

Gnoseology of «Embryonic Stem cells»

Fernando Miguel PÉREZ HERRANZ
Universidad de Alicante

Recibido: 09/06/2008

Aceptado: 08/03/2009

Resumen

La posibilidad de manipular «células madre embrionarias» (*Embryonic Stem cells*) para regenerar tejidos y órganos y las enormes expectativas abiertas en terapia celular han conseguido llamar la atención no sólo de los científicos, sino también de filósofos y teólogos alrededor del «estatuto moral del embrión». Aquí queremos acercarnos a esta cuestión desde un planteamiento gnoseológico.

Palabras clave: Células madre embrionarias, gnoseología, potencia (*dynamis*), partes determinantes, integrantes y constituyentes, estatuto moral del embrión.

Abstract

The ability to manipulate embryonic stem cells for tissues and organs regeneration and the great expectation existing in cellular therapy have lead to drive the attention of not only scientists but also philosophers and theologians on the issue of «moral status of the embryo». In this paper this issue is delt with from a gnoseologic perspective.

Keywords: Embryonic Stem cells, gnoseology, potentiality (*dynamis*), determinants, integratings and constituents parts, moral status of the embryo.

La posibilidad de manipulación del proceso de generación de seres vivos –y especialmente de seres humanos– que permite el actual desarrollo de la biotecnología se añade a las grandes conmociones de la revolución tecnocientífica de los dos últimos siglos. Vuelven a despertarse los tenebrosos fantasmas del viejo mito de Prometeo¹ que roba el fuego a los dioses para ofrecérselo a los hombres y que es castigado por su osadía y arrogancia. Un subapartado de este programa de investigación es la manipulación de las «células madre embrionarias» o «células troncales» potencialmente capaces de regenerar tejidos, órganos y, como límite regulativo, el organismo entero. Ante el conflicto entre las actuales posibilidades tecnológicas y el papel tradicional otorgado al poder de Dios, de la Naturaleza, del Azar o de lo Desconocido, ¿ofrece la filosofía algún tipo de salida como lo hizo en otras ocasiones en las que las creencias se vieron desbordadas por la física galileano-newtoniana, la teoría de la evolución o la mecánica cuántica? Como es natural, aquí no trataremos de dar una respuesta a esta inmensa cuestión, sino apuntar algún camino para salir de este atolladero.

1. Reaccionarios y progresistas

La investigación con «células madre embrionarias» ha tropezado con recelos e incluso con la oposición absoluta de quienes, desde diferentes posiciones religiosas, ideológicas o filosóficas, rechazan cualquier intervención del hombre en los procesos críticos de la vida humana: el nacimiento, ciertas enfermedades o la muerte, momentos reservados a instancias que desbordan los límites operatorios del ser humano. Pero no es ésta creencia propia de reaccionarios –sean fundamentalistas cristianos, fanáticos judíos o yahidistas islámicos–. La concesión de la capacidad creativa y dirigente a un poder ajeno al del hombre manipulador tiene también sus defensores entre intelectuales progresistas que utilizan el argumento de la «pendiente resbaladiza»: si se admite esto o aquello, habrán de aceptarse tales o cuales consecuencias.

Así, frente al hombre fáustico que lucha por limitar al máximo el azar o los estragos de una naturaleza que conduce a la muerte, ciertos humanistas como Jürgen Habermas² y, entre nosotros, Fernando Savater consideran que estas técnicas biotecnológicas amenazan la libertad, la autonomía o la responsabilidad de los seres humanos. Y aun habría que aceptar la vida como «don» y abrirse a «lo recibido».³ En general, desarrollan un aforismo de Ludwig Wittgenstein: “La libertad de la volun-

¹ García Gual, C.: *Prometeo: mito y tragedia*, Madrid, Hiperión, 1979.

² Habermas, J.: *El futuro de la naturaleza humana*, Barcelona, Paidós, 2003.

³ “Sin la acción, sin la capacidad de comenzar algo nuevo y de este modo articular el nuevo comienzo que entra en el mundo con el nacimiento de cada ser humano, la vida del hombre sería condenada

tad consiste en que no podemos conocer ahora las acciones futuras” (*Tractatus*, 5.1362); luego, si pudiéramos conocerlas, desaparecería la libertad (por *modus tollens*); y, en consecuencia, argumentando *a contrarii*, hay que defender el azar génico.⁴ Pero entonces, ¿habría que pedir el «derecho a la ignorancia científica»?

También desde ciertas posiciones ecologistas encabezadas por el proyecto *Gaia* de James Lovelock⁵ se otorga el poder generador de la vida a la Naturaleza; los hombres en general y los biotecnólogos en particular son considerados unos seres soberbios y estúpidos que ponen en peligro la belleza sublime de la Tierra mediante sus astutas y destructivas técnicas.

E incluso desde posiciones feministas, la investigación con células madre no está exenta de críticas. Dado que la materia con la que se está tratando es el óvulo, un producto finito de la mujer (la mujer ovula alrededor de cuatrocientos cincuenta óvulos a lo largo de su período fértil), y que la investigación requiere de un número mucho mayor del que tendrá éxito (el número de líneas embrionarias que habrían de estar disponibles en los bancos de células madre para encontrar células histocompatibles requiere de una enorme cantidad de embriones),⁶ ¿habría que entender entonces a la mujer como un objeto, una «fabrica de óvulos»?⁷

2. Leyendas e historias de científicos

Todas las preontologías que consideran al hombre limitado tanto por su cara inferior –los animales– como por su cara superior –los ángeles o Dios mismo– han trazado sus mitos y leyendas sobre la figura del hereje o del mago que quiere suplantar a Dios y no duda en utilizar las más aberrantes o perversas prácticas para

sin salvación”. Arendt, H.: “Labor, trabajo, acción”, *De la historia a la acción*, Barcelona, Paidós, 1995, pág. 107.

⁴ Y, al modo de Sandel, se distinguirá entre «curar» y «perfeccionar». Cf., Sandel, M.: *Contra la perfección. La ética en la era de la ingeniería genética*, Barcelona, Marbot, 2007.

⁵ Lovelock, J.: *Las edades de Gaia*, Barcelona, Tusquets, 1993.

⁶ A modo de ejemplo: para el análisis mediante Diagnóstico Genético Embrionario Preimplantacional (DGP) se han de fecundar un número de ovocitos superior al que resultará necesario para realizar una fecundación *in vitro* normal y así poder elegir entre una cantidad suficiente de los mismos. De esta asimetría procede la acumulación de embriones sobrantes en las clínicas de fertilización asistida.

⁷ “La polémica suscitada en nuestro país parece girar alrededor del estatus del embrión, si bien a nadie le preocupa el cuerpo de la mujer. Pero la pregunta es: ¿de dónde se extraen los óvulos? La mujer dispone de unos 450 o 500 óvulos, cuya difícil obtención precisa siempre de estimulaciones ováricas e intrusiones quirúrgicas (procesos que reciben metafóricamente el nombre de «recogida de óvulos», otro mecanismo lingüístico de ocultación, *invisibilización* de la aportación del cuerpo de las mujeres). Y, sin embargo, curiosamente, el óvulo (el material más escaso y costoso de obtener), no aparece en los estudios sobre la obtención de células madre embrionarias mediante clonación reproductiva”. Sánchez, A.: “La cuestión del género desde la perspectiva de la construcción del conocimiento”, *Quark: Ciencia, medicina, comunicación y cultura*, 27, 2003, pp. 77-84.

renacer o alcanzar la inmortalidad.⁸ La *hybris* del hombre que se presume «creador de vida» y que genera monstruos está disuelta por doquier. En la antigüedad, los mitos de Prometeo y Dédalo o el mito judío del Golem, reescrito espléndidamente por Gustav Meyrink; en la modernidad, M. Shelley dibuja el monstruo salido de las manos del Dr. Frankenstein; H. G. Welles narra la soberbia soledad del científico decimonónico en *La isla del doctor Moreau*; y Hanns Heinz la historia de una muchacha hija de la inseminación de una prostituta por el semen de un ahorcado en *La mandrágora...*

En la era de la biotecnología los mitos se han transformado en vulgares y ambiciosas historias de científicos y empresarios, de laboratorios y universidades en búsqueda de prestigio y riqueza, justificados por el bien de la humanidad. Craig Venter –máximo animador de la investigación genómica– y Hamilton Smith –Premio Nobel de Medicina en 1978– anunciaron en 2002 en una rueda de prensa su intención de «crear vida» en el laboratorio (*The Washington Post*, 21-11-2002); y hace apenas unas fechas (7-10-2007), Venter anunciaba la creación del primer cromosoma artificial. Ante la ansiedad o la alarma que, por una parte, provocan los mitos de denuncia, o ante la esperanza en encontrar soluciones para las enfermedades y el sufrimiento, por otra, nos vemos en el dilema de decidir si todo lo que tiene que ver con la vida debe ser inviolable o, por el contrario, puede ser objeto de manipulación sin restricciones.

3. La vida y la pregunta radical

Pero no siempre se ha entendido la vida como una parte especial de la Naturaleza que mereciera especial trato. La discriminación entre el mundo vivo y el mundo inanimado fue el final de una esforzada empresa como ha contado José Luis González Recio.⁹ San Agustín, que salva la unidad de la especie humana,¹⁰ traza radicalmente la separación de la vida, obra de Dios que se transmite a través del

⁸ A pesar del esfuerzo que hacen Bernat Soria y Manuel Toharia para «purificar» la investigación científica, no ignoran que lo que hoy llamamos *biología* ha estado vinculado históricamente a prácticas mágicas, ocultistas, nigrománticas, etc. *El mito de la inmortalidad*, Madrid, Espejo de Tinta, 2007. Recuérdese, como simple muestra, que todavía Calderón identifica *ciencia* con *astrología* y *prácticas ocultistas* en su obra más conocida de *La vida es sueño*, una refutación de la astrología judiciaria tan abundante en la época. Segismundo es el resultado de un experimento llevado por su padre el rey Basilio, etc. Cf. Regalado, A.: *Calderón. Los orígenes de la modernidad en la España del Siglo de Oro*, Barcelona, Destino, 1995, vol. 1, cap. 13.

⁹ González Recio, J. L.: “Aire, calor y sangre o al vida inventada desde el Mediterráneo” en González Recio J. L. (editor): *Átomos, almas y estrellas. Estudios sobre la ciencia griega*, Madrid, Plaza y Valdes, 2007, pp. 147-200.

