

EL DILEMA DE LOS EMBRIONES HUMANOS CONGELADOS

LUIS FRANCO

Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de España
Real Academia de Medicina de la Comunidad Valenciana

RESUMEN: Hay varios millones de embriones congelados en todo el mundo como consecuencia de la fecundación *in vitro*. Para discernir el destino de esos embriones, este artículo comienza revisando la naturaleza biológica del embrión humano a la luz de las más recientes aportaciones de la Biología. Se concluye que el embrión humano no puede considerarse como una simple «masa de células», sino como un organismo individual de la especie *Homo sapiens*. Así se justifica que el Magisterio de la Iglesia condene la destrucción de embriones o su utilización con fines de investigación o terapéuticos e incluso su misma criopreservación.

Se revisan los destinos propuestos para los embriones congelados abandonados: uso para investigación, para obtener materiales biológicos o para adopción, y se valora su eticidad a la luz de los datos científicos y del Magisterio de la Iglesia, para concluir reiterando el llamamiento a evitar toda praxis que conlleve la producción de embriones sobrantes.

PALABRAS CLAVE: fecundación *in vitro*; embriones congelados; naturaleza del embrión humano; investigación con embriones; adopción de embriones; bioética.

The frozen embryo dilemma

ABSTRACT: There are several millions of frozen human embryos around the world as a result of *in vitro* fertilization techniques. To shed some light on the possible destination of these embryos, present article starts reviewing their nature, especially considering the recent advances of Biology. The conclusion is that embryos cannot be longer contemplated as mere cell bundle, but as an individual organism of the *Homo sapiens* species. That is why the Catholic Church's Magisterium condemns the destruction of human embryos, their use for research or therapeutics as well as their cryopreservation.

The proposed destinies of abandoned human embryos, namely their use for research of as a source of biological materials and their adoption, are next reviewed in the light of the scientific data and of the Magisterium, to conclude reiterating an appeal to stop all interventions involving the production of spare embryos.

KEY WORDS: *In vitro* fertilisation; Frozen embryos; Human embryo nature; Research on embryos; Embryo adoption; Bioethics.

INTRODUCCIÓN

Se puede estimar en varios millones el número actual de embriones humanos congelados en todo el mundo. La comercialización asociada a las técnicas de fecundación *in vitro* (FIV) hace que ese número siga continuamente aumentando. ¿Cuál puede ser el destino de esos embriones? No es fácil encontrar una respuesta acertada, ya que hay que tener en cuenta numerosas cuestiones científicas, legales y éticas. Efectivamente, si a la pregunta: ¿qué es el embrión humano?, se responde que es un simple conglomerado de células, la mayor parte de las objeciones éticas que podrían plantearse se desvanecerían y sólo quedaría hacer una detenida lectura de la legislación contenida en el derecho

positivo de cada país para decidir qué se puede y qué no se puede hacer con los embriones conservados. Pero si, desde un punto de vista biológico, se concluye que el embrión humano es un organismo de la especie *Homo sapiens*, las implicaciones éticas serán muy importantes. De hecho, en la Declaración Final de la XII Asamblea General de la Pontificia Academia para la Vida se decía: «resulta ineludible afrontar una cuestión fundamental: «¿Quién o qué es el embrión humano?», para poder derivar de una respuesta fundada y coherente a esa pregunta criterios de acción que respeten plenamente la verdad integral del embrión mismo»¹.

Este artículo aporta datos para decidir sobre la naturaleza del embrión humano y examina después cómo se está produciendo actualmente ese exceso de embriones congelados. Los distintos destinos que pueden tener los embriones criopreservados y las propuestas que se han hecho para manejar tan alarmante exceso constituyen el siguiente punto del presente estudio, que concluirá abordando la dificultad de dar una solución absolutamente convincente a tan difícil problema. A lo largo de todo el artículo se irán dando referencias a las aportaciones del Magisterio de la Iglesia Católica y a los datos científicos en que se basan.

1. NATURALEZA DEL EMBRIÓN HUMANO

1.1. *El estatuto biológico y ontológico del embrión humano*

El desarrollo embrionario y fetal es un proceso complejo²; comienza tras la fecundación, en la que, por la penetración de un espermatozoide en el óvulo, se forma el cigoto. El cigoto humano, al iniciarse el segundo día después de la fecundación, da lugar a un embrión de dos células, denominadas blastómeros, que se dividen a su vez rápidamente, de modo que al término del segundo día el embrión ya posee cuatro células. Tras una fecundación natural, estas divisiones celulares del embrión transcurren en paralelo con su desplazamiento local a través de la trompa de Falopio, el conducto que une el ovario con el útero, de modo que al término de ese segundo día el embrión está ya a la mitad de su camino hacia el útero. Al llegar al tercer día, se han producido por lo menos dos divisiones más y el cuarto día el embrión, que recibe entonces el nombre de blastocisto, se encuentra ya en el útero. Por supuesto, antes de cada división celular cada molécula de DNA da lugar a dos moléculas idénticas, de modo que la información genética de las células del embrión es idéntica a la del cigoto.

Aunque inicialmente los blastómeros son de aspecto semejante, en el blastocisto la diferenciación ya es evidente. Se distingue una cavidad central

¹ Pontificia Academia para la Vida. Declaración Final de la XII Asamblea General, 2006. L'Ossevatore Romano, edición en lengua española, 3 de marzo de 2006, p. 4.

² Se pueden encontrar los detalles en cualquier libro de Biología Celular; aquí sólo se esboza lo necesario para centrar la discusión posterior.

(blastocisto) y un grupo numeroso de células denominado masa celular interna. Finalmente, entre los días 6 y 7 tras la fecundación el blastocisto comienza su implantación en el útero. La diferenciación morfológica es entonces más patente. La masa celular interna se diferencia en epiblasto e hipoblasto, que separa al epiblasto del blastocito y, envolviéndolo todo, se observa una capa de células que se denomina trofoblasto o trofoectodermo. Las células de la masa celular interna pueden dar lugar a todas las células del organismo adulto, por lo que se denominan pluripotentes. El trofoblasto y el epiblasto son realmente tejidos extraembrionarios, que darán lugar a elementos auxiliares en la constitución del feto. Por ejemplo, la placenta se origina mayoritariamente a partir del trofoblasto. Terminada la implantación, el embrión continúa su desarrollo de forma continua y, tras pasar por el periodo de desarrollo fetal, se llega al término de la gestación.

¿Qué naturaleza tiene el embrión humano? En 1990, Gareth Williams escribió: «La idea de que la vida humana comienza en la fecundación está recogida en prácticamente cualquier libro de texto de embriología (...) La ética médica laica ha adoptado tradicionalmente este punto de vista»³. Esta idea, pacíficamente admitida hasta finales del siglo pasado, comenzó a discutirse cuando se pudo obtener embriones humanos *in vitro*. El afán de disponer de un novedoso material de investigación llevó a buscar argumentos para justificar su empleo y en paralelo, a indagar más profundamente sobre la identidad del embrión humano.

