

**LA INVESTIGACIÓN CON CÉLULAS
MADRE: ANÁLISIS MULTIFACTORIAL
DE UNA CONTROVERSIA.**

Tesis doctoral.

Autora: Mónica Delgado Carreira

Directores: Anna Estany Profitós y Jordi Vallverdú Segura.

Departamento de Filosofía, UAB 2009.

4. LA CONTROVERSIA DE LAS CÉLULAS MADRE

“ Even if the embryo is a type of human being, this is not sufficient argument to carry out research on embryos, because research is carry out at all ages of human life, the newborn, the child, the adult, the orderly and the cadaver. I don't see any moral argument not to carry out on supernumerary embryos... they are going to be destroyed anyway”

Axel Kahn

Actualmente, la controversia de las células madre se encuentra en la fase de *maduración*. Según la distinción ofrecida por Thomas Brante, esta fase se caracteriza por la cristalización de las posiciones en la controversia. Es interesante señalar cronológicamente el inicio de la controversia. Lógicamente tenderíamos a pensar que el inicio de la misma hay que situarlo en 1998 con el hallazgo de Thomson. Mi opinión al respecto es que la controversia en sí, tal y como la conocemos ahora, comenzó el 9 de agosto de 2001. Cuando el presidente de Estados Unidos George Bush anunció al mundo su intención de no financiar la investigación con células madre embrionarias que no hubiesen sido derivadas hasta la fecha. Es en este momento, cuando la controversia eclosiona¹³² convirtiéndose en uno de los temas más polémicos hasta la fecha.

La controversia de las células madre debe ser tratada como una controversia de máxima magnitud donde coexisten una multiplicidad de actores implicados con diferentes necesidades epistémicas. Esta heterogeneidad requiere de un análisis que a su vez sea heterogéneo y que no esté basado en un único acercamiento donde predomine un punto de vista (como los analizados anteriormente) centrado en factores externos o internos.

Para mostrar porqué dichos acercamientos son insuficientes, recupero el protocolo propuesto por Gerald Markle y James Petersen (tabla 2.3) aplicándolo a la controversia de las células madre. Obviamente, la última columna –que hace referencia a su terminación- no puede cumplimentarse puesto que la controversia no ha sido clausurada en todos sus puntos.

¹³² Diferentes temas se han ido gestando junto con el de las células madre. En mi opinión, temas como el de la clonación, manipulación genética y aborto han resurgido a raíz de la controversia de las células madre, han encontrado su nicho en él.