¹⁰ “Para concluir con prudencia y cautela: o los monstruos tan raros que se citan de algunos pueblos no existen en absoluto; o, si existen, no son hombres, y si son hombres, proceden de Adán”. San Agustín: “La ciudad de Dios” (XVI, 8), en *Obras completas*, XVII, Madrid, BAC, 1988, pág. 249.

alma,¹¹ y del arte, obra de los hombres. La cuestión de la vida (ciencias biológicas) se desplaza a la cuestión del alma (moral), si es que la vida (en especial la humana) se dignifica por razón de la fuente de la que emana: el alma. De manera que si el alma (humana) se considera un valor absoluto, entonces la prohibición de dar muerte a todo aquello que contenga o esté tocado por el alma, se identifica con la regla formulada en coordenadas religiosas en el mandamiento de Moisés: «No matarás», que se transforma en la regla ontológico-política: «No a la pena de muerte», enmarcada en algunos códigos deontológicos o jurídicos, pero no en todos. ¿Es posible transformar esta regla en un principio universal? Es decir, ¿es posible una ontología neutral sobre la vida del cuerpo humano individual que sea aceptado por cualquier científico, sea cristiano católico o evangelista, musulmán o budista, ateo o agnóstico...? La filosofía, descargada de la teología, ¿puede proporcionar una ontología neutra o está condenada a traducirse en la ideología de determinados intereses nacionales, empresariales, universitarios...? Y en el caso concreto de la manipulación de las «células madre embrionarias»: ¿Puede defenderse que la «destrucción del blastocisto» (embrión no implantado) para obtener células madre tenga el mismo sentido que la «destrucción de una vida humana inocente»?

4. Sobre la manipulación de las «células madre»

El fenómeno biotecnológico del que arrancan los problemas ético-filosóficos está asociado a la capacidad indefinida de las «células madre embrionarias» o «células troncales» (*Embryonic Stem cells*) para multiplicarse y diferenciarse (y de ahí la apelación a la *inmortalidad*) y a la capacidad paralela de los biotecnólogos para manipular los procesos «naturales» del desarrollo de esas células (capacidad que se inicia con las técnicas de fecundación *in vitro*). Si la vida se transmite por el alma, y el alma define la singularidad de la persona humana, ¿es legítima la manipulación (aunque sea con fines científicos) de los procesos de transmisión de la vida? Podemos dar aquí un pequeño giro y en vez de enfrentarnos a términos tan amplios (y metafísicos) como «alma» o «vida» perseveraremos en la búsqueda de *criterios gnoseológicos* de los procesos operatorios de la investigación científica y de los contextos de modelización utilizados.¹² La primera cuestión se presentaría de

¹¹ Tanto del hombre como de los animales: “Luego el alma se llama espíritu porque es espiritual, y se llama alma (*ánima*) porque anima al cuerpo, es decir, le da vida. Pienso que ya no negarás más esto, teniendo en cuenta las palabras que he citado de las Sagradas Escrituras, en las que el alma del animal –que carece de razón– se designa con el nombre de espíritu”, San Agustín: “Naturaleza y origen del hombre” (IV, 23, 37), en *Obras completas*, III, Madrid, BAC, 1979, p. 854.

¹² Los *contextos de modelización* se encuentran entre los *contextos de descubrimiento* y de *justificación*, y se caracterizan por conformar el entramado de identidades que permiten constituir los teoremas. Véase el *contexto determinante* en Bueno, G.: *Teoría del cierre categorial*, vol. 2, Oviedo,

esta manera: ¿Cuál es la naturaleza de las operaciones que exigen los *trasplantes*¹³ más popularizados de las aplicaciones en biología: las «células madre»?

A) Para quienes, como Kant, defienden la dignidad humana asociada a la *res cogitans*, y consideran al hombre «un fin en sí mismo», las operaciones humanas que afecten al *cogito* serán viles: “Y si mi superioridad sobre sus ataques [del hombre vicioso] me autoriza a decir: le desprecio, esto sólo significa que, aunque no me defendiera de él, no hay ningún peligro, porque él mismo muestra su vileza” (*Metafísica de las costumbres*, II §39). B) Para quienes, como Spinoza, defienden la dignidad humana asociada a la Naturaleza (*Deus sive Naturaleza*), las operaciones son todas naturales: “Es imposible que el hombre no sea una parte de la naturaleza, y que no pueda sufrir otros cambios que los inteligibles en virtud de su sola naturaleza, y de los cuales sea causa adecuada” (*Ética*, Parte IV, proposición IV). Las ciencias son una parte más de la naturaleza operatoria de los seres humanos, por lo que nada hay de extravagante, de maldad o de perversión en su obra: “La potencia del hombre, en cuanto explicada por su esencia actual, es una parte de la infinita potencia, esto es, de la esencia de Dios o de la Naturaleza” (*Ib*). C) Para quienes consideran que los procesos vitales y la operatividad humana están conjugadas, el naturalismo ha de ser modulado por la *prudencia*. Esta posición es defendida desde el *morfologismo filosófico* de cuño aristotélico.¹⁴

En un sentido extensional y mundano, el concepto de «vida humana» está vinculado a su expansión ontogenética y temporal: Nacimiento, desarrollo y muerte. Este concepto está siendo reemplazado en los países desarrollados (o que se presumen de tal) por alguna de sus determinaciones intensionales: «La vida es bienestar», «La vida es calidad de vida», «La vida es autonomía»... Estas determinaciones zanján toda discusión sobre células madre cuando apelan al siguiente condicional pragmático: «Toda investigación es legítima, si la esperanza en los beneficios esperados sobrepasan las posibles objeciones desde determinadas morales religiosas», como supone José Luis López Guerrero.¹⁵ Pero es un condicional que solicita la inmedia-

Pentalfa, 1993.

¹³ Matesanz, R.: *El milagro de los trasplantes. De la donación de órganos a las células madre*, Madrid, La esfera de los Libros, 2006.

¹⁴ El *morfologismo filosófico* es el nombre que damos a una filosofía comprometida con la ciencia (más que con la existencia) de tradición aristotélica y que toma como canon ontológico, gnoseológico y ético la escala del cuerpo humano frente a cualquier reduccionismo fisicoquímico o genetista. Una filosofía muy extendida, al menos *actu exercito*; considerariamos a Aristóteles, Spinoza, Leibniz, Goethe, Poincaré, Thom... morfologistas filosóficos. Cf., Pérez Herranz, F. M.: “El «giro morfológico»: la forma, condición del sentido”, *Quaderns de Filosofia i Ciència*, 36, 2006, pp. 61-72. En filosofía de la biología cabe señalar como morfologistas filosóficos: D’Arcy Thompson, B. C. Goodwin, L. G. Kaufmann, H. Mandelbrot, J. Petitot, D. Ruelle, F.J. Varela, C. H. Waddington... Y seguiría la vía de la escuela estructuralista en teoría de la evolución: Stephen Jay Gould, Richard Lewontin, Brian Goodwin, Pere Alberch o Gerd Müller.

¹⁵ López Guerrero, J. L.: *Células madre. La madre de todas las células*, Madrid, Hélice, 2003, p. 21.

ta intervención de la prudencia. El sabio François Jacob, por ejemplo, que también comienza oponiendo los avances de la ciencia a las prohibiciones erigidas por las religiones,¹⁶ unos pocos renglones después afirma que “solamente se debe avanzar con pequeños pasos, en pequeñas etapas. Con el embrión que aún no está implantado, en principio, y prohibiendo cualquier reimplantación de embriones manipulados”.¹⁷ Cuando se trata de la manipulación en la línea germinal, de la clonación de seres humanos, de la producción de «hijos de diseño»... las ideologías no religiosas pueden apelar a la razón práctica y poner freno a una investigación temeraria. Ahora bien, ahí es donde se encuentra el interés filosófico y no nos conformamos con «suavizar» simplemente el problema;¹⁸ es necesario responder a cuestiones de este tenor:

¿Es legítima la creación, la utilización y la modificación de embriones para la investigación científica? ¿Ha de someterse ésta a criterios morales? ¿Pueden proceder estos de la tradición, antes de ponerse en marcha la biotecnología? ¿O se ha de crear una nueva moralidad ajustada a la biotecnología contemporánea? ¿Son prioritarios los intereses de las personas existentes o los del *nasciturus*? Etc.

Las respuestas diferirán si se invocan criterios sustancialistas –buscan principios universales absolutos–, utilitaristas –asimilan las nuevas tecnologías como hechos brutos e irreversibles– o morfologistas –asumen el tipo de operaciones de los biotecnólogos–.¹⁹ Propondré un criterio para responder desde el morfologismo filosófico.

¹⁶ Jacob, F.: *El desván de la evolución*, col-lección Honoris Causa, Universitat de València, p. 272. Se plantea el dilema propuesto por Robertson, J.: “Symbolic Issues in Embryo Research”, *Hastings Center Report*, 25, 1, 1995, pp. 37-38: Si el embrión no tiene derechos ni intereses, ¿cómo puede afirmarse que se le debe un respecto especial? Para salir del dilema hay que salir, a la vez, del concepto de «derecho subjetivo».

¹⁷ Esta posición es defendida, entre nosotros, por Camps, V.: *Una vida de calidad. Reflexiones sobre bioética*, Barcelona, Crítica, 2001. Masiá Clavel, J.: *Tertulias de Bioética, Manejar la vida, cuidar a las personas*, Madrid, Trotta, 2006... También Habermas, J.: *El futuro de la naturaleza humana*, ed. cit.

¹⁸ Por ejemplo, mediante cambio de nombre y llamar «preembrión» al blastocisto.

¹⁹ Los sustancialistas defienden la integración del ser humano apelando a principios. En el contexto hispano, entre los *sustancialistas* podemos citar algunos más recientes: Cayuela A. (y otros): *Ética, bioética y desarrollo. El hombre como ser dependiente*, Granada, Comares, 2004; Abellán, F.: *Selección genética de embriones. Entre la libertad reproductiva y la eugenesia*, Granada, Comares, 2007; Fernández Beites, P.: *Embriones y muerte cerebral. Desde una fenomenología de la persona*, Madrid, Cristiandad, 2007... El argumento metafísico puede verse en Williams, B.: “Who might I have been?”, 1990.

Los utilitaristas asocian la investigación científica al bienestar de los ciudadanos. Entre los utilitaristas, Mosterín, J.: *La célula viva*, Madrid, Espasa Calpe, 2001; Velázquez, J. L.: *Del homo al embrión*, Barcelona, Gedisa, 2003; el citado de Bernat Soria y A. Toharia; Soutullo, D.: *Las células madre, el*

5. Criterios gnoseológicos

La segunda cuestión (los contextos de modelización) los abordaré teniendo presente un modelo que considero ejercido, más que representado, por la investigación científica. Siempre se puede justificar la investigación desde el interés pragmático (curar ciertas enfermedades), el interés económico (valores en la bolsa) o el interés de los poderosos (contrarrestar el poder de los países dueños del petróleo, pongamos por caso, con investigación biotecnológica de vanguardia), escondidos en argumentos más o menos racionales o retóricos. Pero la referencia gnoseológica por la que nos interesamos tiene que ver con las manipulaciones (operaciones) de los investigadores²⁰ y con el modelo sobre el que se configuran los teoremas de la biología molecular; aunque diré alguna palabra sobre los intereses pragmáticos de la investigación y sobre los términos que definen el campo de la biotecnología, cuyo canon ético-político-jurídico es el *cuerpo humano*.