La continuidad genética a lo largo de la diferenciación cigoto-embrión-feto-neonato-adulto es un argumento definitivo para asignar la pertenencia del embrión a la especie humana, pero no para decidir sobre su individualidad. La Biología aporta otros datos sobre la identidad del embrión humano. Fundamentalmente, se refieren al programa de expresión de los genes propios del embrión; a la presencia de estructuras características de organismos pluricelulares; a la comunicación bioquímica entre el embrión y el organismo materno, que ponen de manifiesto la existencia de una interrelación entre organismos diferentes. La Embriología, además, estableció que el lugar de penetración del espermatozoide en el óvulo decide la localización del eje de simetría bilateral del blastocisto, eje que se mantiene a lo largo del desarrollo. Estos primeros antecedentes se han comentado en otro lugar⁴ y no hay que reiterarlos aquí. Pero desde entonces, se ha ahondado en el diálogo bidireccional entre el organismo materno y el embrión que, ya durante su recorrido por la trompa de Falopio, facilita su implantación. Este diálogo se produce mediante el intercambio de señales moleculares, que repercuten, por ejemplo, en la regulación de la transcripción del genoma embrionario⁵, distinto del de la madre. Estos datos

³ WILLIAM, 1990.

⁴ FRANCO, 2012.

⁵ MORENO *et al.*, 2023.

apuntan hacia la idea de que el embrión es un organismo con individualidad diferente de la materna.

Los avances en embriología de mamíferos, producidos en los últimos años tras la aparición de novedosas tecnologías, proporcionan argumentos más decisivos para atribuir al embrión humano un carácter de individuo. Es posible, por ejemplo, marcar cada una de las células de un embrión temprano con una proteína fluorescente diferente sin comprometer la viabilidad del embrión⁶. La técnica se conoce con el nombre de «arco iris», aludiendo a la multiplicidad de colores. Recientemente, se ha introducido un nuevo método no invasivo para el estudio del desarrollo de embriones tempranos mediante microcinematografía ayudada por técnicas de aprendizaje profundo (*deep learning*)⁷. Ese conjunto de métodos experimentales, combinados con otros clásicos de la biología molecular, ha permitido profundizar en el desarrollo de los embriones de ratón y, más recientemente, de humanos. Dado el paralelismo entre la embriología del ratón y la humana, se admite que los hallazgos con ese animal modelo se pueden extrapolar al embrión humano. El empleo de la técnica del arco iris con embriones de cuatro células permitió observar que la masa celular interna deriva mayoritariamente de uno de los blastómeros, mientras que el trofoectodermo proviene fundamentalmente de otro, por lo que se puede concluir que «es improbable que la tendencia observada en estos resultados pueda explicarse por el azar»⁸.

Los resultados descritos son acordes con el hecho de que las células del cuerpo humano presentan un desequilibrio clonal, es decir, las diferentes células no derivan por divisiones simétricas a partir del embrión temprano. A esta conclusión se llegó al reconstruir retrospectivamente el linaje de las células del organismo humano por medio de secuenciación genómica y análisis de polimorfismo de nucleótido único⁹. Una combinación de técnicas invasivas y no invasivas ha permitido recientemente reconstruir el linaje de embriones humanos desde el estado de dos células hasta el blastocisto y determinar la contribución de cada blastómero del embrión de dos células a la formación del epiblasto, del hipoblasto y de la placenta. La mayoría de las células del epiblasto —que darán lugar el cuerpo del feto y del adulto— derivan de un único blastómero¹⁰.

Si los resultados descritos hasta aquí se consideran en su conjunto, debe concluirse que, a pesar de las apariencias morfológicas, el embrión es mucho más que una masa de células. Los datos biológicos apuntan fuertemente hacia la identificación del propio cigoto como un organismo individual y obligarían a establecer el estatuto biológico del embrión humano como el de un organismo vivo de la especie *Homo sapiens*. A esa conclusión llegaba en 2006 la mencionada Declaración de la Pontificia Academia para la Vida, aunque en esa fecha

⁶ TABANSKY *et al.*, 2013

⁷ SHEN *et al.*, 2022.

⁸ Tabansky *et al.*, 2012.

⁹ COORENS *et al.*, 2021.

¹⁰ JUNYENT *et al.*, 2024.

faltaban aún los datos contundentes posteriores que se han mencionado en las líneas precedentes. Y añadía que el embrión humano preimplantatorio es «un ser que posee en sí la finalidad de desarrollarse en cuanto persona humana y a la vez la capacidad intrínseca de realizar ese desarrollo».

Se abre así la puerta al debate sobre el estatuto ontológico del embrión humano. Para Spaemann, por ejemplo:

Quienes pretenden separar los conceptos de «hombre» y «persona» no han considerado a fondo las consecuencias que derivan de ello. Según la concepción tradicional, bien fundada filosóficamente, es persona todo individuo de una especie cuyos miembros normales tienen la posibilidad de adquirir conciencia del propio yo y racionalidad. (...) Reducir la persona a ciertos estados actuales —conciencia del yo y racionalidad— termina disolviéndola completamente: ya no existe la persona, sino sólo «estados personales de los organismos»¹¹.

Otros, como Hyun, pretenden que la tradición filosófica occidental limita el concepto de persona sólo a aquellos individuos que poseen en acto la capacidad de tomar decisiones racionales y que en su actuación muestran un alto nivel cognitivo y de auto-conocimiento¹². El autor seguramente asume que la «tradición filosófica occidental» comienza con John Locke, que definió la persona como «ser pensante e inteligente, provisto de razón y de reflexión»¹³. En la Declaración de la Pontificia Academia para la Vida ya aludida, se parte de que «tratándose de una interpretación filosófica, la respuesta [a la pregunta sobre la personalidad del embrión] no es de “fe definida” y permanece abierta, en cualquier caso, a ulteriores consideraciones». Pero la opinión de la Academia es clara: «a partir de los datos biológicos de los que se dispone, consideramos que no existe ninguna razón significativa que lleve a negar que el embrión es persona ya en esta fase [preimplantatoria]». Pero, aunque se pueda dudar sobre la interpretación de los datos expuestos, al considerarlos con buena fe ha de quedar, al menos, la sospecha razonable de que los embriones posean una identidad de organismos humanos. En cualquier caso, las más elementales normas éticas deben bastar para respetar la vida embrionaria, es decir, para rechazar la destrucción de embriones humanos. Esta es la razón por la que la Pontificia Academia para la Vida, en la citada declaración, reafirmaba la grave obligación moral de respetar los embriones humanos:

Además, desde el punto de vista moral, por encima de cualquier consideración sobre la personalidad del embrión humano, el simple hecho de estar en presencia de un ser humano (y sería suficiente incluso la duda de encontrarse en su presencia) exige en relación con él el pleno respeto de su integridad y dignidad: todo comportamiento que de algún modo pueda constituir una amenaza o una ofensa a sus derechos fundamentales, el primero de los cuales es el derecho a la vida, ha de considerarse gravemente inmoral.

¹¹ SPAEMANN, 1992.

¹² HYUN, 2024.

¹³ LOCKE, 1999.

Esta afirmación está en clara continuidad con el Magisterio de la Iglesia, que, a su vez, se apoya en los datos científicos como los que se han recogido en las líneas precedentes. El documento de rango más elevado que se pronuncia sobre el estatuto del embrión humano es la Encíclica *Evangelium vitæ*¹⁴.