La investigación con células madre: análisis multifactorial de una controversia

Descripción de la controversia	Actores en la controversia	Estrategias y tácticas	Reivindicación de conocimiento	Reivindicación de valores	Resolución
<p>¿Cuándo se originó el primer desencuentro? Agosto 2001. Reacciones iniciales ¿Cuándo finalizaron? Desconocido.</p>	<p>Participación ¿Papel de los expertos? Ambos bandos. ¿Intervino el gobierno? Sí ¿Cuál fue el rol de la sociedad? Grupos de opinión y presión.</p>	<p>¿Los innovadores usaron demostraciones, persuasión? Sí. Estudios con animales y promesas de curación.</p>	<p>¿Se centró la c* en un tema concreto o en varios? Varios, eticidad de la investigación. Potencia de las células.</p>	<p>Políticos/ legales: ¿jugó la legislación algún papel? Sí ¿Se propuso nueva legislación? Sí (ej. España)</p>	<p>En el cierre de la c ¿el bando innovador se caracterizó porque? <i>Full response</i>: Ganó aceptación y/o ventaja.</p>
<p>Naturalidad de detractores y partidarios: ¿pro o anti ciencia: ¿pro o antitecnología? Mayoritariamente Detractores: antitecnología, anticiencia.</p>	<p>Individuos: ¿Era el líder de ambos bandos carismático, con experiencia, estable en el tiempo? No hay líder definido. Científicos y personas de renombre en ambos lados. Organizaciones y movimiento social. ¿Existían organizaciones apoyando ambos bandos? Sí. ¿Qué tipo de organización era? Comercial, voluntaria y voluntaria y comerciales. ¿Qué uso hicieron de los medios? Amplia resonancia de las investigaciones.</p>	<p>¿Los preservacionistas usaron sanciones, participación, persuasión? Argumentos basados en la potencia de asc.</p>	<p>¿Innovadores y preservacionistas ofrecieron con * nuevo o reafirmaron sus posiciones? Conocimiento de las asc e iPS.</p>	<p>¿Hubo referéndum para tomar una decisión en la controversia? Sí Administrativos: ¿qué organismos apoyaron a los bandos? Asociaciones pacientes, grupos provida...</p>	<p><i>Co-optation</i>: Aceptación de los resultados pero sin ventajas para los innovadores.</p>
<p>Contexto hco/cultural ¿La controversia surgió, se desarrolló o acabó en tiempo de guerra? No. ¿Se confiaba en los líderes? Sí. ¿Cuáles eran las circunstancias políticas? Controversia pasa a ser abiertamente política con la prohibición de Bush. Oposición fuerte de grupos provida.</p>	<p>Organizaciones y movimiento social. ¿Existían organizaciones apoyando ambos bandos? Sí. ¿Qué tipo de organización era? Comercial, voluntaria y voluntaria y comerciales. ¿Qué uso hicieron de los medios? Amplia resonancia de las investigaciones.</p>	<p>¿Algún bando usó la violencia? No.</p>	<p>¿Utilizaron información de laboratorio o colección de datos? Sí. ¿Reconocieron o rebatieron los argumentos del otro? Sí Desde el paradigma dominante: ¿Cuál fue la fuerza de los innovadores? Curas potenciales.</p>	<p>Individuales: ¿se beneficiarían de los resultados de la c*? Si Religiosos. ¿Estaban implicadas cuestiones religiosas? Sí Éticos: el debate se centró en: progreso vs tradición, individual vs colectivo... Sí</p>	<p><i>Preemption</i>: nuevas ventajas sin aceptación <i>Collapse</i>: no se logró ni aceptación ni ventajas.</p>

El protocolo de análisis de controversias ofrecido por Markle y Petersen es útil para analizar la dimensión social de la controversia. Efectivamente, y como ellos mismos indican, es un acercamiento eminentemente relativista basado en los factores externos o no epistémicos de la controversia analizada. No obstante, este análisis descuida todo el factor cognitivo de los participantes de la misma y en especial, de los científicos implicados en ella. A lo largo de la tesis, demostraré hasta qué punto esto es esencial si queremos profundizar en una controversia y en todas sus dimensiones, y en especial, en la controversia de las células madre. Esto me será posible partiendo de un análisis cognitivo orientado hacia cómo toman decisiones los científicos implicados en la controversia, y al papel que están jugando los valores no epistémicos, como los morales, en la misma.

En este periplo es necesario analizar los principales desencuentros y los temas candentes de la controversia de las células madre. Y es que, el término “célula madre” se ha convertido en un concepto *caliente* no sólo científicamente, sino también ética y políticamente. Esta dimensión ética complica en sobremanera no sólo el análisis, sino la resolución de la controversia. Como señaló Dorothy Nelkin (Nelkin, 1971, Nelkin, 2004) las controversias en ética son las más difíciles de tratar porque nuestras creencias y valores nos impiden llegar al consenso.

Mi objetivo pues en este capítulo es desenmarañar las diferentes controversias que conviven en el nicho de la controversia de las células madre. Así como exponer los factores tanto externos como internos e intentar trazar puentes entre ellos que revelen la imbricación de ambos en la práctica científica.

4.1 La controversia acerca de la pluripotencialidad de las ASC. ¿Fusión o transdiferenciación?

“Experiments to establish the existence of pluripotent stem cells in adult are crucial. Currently, there is no clinical evidence of such a cell in adults”

Robert Schwartz.