Por lo que respecta a los intereses pragmáticos, tras la Segunda Guerra Mundial, la investigación científica queda incorporada a la vida cotidiana (derechos subjetivos) a través de los gobiernos democráticos, que invierten en el bienestar de los ciudadanos en relación directa con el consumo y el capital privado: rentabilidad del capital invertido, tanto monetario como «humano».²¹ Las enfermedades que podrían curarse o aliviarse son suficientemente graves como para promover grandes inversiones: Enfermedades neurodegenerativas o accidentes cerebrovasculares (*Alzheimer, Parkinson, esclerosis múltiple...*; diabetes; cirrosis; osteoporosis; ciertos tipos de cáncer (*leucemias, linfomas, mielomas, síndromes linfoproliferativos...*); enfermedades monogenéticas (*Corea de Huntington, fibrosis quística...*); enfermedades coronarias, etc. Para conseguir su curación, hay miles de personas que investigan en laboratorios y universidades procedentes de familias de clase media, que reciben la financiación a través del Estado democrático e imponen además sus propios intereses y valores consumistas: la investigación en salud para todos, el bienestar, y aun la felicidad, etc. Se conforma así una espiral científico-ético-política iné-

genoma y las intervenciones genéticas. Ensayos sobre las implicaciones sociales de la biología, Madrid, Talasa, 2006...

Y entre los morfologistas, que pongo en la tradición aristotélica (gnoseológica, no ideológica), me atrevo a incluir a Diego Gracia y Carlos Alonso Bedate. Cf. Mayor Zaragoza, F. y Alonso Bedate, C. (coords.): *Gen-Ética*, Barcelona, Ariel, 2003.

²⁰ Harris, J.: *Supermán y la mujer maravillosa*, Madrid, Tecnos, 1998, por ejemplo, no pone límites a la investigación con embriones hasta el final del primer trimestre.

²¹ El caso de Singapur es modélico. En la década de 1980, el primer ministro Lee Kuan Yew, ante el hecho de que las mujeres más educadas de Singapur tenían menos hijos que las menos educadas, instituyó políticas para incitar a los graduados a casarse y tener hijos (incentivos financieros, «cruceros de amor...»), al mismo tiempo que ofrecía 4.000 dólares a las mujeres con ingresos bajos y sin graduado escolar... a condición de someterse a esterilización. El «capital humano», como el ser, se dice de muchas maneras. Cf. Sandel, M.: *Op. cit.*, pp. 104-107.

dita históricamente: investigación ingenua, intereses de las empresas, lenguaje propagandístico, expectativas sociales, obstáculos ético-religiosos, lenguaje más refinado, propiedad intelectual y patentes, necesidad de nueva financiación, investigación prematura, y así sucesivamente.

Estas relaciones novedosas ponen en el centro del debate la elección del canon antropológico: ¿Cuál ha de ser el canon ético-político-jurídico del individuo humano? Si el cuerpo está casi-cerrado para la evolución darwiniana, queda sin embargo abierto para las tecnologías biónicas: manipulación genética, *homo hybridus* (*cyborg*)...²² Este cuerpo humano corregido en sus deficiencias y potenciado en sus facultades impugna el cuerpo humano tradicional: el canon de Praxiteles, el hombre del Renacimiento, el atleta decimonónico, el galán cinematográfico...

Hay que recordar que uno de los conceptos que más ha arraigado en la cultura europea ha sido el de considerar el alma como forma de la materia (tejidos, órganos, organismo...). El referente empírico de este concepto tiene que ver con el hecho de la muerte: la materia persiste y la forma se pierde. La vida por lo tanto habría de encontrarse en una forma separada (*jorismós*) y eso es lo que hay que buscar y valorar, mucho más que el elemento plástico (material) de la composición del individuo. Es este punto del camino en el que la filosofía helenística y la teología cristiana se encuentran. Un cruce que se vería reforzado con la averiguación de que era la célula la «unidad vital», la unidad básica de la vida: *Omnis cellula e cellula* sentencia Virchow. Y entonces, qué habrá de tenerse como referencia de la vida: ¿El desarrollo orgánico del ser humano corpóreo o el de la célula germinal? El problema de las células madre embrionarias ha venido a replantear esta cuestión que, de alguna manera, nos devuelve a la teoría de la preformación (Leibniz) contra la teoría de la epigénesis: en el cigoto se encuentra ya contenida la estructura y aun la propia vida posterior del *nasciturus*. Muchas son las cuestiones que se abren alrededor de este eje temporal tan complejo: organismo corpóreo completo / célula.²³

Se enfrentan así dos criterios sobre la estructura ontológica de la individualidad: la teoría atomista que reduce la complejidad del cuerpo a un mero accidente, cuya

²² Cf., por ejemplo, Duque, F.: “De *cyborgs*, superhombres y otras exageraciones”, en Hernández, D. (coord.): *Arte, cuerpo, tecnología*, Universidad de Salamanca, 2003.

²³ El «cuerpo», en todo caso, establece el criterio de *individualidad*, un cuerpo repetido y reconocible como semejante al propio. Es el cuerpo distributivo, según la regla del «cada uno» (el *any* inglés = cualquiera), opuesto al «todo» atributivo (el *all* inglés = todos juntos) y a la subsiguiente disolución de los cuerpos individuales, ya sea a la manera de una masa informe —la *muta* que describió tan bellamente Elías Canetti—, ya sea a la manera de un sujeto único en el que están confundidos todos los individuos y actúan más como células u órganos de un cuerpo que como un cuerpo entero —el *Leviatán* de Hobbes—. Además hay que tener en cuenta que ese cuerpo está desdoblado en hombre / mujer, lo que da lugar a cuestiones bioéticas específicas. Cf. López de la Vieja, M.T.: “Ética y género” y Feito, L.: “El aborto” en García Gómez-Heras, J.M. (coord.): *Dignidad de la vida y manipulación genética*, Madrid, Biblioteca Nueva, 2002, pp. 141-173 y 175-206.

esencia reposa en los genes, de estructura lineal, que codifican las *proteínas* dadas a escala tridimensional; y la teoría holista que se mantiene en la escala del organismo / cuerpo y, en consecuencia, en la misma escala de la estructura de las *proteínas* que lo constituyen. La primera posición es defendida en el límite por Richard Dawkins:²⁴ El criterio biológico de especie se localiza en los genes, en el código genético; luego es natural considerar que cada ser vivo venga especificado por su código de ADN y que el conjunto de genes que constituyen el cigoto se identifique con el individuo / persona. Sus argumentos descansan en la «estructura formal» del código genético que impide y aun niega cualquier papel sustantivo o constituyente a los elementos extracigóticos, nutrientes, etc., entre los que se encuentran las proteínas.

Defenderé la tesis del «cuerpo humano individual» que coordina todas las cuestiones clave que hoy trata la bioética como canon ético-político-jurídico: Desde la Muerte –límite superior de la vida humana– y sus problemas asociados: eutanasia, cuidados paliativos, muerte cerebral...; pasando por el Desarrollo o con-formación de la vida humana: internamientos (psiquiátrico...), terapias, psicofármacos, eugenesia...;²⁵ hasta el Nacimiento –límite inferior de la vida humana– y los suyos: fertilidad, contracepción, esterilización, aborto, donación de óvulos, clonación reproductiva o terapéutica, transferencia nuclear, células madre... En definitiva, el caso de las células madres habrá de resolverse desde del canon del cuerpo humano y no desde el canon genético, como da a entender el planteamiento de Dawkins, una concepción muy extendida en la literatura sobre biología molecular.

6. Gnoseología: las manipulaciones (operaciones) del científico

Uno de los elementos nucleares de la ciencia es la «operatividad» o manipulaciones que se realizan sobre los términos del campo científico y que dan lugar a relaciones y teoremas por medio de los contextos de modelización. La operatividad puede ser no sólo difícil de llevar a cabo, sino que puede tener consecuencias graves o inesperadas. (Piénsese, por ejemplo, en la construcción de la bomba atómica). Cuando las operaciones afectan al ámbito del cuerpo humano pueden conducir a problemas éticos límites, lo que ocurre de manera especialísima con las biotecnologías, pues su característica específica se encuentra precisamente en la capacidad operatoria sobre células, tejidos u órganos. Las biotecnologías operan con elemen-

²⁴ Dawkins, R.: *El gen egoísta*, Barcelona, Salvat, 1985.

²⁵ La cuestión se centra en *curar* (restaurar, preservar, conservar el cuerpo canónico) / *perfeccionar* (optimizar, transformar el cuerpo canónico). Este virtual dilema plantea implícitamente los propios límites de la vida humana. El *cyborg* o la reconstrucción del cuerpo por medio de las tecnologías, cuyos pioneros son Steve Mann y Kevin Warwick; las obras artísticas de Sterlac; la recorporeización o *nueva carne* (clínicas transhumanistas...); etc. Véase una discusión apasionada y apasionante en Gómez Pin, V.: *Entre lobos y autómatas*, Madrid, Espasa Calpe, 2006.

tos que, según la muy arraigada tradición que hemos sugerido, se identifican o confunden con el *alma*, con lo *peculiar* del ser humano. De ahí el temor a que el hombre, al suplantar al Dios-creador, al Dios-productor de la vida, se convierta en «aprendiz de Brujo» y que su propia obra se le escape de las manos (la monstruosa criatura creada por el doctor Frankenstein). Pero también se puede plantear desde el *Verum est factum* de G. B. Vico, que consideraba que el hombre solo puede conocer las operaciones que él mismo realiza y no las que hace Dios (y en consecuencia, no es posible la ciencia física, pero sí la historia). ¿Pueden los hombres intervenir, operar o manipular en las determinaciones biológicas de su propia composición? Indudablemente la respuesta ha de ser afirmativa, puesto que, una vez descubierta la estructura del ADN,²⁶ el científico «de hecho» interviene en la modificación de la dotación genética de los seres vivos en general, y en la de los seres humanos en particular.