1.2. *El debate sobre el estatuto del embrión humano*

Como el tema que se está tratando tiene hondas repercusiones éticas, resulta muy difícil que la ciencia dé una respuesta aceptada absolutamente por todos los científicos, que, como cualquier persona, no son ajenos a las ideologías. Sigue habiendo científicos que aceptan que el embrión es sólo una masa de células o una estructura en potencia de convertirse en un ser humano, pero no una persona humana. No hay ningún argumento serio a favor de esas posturas alternativas y, con frecuencia, se esgrimen opiniones con poca o ninguna base racional; así para defender el uso de embriones humanos para investigación, se utilizan con frecuencia apelaciones al ridículo. Por ejemplo: «si se declara un incendio en un laboratorio en el que hay miles de embriones congelados y un bombero tiene que optar por salvar a un trabajador de ese laboratorio o a los miles de embriones seguramente se inclinaría por salvar al trabajador». De ahí se pretende concluir que los embriones no son personas, ya que si lo fueran sería preciso salvar a miles de seres humanos antes que a uno solo^{15, 16}. Pero la dignidad de un embrión humano, de un feto, de un adulto no depende de que se le estime más o menos. El valor de una persona *en sí*, no depende del valor que esa persona tenga *para mí*. La afectividad, la sensibilidad, se mueven en la esfera del *tener*, no en la del *ser*, y no deben constituirse en referentes éticos¹⁷.

En otras ocasiones, ni siquiera se dan argumentos. Renato Dulbecco¹⁸ escribió:

Está claro que existe una continuidad entre el momento de la concepción y la vida adulta, por lo que —en abstracto— matar al óvulo fecundado equivale a matar al individuo 30 o 60 años más tarde. Pero también es importante la percepción que nosotros tenemos de la persona humana: un óvulo fecundado

¹⁴ «Aunque la presencia de un alma espiritual no puede deducirse de la observación de ningún dato experimental, las mismas conclusiones de la ciencia sobre el embrión humano ofrecen “una indicación precisa para discernir racionalmente una presencia personal desde este primer surgir de la vida humana: ¿cómo un individuo humano podría no ser persona humana?».

«Por lo demás, está en juego algo tan importante que, desde el punto de vista de la obligación moral, bastaría la sola probabilidad de encontrarse ante una persona para justificar la más rotunda prohibición de cualquier intervención destinada a eliminar un embrión humano» (JUAN PABLO II, Carta Encíclica *Evangelium vitæ* n. 60; AAS 87:502 (1995); la cita interna es de la Instrucción *Donum vitæ I*, 1).

¹⁵ DOUGLAS & SAVULESCU, 2009.

¹⁶ El lector interesado puede encontrar publicaciones a favor o en contra de argumentos semejantes en el artículo de Lovering (LOVERING, 2013) y las referencias incluidas.

¹⁷ FRANCO, 2001.

¹⁸ Dulbecco recibió el premio Nobel de Fisiología o Medicina en 1975.

y el embrión en que se desarrolla, durante un cierto tiempo, no pueden ser reconocidos como personas desde ningún punto de vista. ¿A partir de qué momento podemos empezar a considerarlo «humano»? Y, ¿en qué momento deja de ser un embrión para convertirse en un niño? Es una discusión que no tiene final. A falta de parámetros objetivos y de pruebas científicamente irrefutables, la definición de estas fronteras queda confiada a las creencias individuales, a las supersticiones, a la moral vigente en una determinada época histórica, a los dogmas de la religión o, también, al arbitrio del legislador de cada país¹⁹.

El inicio del párrafo citado parece reconocer la identidad del embrión como ser humano. Pero para justificar la manipulación de embriones, añade unos motivos que no incluyen ninguna razón científica: simplemente, se basan en «la percepción que nosotros tenemos de la persona humana», algo totalmente subjetivo, apoyado en la sensibilidad del observador.

Conviene resaltar que los argumentos a favor de la naturaleza del embrión como ser humano se apoyan en datos científicos y no en razones confesionales. El Magisterio de la Iglesia se basa precisamente en esos datos científicos, aunque, lógicamente, los analiza «en virtud de la propia misión evangélica y de su deber apostólico»²⁰. El artículo ya mencionado de Gareth Williams se publicó tras un debate en el Parlamento del Reino Unido sobre la utilización de embriones para la investigación. Los partidarios de ese uso recurrieron frecuentemente al tópico de «la Iglesia contra Galileo», en un intento de demostrar que quienes se oponían a la experimentación con embriones lo hacían por razones religiosas y frenaban el avance de la ciencia. Iniciaba Williams su artículo diciendo que «como ateo, científico con experiencia y seguidor de un movimiento pro-vida, debía rechazar tal interpretación» y criticaba a continuación los motivos que se estaban esgrimiendo en contra de la idea de que la vida humana comienza con la fecundación, para terminar diciendo «Parece que algunos quieren nadar y guardar la ropa, acusando a sus oponentes de fundamentalismo religioso, mientras ellos mismos se apoyan en argumentos metafísicos confusos, con poco fundamento racional»²¹.

2. FECUNDACIÓN IN VITRO Y CONGELACIÓN DE EMBRIONES

Durante 2021, 38.431 mujeres se sometieron en España a técnicas de FIV, con las que se iniciaron 46.224 ciclos²². Se hizo transferencia de embriones en

¹⁹ DULBECCO, 1988.

²⁰ Instrucción *Donum vitae*. AAS, 80:83 (1988).

²¹ WILLIAMS, 1990.

²² Las cifras usadas en este apartado proceden del último informe de la Sociedad Española de Fertilidad sobre los resultados obtenidos por los centros que usan en España TRA y es el registro oficial del Ministerio de Sanidad. Interesan sólo los datos referentes a FIV, tanto por el método clásico, como por microinyección espermática, ya que otras técnicas, como la inseminación artificial, no dan lugar al almacenamiento de embriones. Se encuentra en https://www.registrationef.com/public/docs/sef2021_IAFIV.pdf

18.454 casos (39,9% de los ciclos iniciados) y en 6.353 casos la transferencia dio lugar a un embarazo, aunque 1.519 de ellos fueron ectópicos, heterotópicos o terminaron en aborto (23,9% de los embarazos). Finalmente, llegaron a término 4.656 de los embarazos lo que supone un éxito del 10,1% de los ciclos iniciados o del 25,2% de las transferencias de embrión realizadas. No hay datos sobre la evolución de los 178 embarazos restantes.

En principio, la criopreservación de embriones se realiza una vez ha comenzado la división celular²³, en previsión de una nueva transferencia si no ha concluido con éxito la primera o si se desea una nueva gestación. Se lleva a cabo por vitrificación²⁴, para evitar el efecto destructor de la formación de cristales de hielo. La vitrificación requiere la sustitución parcial del agua por un agente crioprotector, por ejemplo, dimetilsulfóxido, de modo que, al bajar la temperatura hasta la del nitrógeno líquido (-196°C), se evita la cristalización del agua residual. Hay que controlar muchas variables, en la congelación y en la descongelación, para que el embrión no sufra daños irreversibles. La deshidratación lleva al embrión a un estado antinatural, en el que no sólo las funciones vitales están suspendidas, sino que la interacción entre las diversas estructuras del embrión está alterada por la pérdida de agua.

El informe mencionado muestra que el éxito de la FIV es mucho menor que el prometido por las clínicas, pero, además, añade que al terminar 2021 quedaron 777.679 embriones criopreservados. La legislación española no limita el número de embriones que se pueden producir en cada ciclo de TRA, lo que da lugar a una acumulación que, a todas luces, seguirá aumentando mientras no se frene su obtención. A la vista de la naturaleza del embrión, la congelación de embriones ya atenta a su dignidad, como recuerda el Magisterio de la Iglesia²⁵.