El concepto de “restricción embrionaria” ha contado tradicionalmente con un soporte considerable gracias a experimentos en embriología clásica. La afirmación que desde el frente opuesto a las *esc* se está haciendo es que las *asc* son capaces de violar esa restricción, según la cual tras la fertilización el contenido genético de un cigoto es heredado por todas las células del organismo, y sólo un subconjunto de genes está activo en una determinada célula. Según la biología del desarrollo para que un organismo se desarrolle normalmente es necesario encender unos genes y apagar otros, proceso conocido como metilación (Cuadro 4)

Cuadro 4. La metilación del ADN.

La metilación del ADN consiste en un proceso mediante el cual se regula la disponibilidad de diferentes regiones del ADN. Esto se consigue a partir de la adición de grupos metilo a determinados grupos de citosina del ADN. Este proceso influye en la actividad genética puesto que la metilación suprime la transcripción genética. Aunque no se conoce bien el mecanismo, se piensa que la metilación promueve la condensación de cromatina haciendo al ADN menos accesible a factores de transcripción. Por tanto, la metilación es uno de los múltiples factores que contribuyen al control global de la expresión génica.

Pierce, B. *Genética*.

Todo esto llevaba a asumir la idea de que en el desarrollo normal existía una progresiva restricción en el potencial de desarrollo siendo la plasticidad fenotípica sino imposible, algo poco común. No obstante, los artículos aparecidos a partir del

año 1999 de células madre adultas parecían violar esa restricción. En parte estos experimentos se basaban en dos hipótesis: una de ellas tenía como referencia los experimentos de clonación donde se demostraba que una célula somática era capaz de volver a un estado anterior (desdiferenciación). Por otro, se creía que si las células eran colocadas en un nicho diferente éste sería capaz de dotar de un fenotipo nuevo a la célula madre en cuestión (transdiferenciación¹³³).

En el capítulo anterior, analicé algunos de los estudios que mostraban cómo las células madre adultas habían sido capaces de superar sus restricciones generando células de las tres capas germinales. No obstante, dos artículos pusieron en entredicho dicha conclusión abriendo la caja de Pandora de la fusión. Me estoy refiriendo a los artículos de Terada y Ying (Terada et al, 2002; Ying et al 2002).

La transdiferenciación se basa en el presupuesto de que una célula madre es capaz de cambiar de fenotipo (puesto que durante el desarrollo las modificaciones que sufre una célula son epigenéticas no genéticas). De esta manera, una célula madre adulta de médula ósea es capaz de generar células hepáticas y al contrario. En el ambiente adecuado una célula madre adulta es capaz de ser cualquier otra como una célula madre embrionaria. Lo que Terada y Ying encontraron en sus investigaciones es que la célula madre adulta no se *transdiferencia* en otra sino que se *fusiona* con otra, a saber, con células madre embrionarias. Es mediante esta fusión que las *asc* adquieren las propiedades de las *esc*. La pluripotencialidad, por tanto no es una propiedad innata de las células madre adultas (como sí lo son de las embrionarias) sino que es una propiedad que en todo caso puede ser adquirida (y digo puede porque no es una tarea sencilla). Esto es de extrema importancia, puesto

¹³³ La “transdiferenciación” es un sinónimo del término “metaplasia”. Este término recoge la noción de que una célula se intercambie por otra. Históricamente este proceso era bien conocido y no causaba ninguna controversia, aunque curiosamente el término transdiferenciación se impuso al de metaplasia y con él toda una controversia (Tosh, D & Horb, E; 2006) Se demuestre o no que las células madre adultas son capaces de transdiferenciarse en otras, el estudio de la metaplasia es muy útil para:

- ❖ Entender el desarrollo biológico normal de los tejidos que se interconvierten.
- ❖ Estudiar cómo la metaplasia predispone a ciertas condiciones patológicas, como es el caso de la Metaplasia de Barrett causante de los adenocarcinomas. En ella el esófago muestra células de intestino muy sensibles de producir adenocarcinomas.
- ❖ Su estudio ayudará a identificar cómo genes silenciados se activan permitiendo reprogramar células madre o somáticas (*iPS*)
- ❖ Conocer e identificar las señales moleculares capaces de inducir la regeneración.

que continuamente se malinterpreta la biología de las células madre adultas¹³⁴ y lo que es peor, se están basando legislaciones en ella.