Y esta capacidad operatoria sobre el ser humano mismo transforma los ejes coordinados del canon antropológico. Lo que venía siendo la *forma* (vida, alma, código, acto...) se convierte en *materia* para su manipulación (genes, acervo génico...). Un cambio que repercute en multitud de terrenos con consecuencias profundas: En el ámbito de la *pedagogía*, recuérdese la polémica que desató Peter Sloterdijk²⁷ al proponer el reemplazo de la educación humanística por la ingeniería genética. En el ámbito *industrial* y *mercantil*, los problemas que plantea el mundo de las patentes. En el ámbito *terapéutico*, los problemas de la medicina perfeccionadora. En el ámbito *técnico*, las relaciones de la biotecnología con las nuevas tecnologías informáticas. En el ámbito *científico* y la investigación, la búsqueda de teorías de biología celular y molecular. En el ámbito de la *filosofía*, la asimilación y racionalización de las nuevas tecnologías, criterios de comprensión, conflictos de normas y valores, etc. Me atenderé aquí al ámbito científico y, dentro de él, a las operaciones que se realizan en el genoma humano. Según los momentos reconocidos por James Watson en la historia de la biología molecular tendríamos:²⁸ 1) Un primer momento de descubrimiento e interpretación de la estructura del ADN. El teorema de la «doble hélice» permite comprender los fenómenos de replicación y transcripción del ADN.²⁹ 2) Un segundo momento de reproducción o «jugar a ser Dios» mediante el uso de técnicas de manipulación del ADN. Arthur Kornberg, el primer científico en «fabricar vida» descubre el ADN polimerasa que le permite

²⁶ Watson, J.: *La doble hélice*, Barcelona, Salvat, 1987.

²⁷ Sloterdijk, P.: *Reglas para el parque humano*, Madrid, Siruela, 1999.

²⁸ Watson, J.: *ADN. El secreto de la vida*, Madrid, Taurus, 2003, p. 112.

²⁹ Este proceso es de una importancia trascendental en los organismos superiores, ya que permite diversificar enormemente la información genética que se expresa en proteínas a partir de un solo gen, mediante agrupación de distintas combinaciones de exones durante el proceso «splicing». Cf. Ortín, J.: «El ADN recombinante: la explosión de la ingeniería genética», en García Barreno, P.: *Cincuenta años de ADN. La doble hélice*, Madrid, Espasa, 2003, p. 153.

cortar las moléculas. Werner Arber y el equipo de Hamilton Smith de la Universidad Johns Hopkins de Baltimore utilizan *encimas de restricción* para aislar secuencias manejables de genes. La capacidad de dividir y unir segmentos del ADN la culminan Stanley Cohen y Herb Boyer en 1973 que copian fragmentos de ADN y los insertan en células bacterianas que luego se replican (fábrica de ADN)... 3) Un tercer momento de «industrialización y dólares». Se inventan técnicas que permiten al científico realizar operaciones sobre el ADN sin esperar a que se produzcan espontáneamente. Entramos así en el territorio propio de la Biotecnología³⁰ que se despliega tanto en la agricultura o en la ganadería, como en los propios seres humanos: Trasplantes; fármacos; tejidos, organogénesis con armazones de polímeros: pulmones, vejigas...; técnicas de reproducción asistida, fertilización *in vitro*, diagnóstico genético preimplantacional; enfermedades monogenéticas; transgénesis animal: *knockouts*; *clónicos*, etc.; y además, que es el tema que nos convoca, la manipulación de células madre.

Lo sorprendente de este proceso es que el propio teorema de la «doble hélice» se ha constituido sobre un esquema de identidad químico-informacional –convertido posteriormente en modelo de la biología molecular–, en vez de hacerlo sobre un esquema de identidad geométrico-morfológico, más acorde con la estructura del teorema, que alude precisamente al ser geométrico de la «doble hélice». Ha sido la capacidad de manipulación de las cadenas de ADN por medio del ADN polimerasa la que ha facilitado la manipulación y los resultados que se obtienen en el laboratorio, una manipulación que se lleva a cabo linealmente, pero cuyos resultados son tridimensionales; es decir, una manipulación (de carácter lógico) sobre elementos o partes *lineales*, que afectan a morfologías *tridimensionales* (de carácter topológico).³¹ El proyecto de investigación de la biología molecular podría haberse desarrollado seguramente por otros derroteros sin duda más difíciles y quizá con mucho menor impacto en la opinión pública; por ejemplo, respondiendo a preguntas de este tenor: ¿Cómo se han de conectar espacialmente el ADN y las proteínas? Ahora bien, la propia investigación con células madre y su potencial regenerativo ha devuelto al primer plano de la investigación a las Formas organizadas tridimensionalmente o morfologías, yendo más allá de la linealidad de la estructura del ADN.

La cuestión gnoseológica modula, por tanto, el problema ético moral que se presenta en la manipulación de la masa interna del blastocisto, pues si bien sus células pueden extraerse para ser cultivadas, es inevitable la destrucción del blastocisto que

³⁰ Barker, D. (*et alii*, Grupo BIO FAG): “Biología sintética”, *Investigación y ciencia*, 359, 2006, pp. 14-21.

³¹ “Uno de los misterios de la biología es el modo en que la información lineal contenida en el ADN genera un organismo tridimensional específico en el curso de su desarrollo a partir del huevo fecundado”, comenta Gehring, W.: “Base molecular del desarrollo”, *Investigación y ciencia*, Temas 3, 1996, pp. 100-111.

las alberga. Mas lo que se destruye ¿son partes materiales agrupadas linealmente o partes materiales tridimensionales? Y entonces es muy diferente el criterio gnoseológico utilizado; pues en las operaciones sobre las células madre no hay manipulación del ADN sino transferencia de los núcleos que, de acuerdo con diversas técnicas, deja que sea «la propia naturaleza» (en términos de Francis Bacon) la que genere consecuencias (un proceso en el que las proteínas desempeñan el papel de condición necesaria). Por ejemplo, se inyectan células madre de médula ósea embrionaria y hay que esperar a ver qué ocurre. De manera que no todas las líneas evolucionan de igual forma; sólo resultan eficaces una parte de la muestra; o pueden provocarse efectos no deseados como tumores. Se ha de rehacer, una vez más, la pregunta por la estructura formal que define al ser humano –¿Es el blastocisto un ser humano?–, y que ahora tiene que ver con la consideración de si su estructura es lineal o tridimensional. Por tanto, se hablará de dos contextos de modelización diferentes: uno químico-informacional, y otro morfológico-tridimensional.

7. Más allá de la razón instrumental

Se podría contraargumentar que se ensayan –más que se disponen de– técnicas alternativas –biopsia de embriones vivos, investigación con células adultas...– que evitan la destrucción del blastocisto y que, por consiguiente, no hay cuestión.³² Mas aunque estas técnicas resultaran eficientes, el problema permanece en su radicalidad, porque la cuestión filosófica planteada alrededor de la biotecnología sobrepasa ya sus razones instrumentales. Se trata de la inteligibilidad de los procesos ontológicos de la embriogénesis, o, en términos más clásicos, del «origen de la vida humana». En las discusiones previas, hemos encontrado dos teorías ontológicas opuestas:

a) Una que defiende la correspondencia biunívoca (simétrica y transitiva) entre el cuerpo y el alma o mente, sea por soporte natural –la persona está configurada ya en la información contenida en el cigoto–, sea por soporte sobrenatural –la creación del alma y su insuflación en el cuerpo por Dios en el instante de la fecundación, o

³² Que fueron ofrecidas al presidente Bush en el libro *Alternative sources of human pluripotent stem cells*: a) Uso de embriones muertos (propuesta por D. Landry y H. Zucker, 2004); b) Biopsia de embriones vivos (propuesta por la empresa Advanced Cell Technology, 2004); c) Transferencia nuclear alternativa (*Altered Nuclear Transfer*, 2004); d) Reprogramación o desdiferenciación de células adultas (MAPC = *Multipotent adult progenitor cells*), es decir, el recurso a la partenogénesis como técnica de construcción de entidades biológicas sin posibilidad de devenir en un nuevo organismo, solamente como fuente de células pluripotenciales. Catherine Verfaillie, del *Stem Cell Institute* de Minessota, 2005 dice haber conseguido transformar las MAPC en neuronas dopaminérgicas. www.bioethics.gov. Cf. Pedrosa, A.: *En busca de la inmortalidad. Una aproximación al debate actual sobre las células madre*, Sevilla, Fundación José Manuel Lara, 2006, pp. 78 y ss.

por transmisión hereditaria (traducianismo), que tiene su tradición en las teorías pre-fomarcionistas clásicas y que también defiende, a su modo, la biología molecular.³³

b) Otra, que defiende una correspondencia de orden (reflexiva, antisimétrica y transitiva) entre el estadio de cigoto, o el fetal, o el desarrollo de la corteza cerebral, etc. y el organismo final. Entre nosotros, los argumentos utilizados que se encuentran más cercanos a esta concepción epigenética (en la que cabe clasificar la «animación retardada» de Santo Tomás) son los clásicos de Juan Ramón Lacadena,³⁴ que pone el comienzo de la vida humana en el momento de la anidación o implantación en el útero (10-14 días de la fecundación); y los de Diego Gracia y Carlos Alonso Bedate,³⁵ que lo sitúan a las seis u ocho semanas, en el paso del embrión al feto.

¿Es posible resolver el dilema? Los fenómenos de partida, en cualquier caso, son muy variados. Hay *fenómenos cotidianos* que nos inducen a creer que el ser humano no se identifica con el todo, pues puede vivir sin determinadas partes del cuerpo; de manera que habrá partes que son condiciones necesarias para la existencia del todo y otras, condiciones suficientes: se puede vivir sin un riñón, sin piernas, sin ojos, etc., pero no sin corazón, sin cerebro... (Más aun: no se puede vivir sin otros seres humanos, como muestran los bebés, los «niños salvajes», etc.). Otros fenómenos proceden de la filosofía misma, entre los que sin duda destaca el concepto aristotélico de «potencia».³⁶ Es habitual escuchar la justificación de la prohibición del uso terapéutico de la clonación de células madre apelando a la existencia «potencial» de un ser humano en el cigoto. Pero si el concepto de *potencia* se identifica con la teoría de la preformación, pide el principio, pues se postula un individuo / persona constituido antes de iniciarse el propio proceso de fertilización³⁷ y una relación biunívoca entre cuerpo /materia y alma / forma,³⁸ que es lo que hay

³³ “Cómo, a partir de una sola célula, han podido surgir millones y billones, en linajes especializados, y siguiendo un orden perfecto en el tiempo y el espacio, es algo que desafía a la imaginación. Durante el desarrollo embrionario, se traducen y ejecutan progresivamente las instrucciones que, contenidas en los cromosomas del huevo, determinan cuándo y donde se forman los millares de especies de moléculas que constituyen el cuerpo del adulto. El plan de crecimiento, al serie de operaciones a efectuar, el orden y el lugar de las síntesis, su coordinación, todo ello está inscrito en el mensaje nucleico. En la ejecución del plan hay muy pocos errores: la fidelidad del sistema puede medirse por la escasez de abortos y de monstruos”. Jacob, F.: *La lógica de lo viviente*, Barcelona, Laia, 1977, pp. 338-339.