Cabe preguntar si los embriones obtenidos por FIV y mantenidos en un medio de cultivo presentan diferencias con los embriones resultantes de una fecundación natural y desarrollados en el organismo materno²⁶. En cuanto a su identidad, naturaleza biológica y estatuto ontológico no hay diferencia alguna entre los embriones obtenidos y cultivados *in vitro* y los resultantes de fecundación natural²⁷, por lo que la dignidad de esos embriones debe tenerse en cuenta, independientemente del modo en que hayan sido concebidos. Pero,

²³ Cuando se implantan embriones frescos, la intervención suele hacerse con embriones de 2-3 días.

²⁴ SCIORIO *et al.*, 2024.

²⁵ Instrucción *Dignitas personæ* AAS 100:863 (2008), n. 18.

²⁶ En los años 80 y 90 del siglo pasado se acuñó el término «preembrión» para referirse al embrión humano formado *in vitro* hasta los 14 días después de la fertilización. Se evitaba así hablar de embriones y se pretendía asignar un peculiar estatuto biológico al embrión temprano, que permitió la autorización de la manipulación o investigación con embriones, incluida la posibilidad de su destrucción. El origen del límite de 14 días y el escaso uso del término «preembrión» en la literatura científica se han discutido ampliamente en un interesante artículo (FERRER COLOMER & PASTOR, 2017).

²⁷ FRANCO, 2012.

a nivel molecular, sí pueden encontrarse sutiles diferencias. Desde hace tiempo se sabe que, en el cultivo de embriones, cambios en los componentes del medio, de la temperatura y nivel de oxígeno y el estrés mecánico de su manipulación pueden producir cambios epigenéticos²⁸.

Possiblemente por ese motivo la incidencia de algunas enfermedades con componente epigenético es mayor en los nacidos tras FIV que los nacidos tras concepción natural. En 2002 se sugirió que podía existir una conexión entre las técnicas de microinyección espermática y un síndrome causado por defectos en la impronta genómica, concretamente el síndrome de Angelman^{29, 30}. Un año más tarde se planteó la misma sugerencia en relación al síndrome de Beckwith-Wiedemann, una enfermedad rara causada también por errores en la metilación de un *locus* cromosómico específico³¹. Es una cuestión de hondo interés científico y social, puesto que cerca del 3% de los nacimientos en países desarrollados se produce actualmente tras el empleo de técnicas de reproducción asistida (TRA); por ello, se ha investigado profusamente en los años transcurridos desde entonces. Se han publicado numerosas revisiones sobre el tema, las primeras de las cuales se han mencionado en otro lugar³². Sin entrar en detalles, en el primer estudio de caso y control se compararon 14.894 niños nacidos mediante TRA con 1.316.500 nacidos tras concepción natural. La frecuencia del síndrome de Beckwith-Wiedemann entre estos últimos es 0,00281%, mientras que en los primeros sube al 0,0269%, una proporción 9 veces superior a la de la población general³³. Los estudios posteriores han confirmado estos resultados³⁴, que con demasiada frecuencia se ocultan al hablar de TRA.

3. PROPUESTAS SOBRE EL DESTINO DE LOS EMBRIONES CONGELADOS; VALORACIÓN ÉTICA

3.1. *Uso de los embriones sobrantes para investigación*

Suele argumentarse que los embrones abandonados constituyen un valioso material para la investigación. De modo recurrente, se ha argüido que tal investigación podría conducir al desarrollo de terapias que alarguen la vida y alivien el sufrimiento. Incluso se ha llegado a decir que renunciar a la investigación con embrones daría lugar a millares, quizá millones, de muertes evitables, por lo

²⁸ LANCE *et al.*, 2014.

²⁹ El síndrome de Angelman es un desorden neurológico que provoca retraso mental, ataxia, y muy frecuentemente microcefalia, convulsiones, hiperactividad y risa incontrolada.

³⁰ COX *et al.*, 2002.

³¹ GICQUEL *et al.*, 2003.

³² FRANCO, 2010.

³³ HALLIDAY *et al.*, 2004.

³⁴ MUSSA *et al.*, 2017.

que esa renuncia sería equivalente desde un punto de vista moral, a matar a esas personas. Por ejemplo, Douglas y Savulescu concluyen un artículo diciendo:

Aunque no fuera moralmente equivalente a matar, quienes establecen una distinción entre matar y dejar morir por denegar auxilio admitirán que hay fuertes razones para evitar muertes previsibles. Por tanto, hay razones poderosas para realizar investigación destruyendo embriones³⁵.

Se advierte claramente que planteamientos de ese tipo están dirigidos a llamar la atención del público, con argumentos basados en la sensibilidad, con el fin de lograr el apoyo social que conduzca a la liberalización total del uso de embriones en la investigación. El artículo mencionado se publicó hace 15 años, pero argumentos de ese tipo siguen prodigándose. En diciembre de 2023, en un artículo en el diario británico *The Guardian*, la autora se lamentaba de que el número de embriones donados para la ciencia³⁶ hubiera descendido en el Reino Unido de 17.925 en 2004 a 675 en 2019³⁷ y después se alzaron voces reclamando más facilidades legales para investigar con embriones. Se habla de la posibilidad de mejorar el conocimiento del desarrollo humano, el cribado de nuevos fármacos y la investigación de enfermedades genéticas. Pero, como apuntó Cook, no hay que perder de vista que la búsqueda de reputación muchas veces es el motor de la investigación³⁸. El uso de embriones humanos añade un plus de prestigio a un trabajo, aun cuando se hubieran podido obtener las mismas conclusiones utilizando embriones animales. Un plus que permite publicar el trabajo en una revista de mayor índice de impacto.

3.2. *Uso de los embriones humanos para la obtención de materiales biológicos*

A finales del siglo pasado se planteaba insistentemente que los embriones humanos serían una excelente fuente para obtener células madre, células pluripotentes que se podrían diferenciar en el laboratorio para convertirlas en células de cualquier tipo. Se orquestó una campaña de opinión pública en la que incluso se llegó a promover una recogida de firmas en solicitud del uso libre de células madre embrionarias proponiendo que con ellas se llegaría a curar la diabetes y otras enfermedades. Muchos científicos se hicieron portavoces de esas solicitudes, pero esas expectativas no se cumplieron y pronto comenzó a verse que las células madre obtenidas de tejidos adultos superaban con creces a las embrionarias en aplicaciones de medicina regenerativa³⁹. Más aún, con el descubrimiento de que es posible desdiferenciar células adultas hasta convertirlas en pluripotentes (*induced pluripotent cells*, iPS), con una

³⁵ DOUGLAS & SAVULESCU, 2009.

³⁶ Se trata de una posibilidad prevista en la legislación británica y en la de otros muchos países, incluida España.

³⁷ DEVLIN, 2023.

³⁸ COOK, 2023.

³⁹ FRANCO, 2012.

potencialidad similar a la de las embrionarias⁴⁰, el uso de estas células en medicina regenerativa está cobrando un gran interés. En la actualidad, de los ensayos clínicos que, utilizando células madre en medicina regenerativa, se llevan a cabo en todo el mundo, más del 70% emplean células madre derivadas de tejidos adultos, usan células iPS alrededor del 20% y los que utilizan células madre embrionarias no llegan al 10%⁴¹. Tal vez por esta falta de utilidad de las células madre embrionarias algunos autores, aun admitiendo otros aspectos de la manipulación de embriones, estiman que su uso para investigación con células madre debería estar estrictamente prohibido⁴².