Terada mostró cómo células de la médula ósea de ratón se fusionaron espontáneamente adoptando el fenotipo de las células receptoras. Esta fusión se incrementaba si las mismas células eran cultivadas con blastocistos. Esto último parecía sugerir que factores extracelulares de blastocistos y de las células madre embrionarias podían ser suficientes a la hora de reprogramar las células madre adultas en un estado pluripotente, hecho que ha quedado demostrado con las *iPS*.

“Transplantation of adult bone marrow cells has generated unexpected phenotypes in vivo, including muscle cells, liver cells, brain cells, and others. These results indicate that adult bone marrow might contain pluripotent stem cells, or stem cells that could become pluripotent under appropriate conditions (...) our data could raise an alternative hypothesis in which donor bone marrow cells fuse with somatic cells in vivo as well and contribute to some of the apparently “donor-typed” cells found in various organs. (...) our data raise a warning to the overzealous trend in stem cell research to conclude transdifferentiation or dedifferentiation of cells without careful examination of genotypes¹³⁵”

En su artículo, Ying muestra cómo podría ser la fusión lo que subyaciese a la intrínseca plasticidad de las células madre adultas. Estas últimas contarían con una habilidad inusitada para fusionarse con otro tejido generando progenie diferenciada.

¹³⁴ Si finalmente se demuestra que una célula madre adulta no tiene la misma potencialidad que las embrionarias, esto no supondría que las primeras fueran menos valiosas que las segundas. Las células madre adultas son capaces de curar muchas enfermedades (relacionadas con su línea germinal) quizás más de las que serán capaces de curar las embrionarias (si no se conocen los mecanismos de diferenciación). El problema reside es que se ha intentado eliminar la investigación con embrionarias partiendo de la idea de que ambas células eran iguales en potencialidad y que por tanto, una podía sustituir a la otra. Parece que esto, por el momento, no es así.

¹³⁵ Terada, N. et al.(2002) “Bone marrow cells adopt the phenotype of other cells by spontaneous cell fusion.” *Nature*, 416: 542-545.

“We propose that transdetermination consequent to cell fusion could underlie many observations otherwise attributed to an intrinsic plasticity of tissue stem cells¹³⁶”

Álvarez- Dolado mostró mediante un método de recombinación la fusión de células derivadas de la médula ósea con progenitores neurales in vivo e in vitro (Álvarez- Dolado, 2003). Así como que las mismas células eran capaces de fundirse con hepatocitos en el hígado, con neuronas en el cerebro y con músculo cardiaco en el corazón. Lo relevante del caso es que en el artículo afirmó que no existía evidencia de la transdiferenciación sin que existiese fusión en esos tejidos. Los mecanismos de fusión y no los de transdiferenciación eran los mejores mecanismos por el cual las células madre hematopoyéticas podían contribuir a los tejidos:

“Our observation that fusion is a major mechanism by which BMDCs contribute to the heart, liver and brain draws into question the rationale for clinical procedures based on the idea that transdifferentiation of BMDCs can lead to the *novus* generation of heart or brain cells. Additional studies in animal models will be required to determine whether fusion by BMDC cells can be used in regenerative cell therapy¹³⁷”

En mi opinión, a partir de estos datos que contradicen los anteriores se genera otra controversia en la controversia de las células madre. El tema principal de la misma es puramente científico (saber con qué grado de plasticidad cuenta una célula) aunque como veremos a lo largo de la tesis, sus argumentos y conclusiones se han utilizado para sostener posiciones y sustentar opiniones con trasfondo más ético y religioso que científico. En relación a esto hay que tener en cuenta que la resolución de esta controversia internalista tendrá consecuencias para la controversia principal.

¹³⁶ Ying, Q. et al. (2002) “Changing potency by spontaneous fusion.” *Nature*, 416: 545-548.

¹³⁷ Álvarez- Dolado, M. et al.(2003) “Fusion of bone–marrow–derived cells with Purkinje neurons, cardiomyocytes and hepatocytes.” *Nature*, 425: 968-973.