³⁴ Lacadena, J. R.: “«Status» del embrión previo a su implantación” en Abel, F. (y otros): *La vida humana: Origen y desarrollo*, Madrid, Universidad Pontificia de Comillas, 1989, pp. 35-40.

³⁵ Gracia, D.: “Problemas filosóficos en genética y en embriología” en Abel, F. y Cañón, C. (eds.): *La mediación de la filosofía en la construcción de la bioética*, Madrid, Universidad Pontificia de Comillas, 1993, pp. 215-254 y Alonso Bedate, C.: “Reflexiones sobre cuestiones de vida y muerte”, en Abel, F. (y otros): *La vida humana, origen y desarrollo*, ed. cit., pp. 57-84.

³⁶ Sandel, M.: *Op. cit.*, p. 178.

³⁷ Por ejemplo, Lucas, R.: *Antropología y problemas bioéticos*, Madrid, BAC, 2001, p. 76.

³⁸ Por ejemplo, Abellán, F.: *Op. cit.*, p. 87.

que demostrar. Por tanto, el concepto de *potencia* tendría que ser revisado.³⁹ Lo haré utilizando un contexto de modelización morfodinámico construido a partir de los siguientes *esquemas de identidad*: La «pluralidad de materias» al modo de Aristóteles (interconectado con una ontología hylemórfica); una teoría de las rupturas o discontinuidades según la teoría de las singularidades topológicas de René Thom; y el esquema que les sirve de vínculo, que procede de la biología molecular: los genes espaciales *Homeobox*.⁴⁰

a) *Aristóteles y la pluralidad de materias*. Hay que plantear, pues, las cuestiones de las partes y los todos y de la potencia / acto, una teoría de cuño aristotélico. El estagirita ha defendido la ontología de la materia y forma y de la potencia y el acto que se cruza con la teoría gnoseológica de las causas (la potencia / acto puede referirse a las causas material, eficiente, formal o final); además, Aristóteles ha insistido en que las diferencias no dependen del orden, sino que el orden (*forma*) y las diferencias (*materia*) se dan simultáneamente, es decir, que las posibilidades de la materia no dependen de la forma: la forma y la materia están vinculadas por medio de la causa final, causa de lo que llega a ser plenamente; pero, en cualquier caso, hay más posibilidades de las que se actualizan y se perfeccionan (*entelequia*), y ese fondo de posibilidades es la materia. Por ejemplo, Aristóteles define a los monstruos como “errores de las cosas que son para un fin”.⁴¹ De manera que, *a contrarii*, afirmar la causa material significa afirmar que el orden (*forma*) no constituye las diferencias (*materia*). Orden y diferencias coexisten ontológicamente sin ninguna relación de dependencia, pues si las diferencias dependieran del orden, entonces se tendría que reconocer una absoluta necesidad en el universo, un determinismo radical sin paliativos, un determinismo del tipo del defendido por Laplace. De Aristóteles también mantenemos el postulado de *materia-forma relativa*. Al descartar una materia y una forma absolutas, la solución que ofrece Aristóteles es la siguiente: Lo que es material respecto de alguna forma, puede ser formal respecto de otros contenidos; no hay una delimitación tajante:

³⁹ “¿No tendríamos que replantearnos la significación metafísica del «ser en potencia»? Volver a pensar con Aristóteles, pero también con sus antecesores y con las realidades del presente, dice con agudeza González Valenzuela, J.: *Genoma humano y dignidad humana*, Barcelona, Anthropos, 2005, p. 161.

⁴⁰ Cf. Aristóteles: *Física*, Madrid, Alma Mater, 1996; Thom, R.: *Stabilité structurelle et morphogénèse*, París, Interditions, 1977. La topología es una rama de las matemáticas que se interesa por las propiedades del espacio y por los conjuntos de definición de funciones desde el punto de vista cualitativo; precisa de las nociones de continuidad / discontinuidad; bordes, límites... García Bellido, A. Ripoll, P. y Morata, G.: “Developmental compartmentalization of the wing disk of *Drosophila*”, *Nature New Biology*, 245, 1973, 251-253.

⁴¹ Puede leerse un brillante comentario de Valor Yébenes, J. A.: “Dialogando con la física de Aristóteles después de la modernidad” en González Recio (editor), J. L.: *Op. cit.*, pp. 87-111.

Además, la materia es algo relativo, pues para una forma se requiere una materia, y para otra forma, otra materia. (*Física*, 2, 194b 8-9).

Aristóteles ha explicado que no hay un mecanismo bruto (el médico puede curarse a sí mismo no en cuanto enfermo sino en cuanto médico). Y como las partes formales pueden ser a su vez partes materiales de otras estructuras más complejas, la conjugación de partes materiales y partes formales hacen que el mundo sea tan rico y variado. Pues ni las formas ni las materias están separadas, y el orden del cosmos se sustenta en que las formas o potencias inferiores sirven de materia para los grados superiores.⁴² Por eso corresponde a las ciencias comprender las categorizaciones o «articulaciones naturales» que se presentan en el mundo. La materia es materia segunda –como la llamarán los escolásticos– o determinada; esto significa que la materia puede *transformarse* y *conformarse*. De ahí la posibilidad, en el paso al límite, de una materia indeterminada, de una materia sin forma o fondo absoluto o materia primera y aun en el *regressus* de materia ontológico-general, que es la cara filosófica de aquella «natalidad abierta» a la que aludía Hannah Arendt. El acto puro, sin embargo, es el motor de los seres materiales.⁴³ Este concepto de «materia desbordante» que no está sometido unívocamente a la forma, sino que pertenece al orden cósmico, está bien ejemplarizado en el caso de la producción de la Naturaleza, en la procreación natural, cuya tasa de embriones perdidos oscila entre el 60 y el 80 por ciento.⁴⁴ El 73% de las concepciones naturales no sobreviven a las seis primeras semanas de gestación y el 10% de las que lo hacen no llegan a término.

⁴² Véase, por ejemplo, Moreau, J.: *Aristóteles y su escuela*, Buenos Aires, Eudeba, 1972, p. 110. Aristóteles cierra, sin embargo, el camino hacia el evolucionismo y no admite la emergencia de las formas superiores desde las inferiores al considerar a los individuos en tanto que sustancias y hacer que potencia y acto se identifiquen en última instancia: “Pero, como se ha dicho, la materia última y la forma son uno y lo mismo, aquello en potencia y esto en acto” [entendiendo, como observa el traductor Tomás Calvo, que la materia no es materia prima, sino materia próxima y propia de cada entidad]”. *Metafísica*, 1045b 18-19. Ahora bien, Aristóteles privilegia el acto sobre la potencia: “Así, podría darse que el hombre es anterior al esperma, no el que se genere a partir de éste, sino otro del cual procede el esperma”. *Metafísica*, 1073a 36-37. Ésta es la concepción de Aristóteles, pero su planteamiento filosófico le desborda a él mismo.

⁴³ Forma: totalidad del cuerpo conformado. Materia: multiplicidad de las partes conformadas. Los estoicos tratarán de eliminar este dualismo radical de Aristóteles al identificar materia pura y acto puro; los neoplatónicos, por su parte, lo resaltarán al buscar la trascendencia del acto puro y debilitar el cosmos material. El giro escolástico puede verse en Santo Tomás, *Summa*, 1, 7, 3,3; 1, 65, 2c; 3, 290 1c. La independencia de la forma se renueva con la teoría de la *Gestalt*: la *forma* parece poder desprenderse de las materias como *forma pura*, como una forma desprendible. Defenderemos, entonces, que el *cuerpo* conformado es una *totalidad atributiva*, constituida por diversas partes: forma y materia. Y la forma equivale a la *co-determinación* de las partes. Tanto la materia como la forma son multiplicidades (sólo en el límite puede hablarse de «parte única»).

⁴⁴ Cf. Opitz, John M.: <http://www.bioethics.gov/transcripts/jan03/session1.html>.

b) *Thom y el sentido de las formas*. Ahora bien, además del obvio desconocimiento de la biología molecular, Aristóteles carecía de una matemática suficientemente desarrollada, a pesar de sus riquísimas intuiciones topológicas como ha mostrado René Thom. A la teoría de los todos y las partes hay que añadir una teoría de las singularidades que explique las rupturas, los saltos y las discontinuidades («catástrofes» en el sentido de Thom). Thom ha presentado un modelo geométrico-topológico de la dinámica de la blástula fisiológica por sucesivas bifurcaciones. La gastrulación se define como la transformación del gradiente *animal-vegetativo* del huevo (heredado de la oogénesis) en un gradiente *externo-interno* con el orden ectodermo, mesodermo-endodermo⁴⁵. Según Thom habría tres tipos de atractores: *i*) genéticos (genes y epístasis: un gen enmascara la expresión de otro); *ii*) epigenéticos; *iii*) flujo interactivo de elementos celulares e informativos (nicho). Los tres convergen para generar fenotipos dinámicos. No es descabellado pensar, entonces, que en este proceso de segmentación / gastrulación / organogénesis, se produzca una especie de recapitulación, pero no de las funciones como pensó Haeckel (genialmente, por otra parte), sino de las formas, hasta alcanzar lo que llamamos «parte formal» del proceso de embriogénesis, lo que significa que hay una gran confusión de formas en su inicio mismo. Thom señala la muy relativa exactitud de la ley de recapitulación:

Este ejemplo muestra la muy relativa exactitud de la ley de recapitulación, según la cual la epigénesis recapitula la filogenia; así como en educación, para aprender una ciencia, uno no está obligado a rehacer todo el proceso que dio nacimiento a esa ciencia (puede uno atender sólo a los puntos esenciales), así también la dinámica de la epigénesis se vale de atajos, de simplificaciones, cuando ciertos mecanismos heredados del pasado perdieron su razón de ser.⁴⁶

Como he señalado en otras ocasiones, la gran aportación de Thom ha sido la de considerar los sistemas desde la topología y no desde la lógica. En lugar de fundar lógicamente la geometría –defiende el matemático y filósofo francés–, hay que fundar lo lógico en la geometría.⁴⁷ Frente a los teóricos de la Inteligencia Artificial, que pasan de la manipulación de signos según las leyes del álgebra de Boole a la construcción «virtual» de formas tridimensionales, se trata de considerar la lógica como una proyección unidimensional de las estructuras tridimensionales del mundo fenoménico.⁴⁸

⁴⁵ Thom, R.: *Semiofísica. Física aristotélica y teoría de las catástrofes*, Barcelona, Gedisa, 1990, p. 94. También: *Stabilité structurelle et morphogénèse*, ed. cit. *Modèles mathématiques de morphogénèse*, París, Christian Bourgois Editeur, 1980.

⁴⁶ Thom, R.: *Stabilité structurelle...* ep. cit., p. 201.

⁴⁷ Thom, R.: *Semiofísica*, ep. cit., pág. 18.