Los argumentos a favor del uso de embriones criopreservados para investigación o para obtener materiales biológicos no son, ni con mucho, suficientes para dar una valoración ética positiva a ese uso. Aun en el caso de que la intención del investigador estuviera totalmente desprovista de afán de éxito o de lucro, los potenciales beneficios para la salud humana que se podrían obtener de dicha investigación no justifican la destrucción de los embriones. El Magisterio de la Iglesia, a la vista de la dignidad que tiene el embrión humano —que, a su vez, se basa en los datos científicos comentados más arriba—, es tajante en este punto. Por ejemplo, la Instrucción *Dignitas personæ* (n. 19) establece claramente:

Son claramente inaceptables las propuestas de utilizar tales embriones para la investigación o para usos terapéuticos, porque implica tratarlos como simple «material biológico» y comportan su destrucción. Tampoco es admisible la propuesta de descongelar estos embriones y, sin reactivarlos, utilizarlos para la investigación como si fueran simples cadáveres.

Y Benedicto XVI llegó a relacionar la falta de respeto al derecho a la vida que implica la destrucción de embriones humanos con la pérdida del sentido ecológico⁴³.

3.3. *Donación y adopción de embriones*

En la última década del siglo pasado, antes de que se planteara el problema causado por la acumulación de embriones abandonados, ya se consideró la donación de embrones sobrantes como una forma de ayudar a parejas infértilles a tener descendencia. En un estudio pionero, publicado en 1995, su autor consideró que era aceptable, tanto desde un punto de vista ético como legal, la donación de embrones a parejas infériles⁴⁴.

Desde un punto de vista técnico, puesto que la adopción de embrones tendría aplicación en el caso de embrones abandonados, cabe preguntarse si una

⁴⁰ TAKAHASHI *et al.*, 2008; TAKAHASHI & YAMANAKA, 2006.

⁴¹ Datos obtenidos el 10 de marzo de 2025 de la página web www.clinicaltrials.gov, que mantienen los Institutos Nacionales de la Salud de Estados Unidos.

⁴² AHMED, 2018.

⁴³ BENEDICTO XVI Enc. *Caritas in veritate*, 29-VI-2009, n. 51.

⁴⁴ ROBERTSON, 1995.

prolongada criopreservación conlleva problemas en el embarazo, el parto, o la salud del neonato. Los estudios más recientes concluyen que solo hay ligeras diferencias entre el uso de embriones frescos o criopreservados, con una ligera ventaja de los primeros⁴⁵. Las cohortes eran lo suficientemente grandes para asegurar la validez estadística de los resultados y se realizaron con embriones de la propia madre biológica. En uno de los estudios⁴⁶, se incluyó un grupo ($N = 76$) de mujeres que recibieron embriones conservados desde 37 a 84 meses. No hay datos estadísticamente significativos sobre las consecuencias de implantar embriones heterólogos tras períodos más largos de congelación. Se cita el caso de un embarazo y parto normales tras la implantación de un embrión conservado durante casi 20 años (19 años y 7 meses)⁴⁷. El embrión era uno de los 5 sobrantes, donados por sus padres biológicos, tras lograr con éxito un embarazo. De los 5 embriones sólo 2 sobrevivieron al proceso de descongelación y fueron transferidos a una mujer infértil de 42 años. Sólo uno de ellos consiguió continuar el proceso de gestación y llegó a un parto normal⁴⁸. Evidentemente, no se puede generalizar a partir de datos aislados, pero está claro que la eficacia de la adopción fue baja en este caso.

Como se acaba de ver, no todos los embriones sobreviven tras la descongelación. Realmente, no hay modo de saber *a priori* si un embrión criopreservado es viable. Cuando el embrión se ha congelado —como es habitual— antes de llegar al estado de blastocisto, su viabilidad se puede comprobar por la capacidad de continuar dividiéndose *in vitro* una vez descongelado, aunque, evidentemente, eso no asegura que el blastocisto resultante sea capaz de implantarse⁴⁹.

¿Qué se puede decir sobre la moralidad de la adopción de embriones? Como se ha comentado, Robertson aceptaba la donación de embriones a parejas no fértiles, puesto que ese acto no implica más manipulaciones del embrión que las requeridas para su producción y sólo incluía la necesidad de adoptar algunas precauciones éticas y legales, como, por ejemplo, la compensación económica de los gastos de los donantes, la comprobación de la idoneidad de los receptores, etc.⁵⁰.

Desde entonces, la moralidad de la donación y la adopción se ha debatido ampliamente. Evidentemente, quienes no admiten la dignidad del embrión humano no se plantean problemas éticos adicionales a los que formulaba Robertson. Incluso, en algún caso se ha utilizado la adopción de embriones como parte de un razonamiento para concluir que la vida de un embrión humano no tiene un valor absoluto. Para ello, Lovering utiliza un argumento consistente en tres premisas, de las que extrae una conclusión que, por reducción al absurdo,

⁴⁵ GULLO *et al.*, 2003; Li *et al.*, 2023.

⁴⁶ Li *et al.*, 2023.

⁴⁷ DOWLING-LACEY *et al.*, 2011.

⁴⁸ DOWLING-LACEY *et al.*, 2011.

⁴⁹ Por supuesto, esta incertidumbre se da también en el caso de embriones producidos de forma natural.

⁵⁰ ROBERTSON, 1995.

le lleva a descartar el valor de los embriones humanos. El razonamiento se puede resumir así:

- P1: La muerte de un embrión congelado es algo muy injusto.
- P2: Algunas personas pueden evitar la muerte de, al menos, un embrión congelado adoptándolo, si con eso no tienen que sacrificar nada de valor moral comparable.
- P3: Si está en manos de alguien evitar que algo muy injusto suceda sin sacrificar nada de importancia moral comparable, esa persona, moralmente hablando, debe hacerlo.
- C: Por lo tanto, quienes admitan la primera premisa deben tratar de evitar la muerte de, al menos, un embrión congelado por medio de la adopción⁵¹.

Se ha planteado un contraejemplo ante este argumento. La adopción de un embrión comporta un gasto económico, que, de acuerdo con el propio Lovering, puede estar en torno a \$8.000. Pero el tratamiento curativo de un enfermo de malaria es, por término medio, \$3.162, por lo que se concluye que si quienes acepten la premisa 1, en lugar de adoptar un embrión, hacen una donación para el tratamiento de la malaria, podrían llegar a salvar la vida de hasta 15 personas⁵².

Entre quienes aceptan que el embrión es un ser humano, las posturas frente a la adopción abarcan un amplio abanico de opiniones. Desde quienes, como Clark, piensan que la adopción de embriones es la única opción viable compatible con la conservación de su vida⁵³, hasta quienes opinan, como Tonti-Filippini, que la gestación de un embrión heterólogo es, en cierto modo, un adulterio, aunque no con todas sus graves implicaciones⁵⁴. Ante este panorama, cabe preguntarse: ¿Cuál es la postura del Magisterio de la Iglesia al respecto?