Hasta que el momento de la clausura llegue (si es que algún día lo hace) está claro que existen una serie de datos que envuelven el tema de la transdiferenciación que no coinciden y que no pueden ser obviados si se pretende analizar la controversia y menos aún, si en ellos se basan legislaciones que deciden con qué tipo de célula es legal o no investigar. Antes de todo esto tendrían que resolverse una serie de incógnitas y problemas asociados a estas células. De nuevo, es necesario establecer un protocolo para los procesos de transdiferenciación. Lo es no sólo biológicamente para intentar encontrar los mecanismos subyacentes, sino también terapéuticamente para las futuras terapias.

“The present expectation is that any stem cell can turn into any tissue given the appropriate conditions. This optimistic perspective may drive clinical studies prematurely, before we understand whether it involves reprogramming that can lead to other unpredictable cellular behaviors and whether it even occurs at sufficiently high frequency to be clinical useful¹³⁸”

Los experimentos de transdiferenciación se basaban en la hipótesis de que una célula madre podía adoptar, gracias al nicho donde se insertaba, el destino que éste le imponía. En otras palabras, si una célula madre hematopoyética era colocada en un nicho hepático éste la dotaba de todas las funciones propias de una célula hepática. Esto es, las características del nicho eran compartidas e indispensables para las células madre (Watt, & Hogan, 2000).

“Adult or somatic stem cells generally have limited function without the niche. A case point is the haemopoietic stem cell (HS) cell, which regenerates the entire blood and immune system, and makes copies of itself after limit-dilution transplantation. HS cells circulate freely, but seem to have little function outside specific anatomic locations. It is specific cues from specific sites that allow stem cells to persist and to change in number and fate¹³⁹”

¹³⁸ Anderson, D. et al. (2001) “Can stem cell cross lineage boundaries?” *Nature Medicine*, 7: 303 - 395.

¹³⁹ Scadden, D. (2006) “The stem-cell niche as an entity of action” *Nature*, 441: 1075-1079.

Recientes experimentos han mostrado que la complejidad de las células madre y sus nichos supera lo esperado. Parece ser que una célula fuera de su nicho no se comporta como podrían esperar los científicos. Las células aun fuera de su nicho retienen las características del mismo (Merkle et al. 2007). El experimento se realizó con células madre neurales de ratón. En él se probó que existía un factor intrínseco que gobernaba el destino de estas células que mostraban características de su posición original¹⁴⁰. Estas células retenían la memoria de las regiones de origen aun cuando eran cultivadas sin las claves de su entorno. La extraordinaria complejidad de las células madre adultas y su entorno ha sido puesta de manifiesto recientemente (Sangiorgi & Capecchi, 2008) Estos científicos en un intento de probar in vivo la autorrenovación y potencia de las células madre adultas estudiaron la función del gen *Bmil* (gen que se sabe que está implicado en la autorrenovación de células neurales y hematopoyéticas) en células madre intestinales. Para sorpresa de los investigadores se encontraron con que aun cuando habían extirpado estas células madre, el intestino seguía renovándose lo que les llevó a la conclusión de que no existe una sola célula madre encargada de la homeostasis de un órgano, sino que son más de un conjunto de células madre las encargadas de dichas funciones.

Todo esto nos lleva a reflexionar acerca de los experimentos de transdiferenciación que existen. Los datos parecen ser contradictorios, ¿existió realmente transdiferenciación? ¿Qué hacemos con todos los resultados de estos estudios? Teniendo en mente que actualmente los métodos y protocolos de diferenciación están aún en su infancia y descartando el fraude científico no debe obviarse el problema de la replicación de los experimentos en el campo de las células madre. Otra característica y problema que se aúna a los existentes en esta controversia.

