipotentes se separan del embrión en desarrollo con una finalidad experimental, estas son capaces de dar origen a un nuevo individuo completo. Estas evidencias no permitirían afirmar, según algunos autores, que nos encontramos ante un nuevo individuo plenamente constituido. Una teoría parecida es la de la *gemelación monocigótica*: durante la embriogénesis precoz puede suceder, aunque raramente, que algunas células del individuo en vías de desarrollo se separen y se produzca el desarrollo independiente de un nuevo organismo. Este fenómeno puede darse a partir del estadio de dos células hasta el 14º día de desarrollo, y en casos muy raros

¹⁷ Obviamente, el concepto de individualidad no excluye la capacidad de generación.

incluso después de este periodo (gemelos siameses); por tanto, dice esta teoría, que no es posible afirmar la presencia de un individuo humano hasta que tal individuo humano deje de tener la capacidad de llegar a ser dos o más individuos. A estas argumentaciones ha sido contestado que se trata de eventos estadísticamente raros; el fenómeno de la gemelaridad ha sido explicado con la teoría según la cual el individuo embrionario, ya constituido desde la fecundación, da origen a otro individuo que inicia un proceso vital independiente con un patrimonio genético idéntico. Un análisis correcto de los datos científicos pone en evidencia además que desde la fecundación el destino del organismo está determinado: la plasticidad celular y la maleabilidad del desarrollo embrionario precoz no borra la individualidad establecida por la fusión de los gametos; este caso pone de manifiesto el rol esencial de estas propiedades en la regulación del desarrollo del nuevo organismo –para conferir, por ejemplo, la capacidad de compensación por eventuales daños o errores en el programa de evolución embrionaria-.

Otras argumentaciones se basan en la presencia de un *desarrollo adecuado de los órganos necesarios para el ejercicio de la razón*: ya que aquello que distingue el ser humano de los otros animales es la razón, es posible afirmar la presencia de una persona humana solo si se comprueba un cierto grado de desarrollo de los órganos implicados en la función intelectual. El grado de desarrollo mínimo de estos órganos para reconocer la personalidad del ser humano todavía es tema de debate. Si partimos de la constatación de la realidad biológica, es necesario subrayar que el desarrollo cerebral, así como el nacimiento del mundo sensorial, comienza a constituirse a partir de una ininterrumpida progresión de eventos desde el momento de la fusión de los gametos: desde la constitución del cigoto, a la fusión de los gametos, se trata

siempre del mismo individuo biológico humano que se desarrolla en el tiempo hasta la conclusión de su ciclo vital.

Algunos autores que asumen la corriente de pensamiento tomista, basando su argumentación sobre la teoría de la “animación retardada”, se han interrogado acerca del momento en el que el cuerpo está suficientemente organizado para poder recibir “el alma racional”. Según esta tesis, un alma racional puede estar presente solo en un cuerpo que está preparado para desarrollar las actividades espirituales y la presencia de la corteza cerebral, según alguna tesis, es condición necesaria para ejercitar esta función. Por consiguiente, el organismo biológico que se forma en la fecundación (capaz de acciones biológicas no racionales) no está preparado para acoger un alma racional. Esta posición ha sido criticada puntualmente por algunas corrientes tomistas, según las cuales la teoría de la animación retardada, sostenida por Aristóteles y S. Tomás, no sería una consecuencia lógica de los principios de la teoría hilemórfica sino que dependería esencialmente de los limitados conocimientos biológicos disponibles en el tiempo en que escribieron los dos autores; una adecuada aplicación de los principios, gracias a los conocimientos científicos actuales, llevaría a sostener la teoría de la “animación inmediata” y por lo tanto a afirmar la humanidad plena del ser humano recién constituido.

La visión sustancialista

Según la interpretación del concepto de persona de carácter “sustancialista”, es decir, referida a la misma naturaleza humana en cuanto tal, la persona se manifiesta mediante sus capacidades y se expresa en sus comportamientos, pero no se agota ni se reduce a ellos. Por lo tanto, el no ser en acto de

determinados caracteres o comportamientos (como por otro lado es inevitable en el caso de la vida humana prenatal), no equivale a la ausencia de la persona. La persona está antes y más allá de la expresión de sus capacidades y comportamientos. En el contexto del sustancialismo se inserta la teoría hilemórfica clásica según la cual el alma intelectual es la forma sustancial del cuerpo y principio de su organización. Gracias a la presencia del alma intelectual el cuerpo se determina, se organiza y se diferencia; esta es además la condición ontológica necesaria para el ejercicio de las actividades humanas inferiores y superiores, aunque no es reductible a ellas.