La Instrucción *Donum Vitæ* no se refirió expresamente a la adopción de embriones. Ello motivó que numerosos bioeticistas católicos abrieran un amplio debate tratando de encontrar en dicha Instrucción razones a favor o en contra de la adopción. En opinión de Berkman, el párrafo de la Instrucción, que sostiene que el embrión «habrá de ser defendido en su integridad, cuidado y sanado, en la medida de lo posible, como cualquier otro ser humano» (I, 1) puede interpretarse a primera vista como «una base para dar a esos embriones criopreservados la oportunidad de ser gestados y llegar a nacer por medios moralmente aceptables»⁵⁵. Lógicamente, el autor se preguntaba si la adopción podía ser un medio moralmente aceptable, para concluir que no es una forma de maternidad subrogada, ni se opone a la virtud de la castidad. En un ulterior artículo, Berkman analiza, a la vista de un caso concreto, la amplia casuística despertada por el tema y concluye que, en su opinión, la adopción prenatal

⁵¹ LOVERING, 2020.

⁵² BLACKSHAW & COLGROVE, 2020.

⁵³ CLARK, 2014.

⁵⁴ TONTI-FILIPPINI, 2023.

⁵⁵ BERKMAN, 2002.

puede ser lícita y, además, la mujer que adopta un embrión tiene un papel de madre significativamente mayor que si adoptara un niño nacido⁵⁶.

La situación cambió cuando en 2008 se publicó la Instrucción *Dignitas personæ*, que incluye una referencia explícita a la donación y adopción de embriones:

[La] propuesta de ponerlos a disposición de esposos estériles como «terapia» de infertilidad, no es éticamente aceptable por las mismas razones que hacen ilícita tanto la procreación artificial heteróloga como toda forma de maternidad subrogada; esta práctica implicaría además otros problemas de tipo médico, psicológico y jurídico.

Para dar la oportunidad de nacer a tantos seres humanos condenados a la destrucción, se ha planteado la idea de una «adopción prenatal». Se trata de una propuesta basada en la loable intención de respetar y defender la vida humana que, sin embargo, presenta problemas éticos no diferentes de los ya mencionados⁵⁷.

Queda claro que la adopción de embriones por parejas infértiles es moralmente ilícita, pero se han planteado dudas acerca de la interpretación del segundo de los párrafos mencionados, ya que la Instrucción reconoce la «loable intención» de quienes apoyan la adopción, pero, al mismo tiempo, señala la existencia de problemas éticos. El amplio debate planteado entre bioeticistas católicos sigue abierto.

Es imposible recoger aquí la totalidad de artículos publicados al respecto, pero haciendo referencia sólo a las aportaciones más recientes, basta con decir que las diversas posturas abarcan desde los que admiten con pocas reservas la aceptación moral de la adopción, y los que la niegan en absoluto. La oposición se basa fundamentalmente en la semejanza con la maternidad subrogada o la procreación extramarital. En el fondo, late la idea de que no es lícito gestar un embrión no relacionado genéticamente con la mujer receptora. Haas y Pacholczyk, basándose en la moral natural, proponen que al embarazo se debe llegar exclusivamente a través de una unión marital y concluyen que el que una mujer haga uso de su facultad generativa por adopción de un embrión viola el significado de la maternidad, así como el de la paternidad de su marido, por lo que es un acto contra natura y contrario a la razón humana⁵⁸.

Por su parte, quienes aceptan la adopción lo hacen defendiendo que las relaciones y funciones esponsales pueden mantenerse aun cuando la madre gestante no sea la madre genética. Malone apunta que «el debate sobre la transferencia de embriones heterotópicos trata de contestar la pregunta de si la maternidad gestacional y la genética pueden distinguirse»⁵⁹. Pero la cuestión es más compleja. Para decidir sobre la moralidad de la adopción de embriones hay que tener en cuenta que los embriones congelados proceden de un acto, la

⁵⁶ BERKMAN, 2003.

⁵⁷ *Dignitas Personæ*, o. c., n. 19.

⁵⁸ HAAS & PACHOLCZYK, 2023.

⁵⁹ MALONE 2019.

FIV, formalmente declarado ilícito por el Magisterio, por lo que el uso de tales embriones, aun con el fin de preservar su vida, podría constituir una cooperación al mal. Lasnoski defiende que, en ese caso, se trataría de una cooperación material, no formal⁶⁰. Evidentemente, la adopción de embriones, realizada con la finalidad de preservar al menos una vida humana, no es comparable a la utilización de material biológico de origen ilícito con fines de investigación. Pero es obvio que la adopción, si bien debería incluir el rechazo al método por el que se ha obtenido el embrión, no implica su utilización, sino el intento de preservar su vida.

Las razones anteriores no son suficientes para justificar la licitud de la adopción. Es preciso tener en cuenta que la adopción «presenta problemas éticos no diferentes de los ya mencionados», como indica el ya mencionado párrafo del n.º 19 de la Instrucción *Dignitas personæ*. Esos «problemas éticos» no parecen suficientes como para que la Instrucción haga una condena moral explícita de la adopción, pero mientras no se clarifique su alcance debería dejarse en suspenso cualquier definición sobre la licitud de la adopción, salvando siempre la buena voluntad y la solidaridad de quienes opten por esa solución.

3.4. *El destino de los embriones congelados*

Aun admitiendo la licitud de la adopción, el problema planteado por la acumulación de embriones congelados seguiría siendo dramático. Hay que tener en cuenta, además, que de popularizarse la adopción, posiblemente se encontraría en ello una justificación para seguir produciendo y almacenando embriones. Descartado el uso para la investigación o para la obtención de materiales biológicos, queda la alternativa de mantener los embriones congelados indefinidamente. Esta solución se ha propuesto como la única moralmente aceptable en espera de un «futuro previsible»⁶¹. Sin embargo, no se puede prever que en un futuro se consiga una solución aceptable. Se está trabajando en el diseño de úteros artificiales en los que el embrión pueda implantarse y desarrollarse, pero parece evidente que estos «embarazos ectogénicos» no son éticamente admisibles. Si ya es reprobable la obtención de embriones en un acto técnico en vez de un acto de amor a través de la donación recíproca de los esposos, sustituir el ámbito del seno materno por un entorno artificial parece igualmente reprobable. La crioconservación indefinida de embriones es, por tanto, una solución problemática. Como apuntaba Tonti-Filippini, un congelador representa «un entorno profano al que le falta la sacralidad del cuerpo de la mujer que mantendría la dignidad que siempre debe rodear a un ser humano»⁶². El estado de

⁶⁰ LASNOSKI, 2023.

⁶¹ PACHOLCZYK, 2009.

⁶² TONTI-FILIPPINI, 2003.

congelación es, pues, algo ya indigno y es evidente que debería evitarse a toda costa, como dice la Instrucción *Dignitas personæ*⁶³.