“So, is there a future in plastics? In aggregate, these new findings reiterate the necessity for scientific rigour in evaluating data from somatic stem cell plasticity experiments. It is important to bear in mind that many of more celebrated

¹⁴⁰ Merkle, F.T et al. (2007) “Mosaic organization of neural stem cells in the adult brain” *Science*, 317 (5836): 381-384.

examples of transdifferentiation have been carried out with enriched but not pure populations of tissue-specific stem cells. In these instances, heterogeneity of the population under study may account for the results obtained¹⁴¹”

4.1.1 El problema de la replicación.

La replicación de experimentos ha sido considerada como un arma muy valiosa no sólo para los científicos, sino también para los filósofos de la ciencia que la han considerado como una garantía de ciencia bien hecha. Mediante ella se pretende no sólo evitar sino también disuadir a aquellos tentados de caer en conductas sospechosas y mala praxis¹⁴².

Esto se complica (la replicación) cuando estamos sumergidos en una nueva disciplina donde no se han establecido con precisión los protocolos a seguir. En este punto, la barrera entre error y fraude se disuelve y sólo se salva por la intencionalidad de los investigadores implicados. No obstante, de la replicación dependen varias cosas, entre ellas la más importante mantener la fe en los resultados publicados.

“The demonstration that brain can be turned into blood (Bjorson et al. 1999) could not be replicated by Derek van der Kooy and colleagues (University of Toronto Canada) (...) As a result, says van der Kooy: “I’ve completely reversed my view of what I thought was a very convincing piece of data¹⁴³”

Algo similar ha ocurrido con los resultados de las *MAPC* que habían sido obtenidos por Catherine Verfaillie en 2002 publicados en *Nature*. En él, se afirmaba que estas células podían contribuir a todos los tipos celulares. No obstante, cuando se intentó replicar este experimento los científicos se encontraron que las células no trabajaban como se esperaba, incluso cuando provenían del laboratorio de Verfaillie. A raíz de esto, la investigadora principal se vio obligada a cambiar

¹⁴¹ Hawley R. & Sobiesky D. (2002) “Somatic stem cell plasticity: to be or not to be...” *Stem Cells*, 20: 195-197.

¹⁴² Desde el infame caso del doctor Hwang Hoo-Suk, para que un paper con una nueva técnica sea publicado debe haber sido probado por dos laboratorios independientes como sucedió con las *iPS*.

¹⁴³ Wells, W. (2002) “Is transdifferentiation in trouble?” *The Journal of Cell Biology*, 157 (1): 15-18.

detalles de los métodos de cultivo, al ser ella misma incapaz de aislar de nuevo las *MAPC*.

La historia no concluye aquí. La revista *New Scientist* a raíz de las dificultades con las que se encontraban aquellos que intentaban lidiar con la derivación de las células decidió investigar a fondo el artículo de *Nature* (Aldhous, 2007) encontrando información duplicada en dos artículos de Verfaillie.

“The results proved hard to repeat, and far more than six months from late 2003 even Verfaillie’s own group was unable to isolate cells. When *New Scientist* looked more closely, we found that six plots from *Nature* paper and its supplementary information were duplicated in a second paper, published at about the same time in *Experimental Haematology* (vol 30, p. 896), even though they were supposed to refer to different cells, taken from different mice. The plots described “marker” molecules on the surface of the cells, supposedly characteristic of MAPCs.¹⁴⁴”

Posteriormente, Verfaillie reconoció haber duplicado esa información, con todo, según ella y la revista *Nature* esa replicación no dañaba la conclusión a la que habían llegado en el artículo.

Una de las dificultades a las que todo investigador de células madre debe afrontar y que se relaciona con el porqué de que estos experimentos sean tan difíciles de replicar son las propiedades intrínsecas de las células madre. Un ejemplo: la troncalidad¹⁴⁵, un científico no puede asegurar que una célula lo es sólo mirándola por un microscopio. A menudo se usan anticuerpos que se unen a las proteínas que se encuentran en la superficie. No obstante, a veces estos resultados son ambiguos además de que no pueden replicarse. Otra opción sería hacer un seguimiento de las células una vez que han sido inyectadas para comprobar que realmente son pluripotentes, pero las dificultades técnicas de este procedimiento son evidentes. Una tercera posibilidad consistiría en reemplazar las bases del DNA de

¹⁴⁴ Aldhous, P. & Reich, S. (2007) “Flawed stem cell data withdrawn” *New Scientist*, 2591, 12.