La presencia de un fundamento ontológico garantiza la unidad interna y la continuidad en el tiempo del ser humano personal, desde el momento de su constitución como organismo. Según esta perspectiva no existe una vida humana “anónima”, privada de sujeto, y no puede existir una transición continua y gradual de “algo” a “alguien”. No podemos pensar en una vida humana sin pensar en la vida de un específico ser humano.

Para sostener esta posición hay que precisar que la teoría de la animación inmediata, aplicada a todo ser humano que viene a la existencia, se muestre como plenamente coherente a su realidad biológica. En el embrión humano existe desde el primer momento una disposición de la materia tal que permite guiar gradualmente la aparición de una diferenciación según el programa de la especie humana –si se interrumpe o altera el proceso, esto depende de causas accidentales que pueden ser genéticas o derivar de agentes externos -. Esta perspectiva, de hecho, no contradice, entre otras cosas, los principios fundamentales de la metafísica de Sto. Tomás.

La posibilidad de sobreponer los conceptos de ser humano y de persona conduce a una clara posición sobre el comienzo de la vida humana: desde el momento en el que se observa una individualidad biológica humana ya tenemos delante a una persona; cuando está el ser humano como organismo biológico vivo de la especie humana, ya está la persona. La formación de un nuevo organismo humano determina el salto cualitativo a nivel biológico y a nivel ontológico, que permanece hasta el final de su ciclo vital. En todos los estadios de su desarrollo es siempre la misma individualidad humana, con una unidad interna desde el primer momento de su constitución, en grado de dirigir de manera autosuficiente su propio desarrollo (aunque este dependa, en las primeras fases de su crecimiento, de la relación con la madre y con el ambiente externo); de ser por tanto una “sustancia”, a saber, un sujeto subsistente, por ello “existente per sé”. Una sustancia cuya característica estructural y específica es la racionalidad, prescindiendo de la capacidad actual de ejercitarla.

CONSIDERACIONES ÉTICAS Y JURÍDICAS¹⁸*Aspectos éticos*

Los aspectos éticos referidos al embrión humano preimplantado (tanto las cuestiones generales como aquellas más concretas relativas, por ejemplo, a la posibilidad de utilizarlo para la experimentación o como donante de células y tejidos) están íntimamente relacionadas con la cuestión ontológica, es decir, con la identificación de la naturaleza del embrión humano. De hecho, entre la cuestión ética y ontológica existe una estrecha relación ya que el respeto debido a una entidad depende de su *valor* y de su consideración como algo *precioso*. Con el término “valor” no entendemos el precio de mercado sino *su precio objetivo que, en el caso del hombre, nace de tener una naturaleza racional*. El término “dignidad” fue acuñado para indicar el valor específico y el carácter valioso del hombre; “*persona significat id quod est perfectissimum in tota natura, scilicet subsistens in rationali natura*” (S. Tommaso d’Aquino, *Summa Theologiae*, I, q. 29, a.3). La dignidad de la persona encuentra aquí un punto de apoyo ontológico; aquel que es perfecto en grado máximo no puede no ser reconocido y respetado incondicionalmente en su vida y en su integridad. Desde esta perspectiva la dignidad del hombre asume un valor incondicionado y ontológicamente fundamentado.

¹⁸ Los aspectos éticos y jurídicos han sido afrontados en una interesante mesa redonda en la que se han expuesto las siguientes ponencias: “*L’embrione preimpiantatorio tra biologia e filosofia: l’individuo*”, del Prof. A. Gil Lopes; “*L’embrione preimpiantatorio tra natura e persona*”, del Prof. I. Carrasco De Paula; “*Può un individuo umano non essere persona?*”, del Prof. R. Spaemann; “*Perché il dovere della tutela giuridica dell’embrione*”, del Dr. Jean-Marie Le Méné.