Pero, mientras no se abandone la producción de embriones humanos, el problema de qué hacer con los que ya existen sigue en pie. En este contexto, hay que tener en cuenta que en el embrión criopreservado están interrumpidas las actividades vitales⁶⁴ y que, como se ha apuntado, algunas de sus características estructurales están alteradas. Por otra parte, el desarrollo normal del embrión sólo puede reanudarse por la improbable y éticamente dudosa implantación en un útero materno. Y considerando, finalmente, que el mantenimiento de la vida se debe al uso de una temperatura extremadamente baja, cabe preguntarse si la situación de los embriones criopreservados abandonados no es equivalente a la de la prolongación de la vida por medios extraordinarios en un enfermo cuya situación clínica excluya toda posibilidad real de recuperación. Si ese fuera el caso, sería lícito retirar los medios extraordinarios y dejar morir de modo natural al embrión. Esa fue la propuesta de uno de los autores ya citados:

La solución que propondría para la triste situación de los embriones congelados en estado anhidro es simplemente que se descongelen en condiciones acuosas (en las que puede tener lugar la re-hidratación y la eliminación de los compuestos químicos que sustituyen al agua) para que puedan recuperar su estado dinámico natural, un estado más adecuado a su sacralidad como seres humanos que el estado de animación suspendida por congelación y condiciones anhidras. Los pocos días en que hubieran retornaido a su estado natural de crecimiento y dinamismo podrían suponer un rescate, aunque poco duradero debido a la ausencia de métodos lícitos que pudieran evitar en último término su muerte. La muerte sobreveniría al llegar a un estado de maduración en el que sus necesidades vitales no podrían satisfacerse lícitamente⁶⁵.

Esta propuesta, que implica la retirada de los medios extraordinarios de mantenimiento, podría ser moralmente aceptable, si se admitiera la premisa anteriormente expuesta de que el estado del embrión criopreservado es semejante a la de un paciente cuya situación clínica excluya toda posibilidad real de recuperación. Por supuesto, en ese caso, una vez muerto, el embrión debería ser tratado con el mismo respeto con que se trata un cadáver y podría, por tanto, ser incinerado. No es de esta opinión Pacholczyk, para quien la

⁶³ «En definitiva, es necesario constatar que los millares de embriones que se encuentran en estado de abandono determinan una situación de injusticia que es de hecho irreparable. Por ello Juan Pablo II dirigió “una llamada a la conciencia de los responsables del mundo científico, y de modo particular a los médicos para que se detenga la producción de embriones humanos, teniendo en cuenta que no se vislumbra una salida moralmente lícita para el destino humano de los miles y miles de embriones ‘congelados’, que son y siguen siendo siempre titulares de los derechos esenciales y que, por tanto, hay que tutelar jurídicamente como personas humanas”». *Dignitas Personæ*, o. c., n. 19.

⁶⁴ Como se ha comentado anteriormente, algunos embriones criopreservados no se mantienen en vida tras la descongelación; la interrupción de actividades vitales puede ser realmente, en esos casos, muerte.

⁶⁵ TONTI-FILIPPINI, 2003.

crioconservación de los embriones no implica un medio extraordinario, dado que llenar periódicamente con nitrógeno líquido el recipiente en que se conservan no supone un gasto extraordinario⁶⁶. Pero, en mi opinión, lo extraordinario de una medida no debe medirse por criterios económicos.

De todas formas, hay que tener en cuenta otra cuestión que añade una nueva complicación a una situación ya de por sí compleja. Cuando se producen más embriones que los que se van a implantar, la congelación de los sobrantes es ya una medida prevista por el ginecólogo. Los medios extraordinarios que se emplean para mantener embriones congelados no son, pues, algo sobrevenido que ocurre ante una situación imprevista, como acontece en la aplicación de medidas terapéuticas que, llegado un momento, pueden considerarse extraordinarias. Por tanto, para decidir sobre la licitud de retirar los medios artificiales de conservación en vida de los embriones, hay que tener en cuenta también la intencionalidad de quienes iniciaron esa conservación. Parece claro que la única solución moralmente viable para el problema de los embriones congelados sería que cesara ese proceso, como apunta la Instrucción *Dignitas personæ*,

En definitiva, es necesario constatar que los millares de embriones que se encuentran en estado de abandono determinan una situación de injusticia que es de hecho irreparable. Por ello Juan Pablo II dirigió «una llamada a la conciencia de los responsables del mundo científico, y de modo particular a los médicos para que se detenga la producción de embriones humanos, teniendo en cuenta que no se vislumbra una salida moralmente lícita para el destino humano de los miles y miles de embriones «congelados», que son y siguen siendo siempre titulares de los derechos esenciales y que, por tanto, hay que tutelar jurídicamente como personas humanas»⁶⁷.

Por supuesto, las opiniones personales sobre cuestiones éticas vertidas en el presente artículo deben considerarse provisionales mientras el Magisterio de la Iglesia no se pronuncie definitivamente sobre ellas.

BIBLIOGRAFÍA

Ahmed, S. (2018). Embryo freezing and donation: Ethical-legal issues. *ILJ Law Review, Summer Issue*, pp. 114-135.

Berkman, J. R. (2002). The morality of adopting frozen embryos in light of *Donum Vitae*. *StMor*, 40, pp. 115-141.

Berkman, J. R. (2003). Gestating the embryos of others. *Natl. Catholic Bioethics Quart.* 3, 309-329. <https://doi.org/10.5840/ncbq20033256>

⁶⁶ PACHOLCZYK, 2009.

⁶⁷ El texto corresponde al n.º 19 de la Instrucción *Dignitas Personæ o. c.* La cita interna de S. JUAN PABLO II es de su Discurso a los participantes en el Simposio sobre «Evangelium vitæ y Derecho» en el XI Coloquio internacional de Derecho Canónico (24 de mayo de 1996), n.º 6: AAS 88 (1996), 943-944.

Blackshaw, B. P., & Colgrove, N. (2020). Frozen embryos and the obligation to adopt. *Bioethics*, 34, pp. 857-861. <https://doi.org/10.1111/bioe.12733>

Clark, P. A. (2014). Ethical implications of embryo adoption. En C. S. Atwood & S. Vadakkadath Meethal (Eds.), *Pluripotent Stem Cell Biology – Advances in Mechanisms, Methods and Models* (pp. 213-229). IntechOpen Limited. <https://doi.org/10.5772/58592>

Cook, M. (2023). *UK scientists can't wait to get their hands on thousands of frozen human embryos*. https://www.mercatornet.com/uk_scientists_can_t_wait_to_get_their_hands_on_thousands_of_frozen_human_embryos

Coorens, T. H. H., Moore, L., Robinson, P. S., Sanghvi, R., Christopher, J., Hewinson, J., Przybilla, M. J., Lawson, A. R. J., Spencer Chapman, M., Cagan, A., Oliver, T. R. W., Neville, M. D. C., Hooks, Y., Noorani, A., Mitchell, T. J., Fitzgerald, R. C., Campbell, P. J., Martincorená, I., Rahbari, R., & Stratton, M. R. (2021). Extensive phylogenies of human development inferred from somatic mutations. *Nature*, 597, pp. 387-392. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03790-y>

Cox, G. F., Bürger, J., Lip, V., Mau, U. A., Sperling, K., Wu, B. L., & Horsthemke, B. (2002). Intracytoplasmic sperm injection may increase, the risk of imprinting defects. *American Journal of Human Genetics*, 71, pp. 162-164. <https://doi.org/10.1086/341096>

Devlin, H. (2023, December 6). Call to help UK IVF patients donate unused embryos after shortage hinders research. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/science/2023/dec/06/call-to-help-ivf-patients-donate-unused-embryos-after-shortage-hinders-research>

Douglas, T., & Savulescu, J. (2009). Destroying unwanted embryos in research. *EMBO Reports*, 10, 307-312. <https://doi.org/10.1038/embor.2009.54>

Dowling-Lacey, D., Mayer, J. F., Jones, E., Bocca, S., Stadtmauer, L., & Oehninger, S. (2011). Live birth from a frozen-thawed pronuclear stage embryo almost 20 years after its cryopreservation. *Fertility and Sterility*, 95, 1120.e1-3. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2010.08.056>

Dulbecco, R. (1988). *Ingegneri della vita. Medicina e morale nell'era del DNA*. Segrate (Italia): Sperling & Kupfer Editori, S. p. A.