⁴⁸ Cf., por ejemplo, Pérez Herranz, F. M.: *Lenguaje e intuición espacial*, Alicante, Instituto de Cultura «Juan Gil Albert», 1996.

c) *La continuidad materia-forma: los genes Homeobox.* Una de las críticas que ha recibido la teoría de las singularidades de Thom es su conexión con el platonismo, al presentarse una separación (*xorismós*) abismal entre las formas (geométricas) y las materias (el sustrato).⁴⁹ Esta desconexión puede ser superada, me parece, por medio del sorprendente hallazgo de los genes *Homeobox*. (Una investigación en la que, por cierto, han desempeñado un papel importantísimo científicos españoles encabezados por el profesor Antonio García Bellido). Esta historia comienza con Calvin Bridges del grupo de Th. H. Morgan, que descubre en 1915 la primera mutación genética homeótica en la mosca de la fruta (mutación *bithorax*): la transformación del tercer segmento torácico en el segundo. En la mosca normal, el segundo segmento torácico tiene alas y el tercero presenta un par de estructuras sensoriales llamadas halterios; pero, en la mutación, los halterios se transforman en alas y producen una mosca con cuatro alas. Edward B. Lewis en la década de los cuarenta descubre que los genes que controlan el desarrollo de los segmentos torácicos y abdominales estaban colocados en el cromosoma en el mismo orden que en el mapa topográfico de las partes del cuerpo y, si bien creyó hallar más de una docena de genes *bithorax*, el grupo de García Bellido mostró que sólo había tres genes Hox en *Drosophila* a los que llamó: *Ubx*, *abd-A* y *Abd-B*. Walter Gehring y colegas en la década de los ochenta estudian los *Homeobox* y establecen el papel de los genes homeóticos en la formación del cuerpo; encuentran una pequeña secuencia de ADN de unas 180 bases a la que llamaron *Homeobox* (*Hox*) que ¡sorprendentemente! no es una peculiaridad de *Drosophila*, sino que se encuentra en todos los animales. Cada animal tiene (aproximadamente) una decena de genes *Hox*, que aparecen siempre dispuestos en fila y su orden topológico es siempre el mismo en todas las especies (*colinealidad*). Además, los genes *Hox* son intercambiables entre especies; un gen *Hox* humano, por ejemplo, puede curar a un individuo de otra especie que tenga mutado el gen equivalente y lo restaura según la especificidad de la especie a la que se aplica: si el gen mutante es *Deformed*, que especifica parte de la cabeza, el gen humano restaura una cabeza de mosca y no una cabeza humana. Así pues, la impresionante diversidad morfológica de organismos (plantas, animales) está generada por un número muy reducido de sistemas de genes.⁵⁰ Desde la perspectiva gnoseológica diremos que los genes *Homeobox* permiten conformar un *esquema de identidad* para explicar el paso de la información unilineal del ADN a la estructura tridimensional de las proteínas que conforman el organismo.

⁴⁹ Thuillier, P.: “¿Está la ciencia actual en un callejón sin salida?”, *Mundo científico*, 36, 1984.

⁵⁰ Cf. McGinnis W. y Kuziora, M.: “Arquitectos moleculares del diseño corporal”, *Investigación y ciencia*, 211, 1994, pp. 22-28. De Robertis, E. M. (*et alii*): “Genes con homeobox y el plan corporal de los vertebrados”, *Investigación y ciencia*, Temas 3, 1996, pp. 92-99... A manera de ilustración: Los genes del complejo *Hox* se encargan de la organización cefalocaudal de todos los animales conocidos; *Hox C8* contribuye al desarrollo del tubo neural; etc. Véase Lodish, H. (*et alii*): *Biología celular y molecular*, Panamericana, 2005, p. 613.

Estos tres esquemas de identidad –pluralidad de materias, teoría de singularidades topológicas y genes *Homeobox*– constituyen el contexto de modelización mediante el cual se describe el fenómeno de embriogénesis.

8. Partes genéricas (materiales) de la célula

Teniendo presente estas herramientas conceptuales, estudiemos las partes de las que se compone una célula. (No se trata obviamente de exponer una teoría de la célula, sino de poner en correlación la teoría celular y los conceptos gnoseológicos). Las partes materiales son los elementos atómicos y moleculares: Carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, potasio... Por medio de diferentes fuerzas (puentes de hidrógenos, fuerzas de van der Waals, etc.) componen cuatro partes diferenciadas: *microambiente* o nicho, *membrana plasmática*, *citoplasma* y *núcleo*. Suele considerarse que el núcleo es la parte formal, pues alberga el material hereditario (ADN, ARN), una copia que se transmite a las células hijas y controla, regula y dirige la forma general del organismo. Los nucleótidos son las subunidades del ADN y del ARN que llevan la información genética. Los analizaré rápidamente según funcionen como partes determinantes (sintácticas, multiplicativas), integrantes (morfológicas, aditivas y del mismo orden) o constituyentes (de distinto orden):

Cada nucleótido está compuesto por partes *determinantes*: un azúcar (desoxirribosa), un grupo fosfato y una base nitrogenada. Las bases nitrogenadas son cuatro: adenina (A), timina (T), citosina (C), y guanina (G), y siempre una A se enfrenta a una T y una C se enfrenta a una G en la doble cadena. (Las bases enfrentadas se dice que son complementarias). Por partes *integrantes*: El ADN adopta una forma de doble hélice, como una escalera caracol donde los lados son cadenas de azúcares y fosfatos conectadas por «escalones», que son las bases nitrogenadas. Y por partes *constituyentes*: La molécula de ADN se asocia a *proteínas*, llamadas *histonas*, y se encuentra muy enrollada y compactada para formar el cromosoma. Esta asociación de ADN y proteínas se conoce como *cromatina*, que, a su vez, se enrolla en una estructura al modo de un solenoide. La cromatina puede estar enrollada en mayor o menor grado, dependiendo de la etapa en que se encuentra la célula; por ejemplo, cuando el ADN se ha duplicado antes de que la célula se divida, la cromatina se compacta en su mayor grado, y como resultado se pueden visualizar los cromosomas duplicados al microscopio como corpúsculos con forma de X. Los nucleosomas mantienen al ADN estrechamente enrollado de modo que no puede ser transcrito; ha de entrar en un estado de eucromatina.⁵¹

La cuestión gnoseológica fundamental es la siguiente: ¿La parte formal celular puede identificarse con el individuo / persona? ¿Presupone la forma del todo?

⁵¹ Passarge, E.: *Genética. Texto y atlas*, Madrid, Panamericana, 2004.

¿Permite reconstruir el organismo? Si la respuesta es positiva, entonces la destrucción del blastocisto debería ser tratada del mismo modo que la destrucción de un individuo o persona adulta. Si la respuesta es negativa habría que hablar de dos momentos ontológicos diferentes, pues se abriría una brecha ontológica entre el genotipo y el fenotipo. La asimetría entre el genotipo unilineal y el fenotipo tridimensional eliminaría toda concepción preformativa sobre el cigoto y permitiría su manipulación sin ningún tipo de recelo filosófico-moral.

9. Partes materiales-conformadas de las células embrionarias

Los órganos se forman por interacciones entre células y células o entre células y tejidos. Por medio de la *inducción*, un grupo de células o tejidos hace que otro grupo cambie su destino; el *inductor* produce una señal y la capacidad de respuesta a la serie se denomina *competencia*; por ejemplo, el endodermo del tubo digestivo más la mesénquima que lo rodea produce órganos derivados del tubo digestivo: páncreas, hígado... El «diálogo» entre los tipos celulares o células y tejidos es esencial para que la diferenciación continúe.⁵² Las líneas de comunicación se realizan por diferentes interacciones. En las paracrinas, las proteínas sintetizadas por una célula se difunden por distancias cortas para interconectar con otras células.⁵³ Se han descubierto múltiples factores paracrinos o factores de crecimiento y diferenciación (GDF): Factor de crecimiento fibroblástico (FGF); Wnt (de *Wingless* más *Integration*); Hedgehog; factor de crecimiento transformador- β , etc. Como las partes se vinculan con otras partes de diferentes maneras, hablaremos también en este nivel, diferente del de los nucleótidos, de partes constituyentes, determinantes e integrantes.

– Las partes constituyentes son el *microambiente*, la *membrana*, el *citoplasma* y el *núcleo*: El *microambiente* –o *nicho* particular que rodea a las células madre– permite a la célula permanecer en su estado indiferenciado y de autopropagación. La importancia del *microambiente* es básica, pues tiene que ver con la llamada *reprogramación nuclear*. Cuando se sustituye el entorno natural de las células madre, éstas cambian su programa de acuerdo con las nuevas señales de diferenciación. Entre estos elementos se encuentran ya las *proteínas*: proteínas promotoras / inhibitoras del ciclo celular; factores secretados por las células vecinas, interacciones intercelulares, etc.

– Las partes determinantes mantienen el estado pluripotencial de las células madre. A las que definen en términos moleculares, junto con las componentes reguladores que controlan la diferenciación y la reprogramación celulares. Los marca-

⁵² Lacal, J. C.: “Comunicación intercelular”, *Investigación y ciencia*, 223, 1995, pp. 35-36.

⁵³ Langman, S.: *Embriología médica*, Buenos Aires, Panamericana, 2007, pp. 8 y ss.

dores moleculares mejor conocidos son: La isoenzima de la fosfatasa alcalina. El factor de transcripción Oct4, que aparece en el estadio de dieciséis células, regula los genes que las mantienen en estado indiferenciado antes de que el embrión se implante o anide; tras la implantación Oct4 se desactiva y las células empiezan a diferenciarse en múltiples tipos celulares;⁵⁴ en ausencia de LIF (factor inhibidor de leucemia) se reprime rápidamente el factor Oct4 y la célula pierde la capacidad de regeneración y de diferenciación. La telomerasa, una ribonucleoproteína que adiciona repeticiones teloméricas a los extremos de los cromosomas (la capacidad de las células madre para transcribir la telomerasa se correlaciona con la expectativa de vida de un linaje)...