¹⁴⁵Troncalidad o *stemness*: habilidad de la célula para generar otra como ella indiferenciada y otra diferenciada.

las *asc* con las de una molécula llamada BrdU que pudiese revelar la localización de la célula. No obstante, la propia Verfaillie encontró numerosos problemas con dicha técnica además de la posibilidad de que el BrdU pudiese ser asimilado por las células autóctonas (Aldhous, 2006).

“So perhaps it is not surprising that stem cell biologists often disagree about what they are seeing in their microscopes. Yet as excitement mounted about the versatility of adult stem cells, the healthy scepticism that would normally prevail seemed to fall by the wayside. “The scientific standards for publication appeared to get lower and lower as the magnitude of the claims made by those papers got higher and higher” says Sean Morrison, a stem cell researcher at the University of Michigan in Ann Arbor¹⁴⁶,”

La replicación es un problema más dentro del campo de las células madre. Entre los causantes de éste los más importantes serían:

- ❖ Restricciones para acceder a las células, ya sea por la legislación del país o porque diferentes preparados conducen a diferentes poblaciones celulares.
- ❖ Investigadores sin experiencia más centrados en publicar artículos impactantes que reales.
- ❖ Dificultades técnicas, en el cultivo, derivación, etc.

Es esencial para el avance del campo de las células madre establecer una metodología que incluya todos los detalles del protocolo de manejo de las células. Y que éstos se vean reflejados en publicaciones que servirán a otros científicos para replicar lo expuesto allí. Ahora bien, ¿es posible capturar en un artículo las directrices necesarias para replicar un experimento?

¹⁴⁶ Aldhous, P. (2006) “Stem cells, miracle postponed?” *New Scientist*, 2542: 42.

“A paper can never be a foolproof recipe for the replication of its results because this sort of information, which the chemist and philosopher Michael Polany called “tacit knowledge” can never be entirely captured in a scientific paper. It is thus not in principle possible to tell whether a failure to replicate is down to lack of this tacit knowledge or a flaw in the original result. In practice, researchers compensate by exchanging tips by e-mail and at conferences. Replication is a social phenomenon¹⁴⁷”

La dificultad de repetir algunos de los experimentos con células madre adultas nos ofrece una dimensión nueva dentro de la controversia. Es decir, es una problemática diferente a tener en cuenta cuando se analiza la controversia. Con todo, el grado de confrontación no ha sido causado por la mayoría de la comunidad científica. La misma Verfaillie se queja de que la gran repercusión del estudio de las *MAPC* no fue causado por su equipo, y es cierto que ella fue cauta en los resultados y su potencial terapéutico, sino que ha servido como arma de aquéllos que han atacado el estudio de las células madre embrionarias.

El tema es que se condena la investigación con *esc* dando una alternativa terapéutica, a saber, las *asc*. Basándose en artículos científicos que proclamaban la potencialidad de las células madre adultas se ha señalado la innecesariedad de investigar con las embrionarias. Los argumentos científicos respaldan una posición que la mayoría de las veces esconde un rechazo moral a investigar con las embrionarias. Todo este movimiento se ha visto respaldado por algunos científicos que han defendido a las células madre adultas en detrimento de las embrionarias. Tal es el caso de David Prentice.

David Prentice es un científico que trabaja con células madre adultas y se ha convertido en el abanderado de las mismas. Sus opiniones han sido muy valiosas para la política llevada en Estados Unidos sobre células madre, puesto que fue miembro del Comité Científico Asesor del presidente Bush así como del senador Samuel Brownback (uno de los más críticos hacia las *esc*) Además forma parte de *Do No Harm*¹⁴⁸ (coalición de americanos para una investigación ética) y *Family*

¹⁴⁷ Giles, J. (2006) “The trouble with replication” *Nature*, 442: 344-347.