Franco, L. (2001). Bioética y solidaridad. En G. M. Tomás Garrido (Ed.), *Manual de Bioética* (1^a ed., pp. 83-95). Barcelona: Ariel.

Franco, L. (2010). *Enfermedades huérfanas Un punto de encuentro entre la Medicina Clínica, la Biomedicina y la Bioética*. Discurso de ingreso. Real Academia de Medicina de la Comunidad Valenciana.

Franco, L. (2012). El apasionante mundo de las células madre. *RACSG*, 105, pp. 327-352.

Gicquel, C., Gaston, V., Mandelbaum, J., Siffroi, J.-P., Flahault, A., & Le Bouc, Y. (2003). *In vitro* fertilization may increase the risk of Beckwith-Wiedemann syndrome related to the abnormal imprinting of the KCNQ1OT gene. *Am. J. Human Genet.*, 72, 1338-1341. <https://doi.org/10.1086/374824>.

Gullo, G., Basile, G., Cucinella, G., Greco, M. E., & Perino, A. (2023). Fresh vs. frozen embryo transfer in assisted reproductive techniques: a single center

retrospective cohort study and ethical-legal implications. *Eur. Rev. Med. Pharm. Sci.*, 27, pp. 6809-6823. https://doi.org/10.26355/eurrev_202307_33152.

Haas, J., & Pacholczyk, R. T. (2023). Moral contraindications to the adoption of abandoned, frozen human embryos. *Linacre Quarterly*, 90, pp. 139-144. <https://doi.org/10.1177/00243639231165252>

Halliday, J., Oke, K., Breheny, S., Algar, E., & Amor, D. J. (2004). Beckwith-Wiedemann syndrome and IVF: A case-control study. *American Journal of Human Genetics*, 75, pp. 526-528.

Hyun, I. (2024). Dynamic models of human development and concepts of the individual. *Cell*, 187, pp. 3220-3223. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.05.028>

Junyent, S., Meglicki, M., Vetter, R., Mandelbaum, R., King, C., Patel, E. M., Iwamoto-Stohl, L., Reynell, C., Chen, D. Y., Rubino, P., Arrach, N., Paulson, R. J., Iber, D., & Zernicka-Goetz, M. (2024). The first two blastomeres contribute unequally to the human embryo. *Cell*, 187(11), pp. 2838-2854.e17. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.04.029>

Lane, M., Robker, R. L., & Robertson, S. A. (2014). Parenting from before conception. *Science*, 345, pp. 756-760. <https://doi.org/10.1126/science.1254400>

Lasnoski, K. (2023). The moral basis for the adoption of abandoned, frozen human embryos. *Linacre Quarterly*, 90, pp. 135-138. <https://doi.org/10.1177/00243639231165245>

Li, X., Guo, P., Blockeel, C., Li, X., Deng, L., Yang, J., Li, C., Lin, M., Wu, H., Cai, G., Hu, Y., & Chen, X. (2023). Storage duration of vitrified embryos does not affect pregnancy and neonatal outcomes after frozen-thawed embryo transfer. *Frontiers in Endocrinology*, 14, 1148411. <https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1148411>

Locke, J. (1999). *Ensayo Sobre el Entendimiento Humano* (E. O'Gorman (ed.)). México, D. F.: Fondo de Cultura Económica.

Lovering, R. (2013). The substance view: A critique. *Bioethics*, 27, pp. 263-270. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8519.2011.01954.x>

Lovering, R. (2020). A moral argument for frozen human embryo adoption. *Bioethics*, 34, pp. 242-251. <https://doi.org/10.1111/bioe.12671>

Malone, J. R. (2019). Ethics of cryopreserved embryo adoption: Defrosting Dignitas Personae. *HCEUSA, Fall*, 2-14.

Moreno, I., Capalbo, A., Mas, A., Garrido-Gomez, T., Roson, B., Poli, M., Dimitriadis, E., Santamaría, X., Vilella, F., & Simon, C. (2023). The human periconceptional maternal-embryonic space in health and disease. *Physiological Reviews*, 103, 1965-2038. <https://doi.org/10.1152/physrev.00050.2021>

Mussa, A., Molinatto, C., Cerrato, F., Palumbo, O., Carella, M., Baldassarre, G., Carli, D., Peris, C., Riccio, A., & Ferrero, G. B. (2017). Assisted reproductive techniques and risk of Beckwith-Wiedemann syndrome. *Pediatrics*, 140, e20164311. <https://doi.org/10.1542/peds.2016-4311>.

Pacholczyk, T. (2009). What should we do with the frozen embryos? In *Making Sense of Bioethics* (Vol. 48). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/making-sense-of-bioethics-cms/tag/Frozen+Embryos>

- Robertson, J. A. (1995). Ethical and legal issues in human embryo donation. *Fertility and Sterility*, 64, pp. 885-894. [https://doi.org/10.1016/s0015-0282\(16\)57897-2](https://doi.org/10.1016/s0015-0282(16)57897-2)
- Sciorio, R., Tramontano, L., Campos, G., Greco, P. F., Mondrone, G., Surbone, A., Greco, E., Talevi, R., Pluchino, N., & Fleming, S. (2024). Vitrification of human blastocysts for couples undergoing assisted reproduction: an updated review. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 12, 1398049. <https://doi.org/10.3389/fcell.2024>.
- Shen, C., Lamba, A., Zhu, M., Zhang, R., Zernicka-Goetz, M., & Yang, C. (2022). Stain-free detection of embryo polarization using deep learning. *Scientific Reports*, 12, 2404. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05990-6>
- Spaemann, R. (1992). ¿Todos los hombres son personas? In *Bioética. Consideraciones filosófico-teológicas sobre un tema actual* (pp. 67-75). Madrid: Rialp.
- Tabansky, I., Lenarcic, A., Draft, R. W., Loulier, K., Keskin, D. B., Rosains, J., Rivera-Feliciano, J., Lichtman, J. W., Livet, J., Stern, J. N. H., Sanes, J. R., & Eggan, K. (2013). Developmental bias in cleavage-stage mouse blastomeres. *Current Biology*, 23, pp. 21-31. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.10.054>
- Takahashi, K., Tanabe, K., Ohnuki, M., Narita, M., Ichisaka, T., Tomoda, K., & Yamanaka, S. (2007). Induction of pluripotent stem cells from adult human fibroblasts by defined factors. *Cell*, 131, pp. 861-872. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2007.11.019>.
- Takahashi, K., & Yamanaka, S. (2006). Induction of pluripotent stem cells from mouse embryonic and adult fibroblast cultures by defined factors. *Cell*, 126, pp. 663-676. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2006.07.024>.
- Tonti-Filippini, N. (2003). The embryo rescue debate. *The National Catholic Bioethics Quarterly*, Spring, pp. 111-137. <https://doi.org/10.5840/ncbq20033181>
- Williams, G. (1990). Research on embryos. *New Scientist*, 125, pp. 70-71.

Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de España.
Real Academia de Medicina de la Comunidad Valenciana.
Profesor emérito de Bioquímica y Biología Molecular, Universitat de València.
luis.franco@uv.es

LUIS FRANCO

[Artículo aprobado para publicación en marzo de 2025]