– Las partes integrantes (morfológicas) constituyen los factores de auto-renovación, proliferación y diferenciación. Desempeñan dos funciones:

i) Control del nicho: Las células madre embrionarias se encuentran emplazadas en nichos que utilizan para comunicarse con otras células. El nicho es independiente de las células madre, ya que se mantiene aunque desaparezcan aquéllas, define de manera precisa la forma de dividirse las células e induce o mantiene el «plan» de las células madre. Ese control lo ejerce mediante factores de transcripción que, correctamente secretados, controlan la auto-renovación y la determinación hacia un linaje concreto de las células madre. (Los factores de transcripción son proteínas que se unen al ADN y actúan como interruptores activando o inhibiendo la transcripción de genes particulares). Las primeras descripciones de la secreción de factores de crecimiento y mantenimiento se llevaron a cabo en la *hematopoyesis*. En éste sistema la función de los factores secretados parece ser selectiva, mientras que en las células madre de la cresta neural los factores pueden jugar un papel instructivo en la diferenciación. Por su interés como ilustración del argumento, nos detendremos un momento en la presentación de estos factores:⁵⁵

Existen dos familias de factores que presentan una función conservada entre especies y tejidos: El factor transformante de crecimiento b-relacionado (TGF-b) es la proteína morfogenética de hueso o BMPs, esencial en su remodelación y crecimiento. Y la vía de señalización Wnt secretada al medio extracelular. Esta *proteína* Wnt purificada es conocida desde hace tiempo como un potente activador de desarrollo y proliferación celular y tiene por función principal la regulación de las opcio-

⁵⁴ Aunque parece que se ha encontrado en células adultas. Así, Markus Hengstschlager y su equipo de la Universidad de Viena han destacado la importancia del Oct-4 para el mantenimiento de las células madre, proteína que desaparece en cuanto las células se diferencian. Entre otros experimentos han aislado un subgrupo de células del líquido amniótico que expresan la proteína Oct-4 y que se diferencian en neuronas. Hengstschlager, M.: (*et alii*), “Oct-4-expressing cells in human amniotic fluid: a new source for stem cell research?”, *Human Reproduction*, 18, 7, 2003, pp. 1489-1493.

⁵⁵ Puede leerse el artículo de revisión de Mera, C., Lara, A. y Ramírez, S.: “Células madre hematopoyéticas, generalidades y vías implicadas en sus mecanismos de auto-renovación”, *Rev. Cienc. Salud*, Bogotá, 5, 1, 2007, pp. 67-89.

nes para la determinación celular hacia un tejido específico mediante la activación / desactivación de programas genéticos. Muchos genes son regulados directa o indirectamente por Wnt y desempeñan un papel clave en la jerarquía de genes reguladores.⁵⁶ La proteína Wnt3A permite la recuperación y cultivo de células madre dopaminérgicas procedentes de animales adultos.⁵⁷ Las *Secreted Frizzled Related Proteins* (SFRPs) componen una familia de moléculas secretables, implicadas en el control de la proliferación de precursores neurales y en mecanismos de remodelación axonal, entre otros. Se ha aislado y caracterizado en el laboratorio el homólogo de pollo de Sfrp1; el patrón de expresión de este gen está implicado en el establecimiento del *eje antero-posterior* del embrión y en la diferenciación de distintas regiones del sistema nervioso central, incluyendo la retina.⁵⁸ La enzima QSulf1 orienta a las células madre embrionarias para diferenciarse en un tipo de tejido concreto.⁵⁹ En el nicho germinal las células de Sertoli producen el factor TGF- β que afecta la proliferación de células germinales premeióticas, incluyendo a las células madre. En el nicho epidermal los factores TGF- β RII y Wnt parecen inducir la generación de folículos pilosos, etc.

ii) Control por las células madre: Ciertas rutas activan reacciones bioquímicas que involucran genes y otras *proteínas* celulares actúan o bien por contacto directo o bien producen un ligando soluble capaz de difundirse a través del microambiente para conectar con células distantes. Las vías mejor estudiadas son: La vía de señalización o factor Notch que se asocia con los procesos de proliferación, diferenciación y muerte celular en casi todos los estadios de desarrollo; y la vía de señalización o factor Shh (*Sonic hedgehog*) que induce patrones morfogénicos claves para el desarrollo embrionario. Las proteínas codificadas por los genes Hedgehog, que contienen colesterol y se conocen como *morfógenos*, dirigen la diferenciación celular hacia diversos tejidos por medio de umbrales de concentración específicos. *Sonic hedgehog* es una proteína secretada desde la notocorda y la placa del suelo y cuya actividad es directamente responsable de la formación del patrón dorso-ventral de tubo neural; etc. (Cuadro I).

⁵⁶ Los experimentos del grupo de Marianne Bronner-Fraser en el Caltech de Pasadena mostraron, uno tras otro, la implicación de Wnt6 y, en general, de la vía de señalización por Wnt, en la inducción de la cresta neural. Elaine Fuchs de la Universidad Rockefeller y su equipo descubrieron que dos moléculas de señalización, Wnt y *noggin*, hacen que las células troncales inmaduras comiencen el proceso de formación de folículos pilosos.

⁵⁷ “Se mantienen en cultivo durante dos meses y medio y son capaces de dar neuronas dopaminérgicas maduras”. Ésta es la principal conclusión de la investigación realizada por Carmen Ramírez Castillejo, bióloga y becaria postdoctoral de la Fundación Leticia Castillejo, que ha presentado su estudio sobre factores Wnt y precursores dopaminérgicos en la enfermedad de Parkinson.

⁵⁸ El equipo formado por Pilar Esteve, Françoise Trousse, Josana Rodríguez y Paola Bovolenta ha producido y purificado Sfrp1 recombinante que en cultivos disociados de retina es capaz de reducir la proliferación celular y aumentar la diferenciación neuronal.

⁵⁹ Charles P. Emerson, director del Departamento de Biología Celular y del Desarrollo de la Universidad de Pensilvania indica que se trata de un problema que incide en el corazón de la biología básica: cómo una célula se convierte en músculo mientras la de al lado se torna en hueso.

PARTES MATERIALES CONFORMADAS	
DETERMINANTES (sintácticas) <i>Mantenimiento del estado pluripotencial</i>	INTEGRANTES (morfológicas) <i>Factores de crecimiento y mantenimiento</i>
	i) <u>Control del nicho</u> - Fibroblastos - Factores secretados · Factor transporte de crecimiento <i>b</i> -relaciones (TGF- <i>b</i>) · Vía de señalización o factor Wnts - Moléculas de adhesión (integrinas)
	ii) <u>Control de la célula madre</u> - Vía de señalización o factor Notch - Vía de señalización o factor <i>Sonic hedgehog</i> - Factores de transcripción para activar genes · Hematopoiesis –SCL / Tal-1 · Epitelio intestinal Tcf / Lef

Cuadro I. Partes materiales conformadas

10. Desbordamiento de la materia respecto de la forma

Las *partes materiales* de la embriología son componentes del sustrato universal de la vida. Todos los seres vivos –plantas, animales y humanos– estamos constituidos por nucleótidos, lo que nos iguala a todos los seres vivos. El ADN y el ARN han existido durante miles de millones de años, mientras que los seres humanos apenas si tenemos 50.000 años. Así que no parece que pueda definirse al código genético o al ADN por la propiedad *alma* –en el sentido del agustinismo platónico–; ni tampoco por el *logos* que caracteriza la palabra humana, la estructura universal del lenguaje humano –en el sentido averroísta–. El ADN humano ha de ser especificado.

La identificación del ADN con la parte formal del ser humano –«Todo es molécula»– confunde las partes materiales y formales de los seres vivos y del hombre. Nos enfrentamos al monismo ontológico que defiende la tesis: «El todo es equivalente a una única parte», en este caso la molécula de ADN; una tesis que puede encontrarse también en el revolucionario principio de Virchow: *Omnis cellula ex*

cellula, que indica que todos los organismos están vinculados (a través el ARN, por ejemplo). Pero ni el argumento del ADN ni el de la célula como parte formal del organismo pueden extrapolarse hasta la ontología general, que, al remitirnos al inicio mismo de la vida según el argumento metafísico del origen, conduce a tesis tan peregrinas como las de evitar matar una hormiga (en el límite tendríamos que abstenernos de comer cualquier tipo de organismo). Este *regressus* a los orígenes es defendido de diferentes maneras, según donde se ponga el corte del postulado de singularidad. Los pitagóricos o algunas religiones orientales lo establecen entre los animales y las plantas; Peter Singer elimina la singularidad del ser humano respecto de los grandes simios; el proyecto *Gaia* elimina toda singularidad en el planeta tierra, etc.

El postulado aristotélico de la forma-materia relativa que permite a las partes materiales desempeñar el papel de partes formales en un sinfín de relaciones y combinaciones, soslaya el *regressus* al origen. Y es esa complejidad combinatoria la que nos conduce a buscar la estructura sistemática de esas partes conformadas. Decimos que las materias «desbordan»⁶⁰ continuamente las formas y éstas a aquéllas. (Sólo la escala temporal y espacial en la que se lleva a cabo nuestra percepción puede confundirnos). Así, ocurre que en esas coordenadas de división celular, se producen situaciones análogas y equívocas, pero no unívocas. Por ejemplo:

– La procreación natural a la que hemos hecho referencia anteriormente, cuya tasa de embriones perdidos oscila entre el 60 y el 80 por ciento. El 73% de las concepciones naturales no sobreviven a las seis primeras semanas de gestación y el 10% de las que lo hacen no llegan al término de la gestación...

– Los *gemelos monocigóticos* se originan entre el quinto y el noveno día tras la fecundación, cuando las células de un embrión (blastómeros) se separan o cuando la masa celular interna se divide en dos regiones dentro del blastocisto. Los gemelos monocigóticos poseen el mismo programa genético, pero son dos individuos / personas diferentes. Se requiere comprender este «fallo» de la Naturaleza, como decía José Luis López Aranguren.⁶¹

– Los *gemelos siameses* se producen normalmente después del noveno día; hay una partición de la masa celular interna, y tienen una placenta, una cavidad amniótica y una cavidad coriónica comunes; pueden estar unidos por la piel (los famosos siameses del antiguo reino de Siam, Eng y Chang Bunker, compartían el hígado), los pulmones, el cerebro, etc. ¿Qué ocurre si hay dos cerebros con una única parte inferior del cuerpo? (el caso de Ritta y Christina nacidas en Cerdeña en 1829)? ¿Y si hay un solo cerebro para los siameses? Etc.⁶²

– Las *quimeras* son personas que tienen dos o más tipos de sangre, consecuen-

⁶⁰ Véase el interesantísimo planteamiento de Benito Feijoo en *Cartas eruditas y curiosas*, tomo primero, carta sexta.

⁶¹ López Aranguren, J. L.: “La bioética o ética de la biología humana”, *El País*, 31-10-1993.

cia de que las células troncales sanguíneas de un embrión se alojan en la médula espinal del otro.

–Los niños *hermafroditas*, desde el punto de vista genético, son dos personas diferentes, pues algunas partes del cuerpo son genéticamente femeninas y el resto masculinas.