No obstante, hay que subrayar que la cuestión moral no depende exclusivamente de la ontología, como ha sido expresado significativamente en la Instrucción *Donum Vitae*. En este documento se afirma que todo ser humano debe ser respetado como persona desde la concepción, basando esta afirmación en tres argumentaciones que no afrontan el tema de la identidad personal del embrión humano. Estas se apoyan en tres puntos diferentes: 1) *la argumentación biológica*: los datos que nos ofrecen hoy la embriología y la genética nos permiten afirmar que desde los primeros estadios del desarrollo embrionario estamos en presencia de una individualidad biológica humana; 2) *la argumentación biográfica*: es evidente que destruir a un embrión humano significa impedir el nacimiento de un ser humano; 3) *la argumentación ética*: un principio general de la moral afirma que nunca es lícito obrar con conciencia dudosa. Ante la duda de encontrarse en presencia de una persona humana, es necesario respetar al embrión humano como si lo fuera; de otra manera correríamos el riesgo de cometer un homicidio.

Desde el punto de vista moral, por consiguiente, el simple hecho de estar en presencia de un ser humano exige que se respete plenamente su integridad y su dignidad: todo comportamiento que de alguna manera pueda constituir una amenaza u ofensa a sus derechos fundamentales, entre todos el primero, el derecho a la vida, debe considerarse como gravemente inmoral.

Aspectos jurídicas

De esta perspectiva, que reconoce el ser y la dignidad del embrión humano como valores absolutos, brota el respeto pleno de su inviolabilidad y la tutela

de su libre expresión, sobre todo, en la vertiente de los derechos humanos; respeto que exige siempre el bien verdadero y entero de la persona; la tutela de la autonomía y la libertad de todo ser humano y evitar toda forma de instrumentalización y discriminación.

Reconocer que el embrión es un ser humano desde el momento en el que comienza su ciclo vital significa también constatar su extrema vulnerabilidad, y esta vulnerabilidad exige un compromiso ante aquel que es débil, una atención que tiene que estar garantizada por la conducta ética de los científicos y los médicos y por una oportuna legislación nacional e internacional.

Las tentativas de renegar la subjetividad del embrión a las que asistimos hoy en ámbito médico y científico repercuten a su vez sobre la sociedad entera, determinando una infravaloración del individuo humano sobre todo en los momentos en los que este es más frágil e indefenso: si no se le garantiza al hombre una protección real, en particular en las situaciones de mayor debilidad, ¿cómo podrá ser tutelado todo ser humano siempre y en toda circunstancia?

ÍNDICE

Presentación

Introducción

Aspectos científicos

Consideraciones bioéticas

Consideraciones éticas y jurídicas

Quarta di copertina

Durante los días 27 y 28 de febrero de 2006 la Pontificia Academia pro Vita organizó, con ocasión de su XII Asamblea, un Congreso Científico titulado: “El embrión humano en la fase de la preimplantación”. Contó con la intervención de embriólogos, filósofos, expertos en ética y juristas, con la finalidad de aclarar la identidad y el valor antropológico del ser humano en esta fase de su existencia recién estrenada.

El interés y la actualidad, ya presentes desde hace años en el debate bioético sobre el embrión humano, se ha intensificado en los últimos tiempos debido a los problemas suscitados por la posibilidad de congelación del óvulo fecundado (en realidad, ya embrión en su primera fase de desarrollo), por la praxis de experimentación sobre el embrión, por el empleo de la llamada “píldora del día siguiente” y por la difusión del diagnóstico preimplantacional.

La publicación que usted tiene entre manos es una síntesis orgánica del tema tratado, realizada en un lenguaje comprensible, al servicio de todos aquellos que desean captar los contenidos esenciales y también para responder al deber de informar a un amplio público. Esta síntesis conservará su actualidad más allá de las circunstancias específicas que la han generado, en beneficio de una información cada vez más adecuada sobre temas esenciales concernientes la vida humana, y penetrando cada vez más en el debate político y en la catequesis de la Iglesia.

(de la presentación de S.E.R. Mons Elio Sgreccia, Presidente)