– *Malformaciones y graves anomalías* de los numerosos embriones somáticos que se utilizan en los procesos de clonación (el caso de la oveja Dolly es bien elocuente). Y aunque sacar adelante un embrión será más bien la excepción que la regla, lo que parece cierto es justamente que todas estas formas son posibles y se realizan tanto en las normales como en las monstruosas. Incluso los clonados con éxito manifiestan posibilidades desconocidas, como en el caso del gato clonado que cambia su color de pelo.⁶³ También las *alteraciones cromosómicas y malformaciones congénitas* que no son hereditarias. Entre las primeras, hay que mencionar las *trisonomías* debidas a la presencia de un cromosoma extra que terminan en abortos espontáneos, excepto en los cromosomas 13 y 18 que son origen de múltiples malformaciones graves, y en el 21 que da origen al síndrome de Down.⁶⁴ La alteración en el número de cromosomas sexuales da origen al síndrome de Klinefelter (XXY), la trisomía XXX y el síndrome de Turner (45XO). Las malformaciones congénitas reagrupan defectos de cierre del tubo neural, malformaciones cardíacas y digestivas, etc. Las más graves son las enfermedades del sistema nervioso por defecto de cierre del tubo neural como la anencefalia, la espina bífida y la hidrocefalia.

10. Las proteínas: partes formales de las células embrionarias

¿Cuándo las partes materiales alcanzan su forma-fin (*teleion* o estado perfecto)?⁶⁵ No me atrevería a afirmar un corte ontológico de manera absoluta: En el momento de la anidación; en el inicio del estado fetal; en la aparición de la actividad cerebral (hacia la octava semana de gestación)..., según los criterios citados de Lacadena, Gracia o Alonso, que se basan en argumentos coherentes. Ahora bien, por lo indicado en el apartado “Partes materiales conformadas de las células embrionarias” y respondiendo a la pregunta del final del apartado “La vida y la pregunta radical”, sí puede descartarse el estadio de blastocisto, si el proceso de conformación de

⁶² Gould, S.: *La sonrisa del flamenco*, Barcelona, Blume, 1987.

⁶³ Nombela, C.: *Células madre. Encrucijadas biológicas para la Medicina: del tronco embrionario a la regeneración adulta*, Madrid, Edaf, 2007, p. 105.

⁶⁴ Watson, J.: *ADN. El secreto de la vida*, ed. cit., p. 351. Una clasificación de anomalías en Robert, O.: “El diagnóstico prenatal”, *Mundo científico*, 49, 1985, pp. 812-822.

⁶⁵ Para la distinción entre *téleion* (estado perfecto) y *teleuté* (acabamiento), véase Thom, R.: *Semiofísica*, ed. cit., p. 164. Cf. Aristóteles: “Más todavía, en cuantas cosas hay un fin, con vistas a éste son realizadas tanto las acciones anteriores como las que le siguen”, *Física*, 199a 8-11.

las partes materiales es enormemente desbordante y dinámico –microambiente, factores de crecimiento y diferenciación, factores de auto-renovación...– en el que participan activamente y de manera esencial las proteínas y que desborda la especificación del ser vivo por su código genético. Desde la perspectiva gnoseológica (que tiene presente la complejidad de materia / forma, la teoría de las singularidades y los genes *Homeobox*), pondría esa ruptura –momento en el que se da por concluida la causa final y se alcanza la estructura de parte formal del organismo– en la *configuración de las proteínas*⁶⁶ (que caracterizaría cualquier especie, incluida la *humana*). La ruptura puede establecerse según el *contexto de modelización* construido desde el morfologismo filosófico, que incluye: la dinámica de las materias; el esquema de identidad de los genes *Homeobox* que dotan al organismo de una organización topológica en el momento en que se establecen los ejes corporales alrededor del período de gastrulación. Entonces, se engarza el otro esquema de identidad topológico que nos permite explicar la compleja topología de la formación de la placa neural, según la dinámica de pliegues, así como los diferentes gradientes de oogénesis que constituyen los grandes planes de organización: di y tripoblásticos, acelomados, celentéreos, prostotomianos y deuterostomianos (vertebrados y *Homo*).⁶⁷ Una vez que se forma el mesodermo dorsal y ventral y la cabeza y la cola, es secretada la proteína morfogénica del hueso 4 (BMP4) en el disco embrionario; si está presente esta proteína, junto al factor de crecimiento fibroblástico (FGF), el mesodermo es ventralizado y contribuye a formar los riñones, la sangre, etc.⁶⁸ Y es en este momento en que se forman las *proteínas* cuando comienza el proceso de morfogénesis ya dado en la escala tridimensional del organismo.

De hecho, siempre se ha tendido a ver en las proteínas la parte formal del todo individual; lo que ha confundido a los investigadores es que pensaban encontrar en las proteínas la estructura de transmisión de la herencia. Pero que la herencia no pase por las proteínas, sino por el ADN, refuerza la tesis aristotélica de la diversidad de materias, frente al tradicional privilegio de las causas formal y eficiente. El ADN como transmisor de la herencia es una parte material más del organismo. De esta manera quedan separadas conceptualmente las partes materiales (ADN, microambiente, factores de transcripción...) y la parte formal: la configuración de las proteínas como morfología tridimensional, dada a la escala del propio cuerpo.

Las proteínas se caracterizan por ser autónomas respecto del código genético, es decir, que aun conociendo la secuencia de una proteína no se sigue ni la función de la proteína ni la estructura dimensional con certeza; a diferencia de los genes

⁶⁶ Cf. Nuño de la Rosa, L. y Pérez Herranz F. M.: “The problem of Form in molecular biology”, en González Recio, J.L. (Hg.): *Philosophical Essays on Physics and Biology*, Hildesheim, Georg Olms Verlag, 2009, pp. 127-150.

⁶⁷ Cf. Thom, R.: *Semiofísica*, ed. cit., pp. 141 y ss.

⁶⁸ Cf., por ejemplo, Langman, *Op. cit.*, pp. 59 y ss.

–unilineales– las proteínas son tridimensionales, se pliegan y adquieren formas que muchas veces se apartan de lo esperado.⁶⁹ Los fenómenos que aparecen alrededor de las proteínas son independientes del ADN y su constitución es tridimensional: lazos y pliegues (a partir de las investigaciones de Linus Pauling). De manera que la estructura de las proteínas se compromete fuertemente con la forma y exige un tratamiento geométrico-topológico antes que informacional. Son las proteínas las que están actuando sobre la cadena de aminoácidos del ADN y dinamizando su estructura; podríamos decir que, frente al dogma establecido de que las proteínas son expresión del código genético, el ADN es una proyección de la estructura topológica de las proteínas, tal como señala Thom: “Toda modificación bastante pronunciada de la dinámica de autorreproducción se traduce en un cambio de estructura (geométrica o química) de sus elementos espectrales, de sus singularidades”;⁷⁰ las proteínas se regulan por las estructuras topológicas, mientras que el código genético se trata como si fuese un álgebra o máquina de Turing;⁷¹ las muy estables moléculas de ADN permiten que no se olvide el espectro de las dinámicas. Pues, frente a las teorías de la evolución que se fundan exclusivamente en la selección natural, la escuela estructuralista (véase nota 14) defiende la asimetría genotipo / fenotipo, el carácter discreto del morfoespacio, las constricciones de las formas, etc. Y hace hincapié ya en el papel dinamizador del ARN,⁷² que reintroduce la dimensión morfológica en la dinámica evolutiva, aunque no alcanzan el contexto celular en el que figuran las proteínas.

En definitiva, según el modelo propuesto del morfologismo filosófico, la proteína como forma final es la culminación de un proceso en el que se engarzan diferentes esquemas de identidad: partes materiales, entre las que se encuentran las moléculas de ADN, que son conformadas por mecanismos topológicos (rupturas y cascadas de singularidades); además, están organizadas según los patrones *Homeobox*, necesarios para que las materias puedan separarse, conectarse y reunirse que ordenan de manera abstracta las distintas estructuras e inician las primeras conformaciones o diferenciaciones de la morfogénesis por descomposición de hojas a lo largo del eje del cuerpo, sin tener en cuenta la materia propia del organismo; la teoría de las singularidades de Thom permiten dar cuenta, por ejemplo, de cómo se forman en cascada las creodas genitales, la forma umbral primitiva y luego la orientación macho o hembra.⁷³ (De esta manera se fundamentaría el fenómeno que se observa en la escala intuitiva: la confusión de formas entre los embriones de dife-

⁶⁹ Ezzell, C.: “La proteómica en el horizonte”, *Investigación y ciencia*, 309, 2002, p. 48.

⁷⁰ Thom, R.: *Stabilité structurelle*, ed. cit., p.169.

⁷¹ Adleman, M.: “Computación en ADN”, *Investigación y ciencia*, 265, 1998, pp. 20-43.

⁷² Fontana, W. y Schuster, P.: “Shaping space: The possible and the attainable in RNA genotype-phenotype mapping”, *Journal of Theoretical Biology*, 194, 1998, pp. 491-515.

⁷³ Thom, R.: *Semiofísica*, ed. cit., pp. 211 y ss.

rentes especies en sus primeros estadios hasta la diferenciación que se observa a partir de un momento determinado, de ruptura o segregación de especies y que recoge una famosa lámina de Haeckel). Todos estos teoremas topológicos estarían actuando como *esquemas de identidad* y sólo quedaría por establecer aquel que permite separar unas especies de otras. Este elemento, que concluye el *contexto de modelización*, no puede ser sino la *configuración específica de las proteínas*, que officiarían de «parte formal», porque a partir de ellas quedan fijadas tanto la forma como la materia, es decir, la morfología propia de cada especie.

11. Falsación del *contexto de modelización*

El criterio expuesto, frente a las definiciones esenciales y los dogmas que identifican alma y cigoto, y frente a las definiciones utilitaristas que rehúsan la cuestión, tiene la ventaja de que puede ser falsado. Puede buscarse un contraejemplo que bloquee el criterio. El profesor Nombela sugiere uno: Si los patrones de organización tridimensional de la célula se encontrasen en una etapa muy temprana, por ejemplo, en la primera de las particiones celulares. Si las dos primeras células poseen ya un patrón de organización diferente, podría mostrarse entonces que estas células son las partes formales del organismo final. Diferencias que se refieren a su papel en la formación de las estructuras, algunas observables en etapas tempranas del embrión (lo cual significa introducir en ese estadio la causa final), en las dos primeras células de la división del embrión: una preferentemente destinada a originar la masa interna del blastocisto y la otra a las células precursoras de la placenta.⁷⁴ Habría que demostrar, entonces, que en la primera división celular del cigoto se encuentra ya constituido como parte formal que supone el organismo, que en el ADN ya se encuentran dimensiones operativas morfológicas tridimensionales.

Pero, en cualquier caso, la discusión sobre el dilema propuesto no puede realizarse ya sin tener en cuenta la riqueza experimental del nicho en el que se desenvuelven las células madre y que desborda el concepto tradicional de *potencia*, como he tratado de mostrar en este escrito.

Fernando Miguel Pérez Herranz
Perez.Herranz@ua.es
Departamento de Humanidades Contemporáneas
Universidad de Alicante

⁷⁴ Nombela, C.: *Células madre...*, ed. cit., pp. 51-52.