¹⁴⁸ <http://www.stemcellresearch.org/>

*Research Council*¹⁴⁹ (defendiendo fe, familia y libertad). Prentice ha afirmado en varias ocasiones que las células madre adultas pueden curar más de 65 enfermedades mientras que las embrionarias ninguna, aunque se le olvide comentar que todas las enfermedades estaban relacionadas con enfermedades sanguíneas. Hecho que ya se sabía, que no por ello deja de ser valioso pero que tampoco demuestra que sean como células madre embrionarias.

“Hundreds of scientific studies over the last few years document that adult stem cells can repair diseased and damaged tissue. The contrast between adult stem cells and embryonic stem cells is the difference between live patients and dead mice. While the focus has been on ethically controversial embryonic stem cells, adult stem cells –which not involve the destruction of human lives– have quietly progressed in treating human patients¹⁵⁰”

Las afirmaciones de Prentice causan polémica y rechazo entre otros científicos puesto que está falseando los datos de las células madre adultas (Schwartz, R. 2006; Herold, E. 2006)

“In fact, adult stem cell treatments fully tested in all requirements phases of clinical trials and approved by the U.S Food and Drug Administration are available to treat only nine of the conditions on the Prentice list, not 65. in particular, allogeneic stem cell therapy has proven useful in treating haematological malignancies and in ameliorating the side effects of chemotherapy and radiation. Contrary to what Prentice implies, however, most of his cited treatments remain unproven and await clinical validation. Other claims, such as those for Parkinson’s untenable (...) A review of those references reveals that Prentice not only misrepresents existing adult stem cell treatments, but also frequently distorts the nature and content of the references he cites¹⁵¹”

¹⁴⁹ <http://www.frc.org/>

¹⁵⁰ Prentice, D. (2005) “Live patients & dead mice” *Chistianity Today*, 30/9.

¹⁵¹ Smith, S. et. Al. (2006) “Adult stem cells treatments for diseases?” *Science* 313: 439.

Recientemente Bodo-Eckelard Straner, director de cardiología de la universidad de Dusseldorf, afirmó en el periódico *Rheinische Post* que él y su equipo habían salvado la vida a un hombre de 64 años que sufría de una enfermedad coronaria grave. La noticia era que lo habían conseguido insertándole sus propias células madre derivadas de su médula ósea. No obstante, el resto de la comunidad científica no acogió la noticia con tanto entusiasmo como su autor, que reclamaba fondos para sus investigaciones¹⁵².

“Zeiber¹⁵³ would not say directly whether he believed Strauer’s comments in the press where politically motivated, but noted that Strauer supports an anti embryonic stem cell group called “Your Stem Cells Heal” and is quoted on the group’s Web site promoting adult stem cell therapy. “This tells you everything”, Zeiber said¹⁵⁴”

Una de las razones de que la controversia haya subido de intensidad es debida a que algunos científicos se han posicionado claramente en un bando de la misma. El resultado se traduce en datos malinterpretados y exacerbados. El peligro de todo esto es que se están aprobando leyes que prohíben investigar con *esc*. Y no se está siendo honesto en los motivos de dicha prohibición puesto que se basan en que se ha encontrado una alternativa (*asc*) cuando no es así. Esto no significa que deba subestimarse de qué son capaces las *asc*. Al contrario, es cierto que han curado más enfermedades que las embrionarias (aunque restringidas a su línea germinal), pero este hecho no legitima que se suelten datos engañosos disfrazados de claridad científica cuando la realidad resulta ser más opaca de lo que a todos y especialmente los pacientes potenciales, les gustaría.

A menudo, tras esta defensa a ultranza de las células madre adultas existen personas y grupos que están basando sus afirmaciones en juicios morales más que

¹⁵² No hay que olvidar que la política alemana de células madre es bastante restrictiva. Al igual que Estados Unidos, no se pueden investigar con células madre embrionarias derivadas después de enero de 2002. Veremos si el actual gobierno de Obama con un demócrata a la cabeza cambia la política que hasta el momento se ha mantenido.

¹⁵³ Andreas Zeiber es el director de cardiología de la universidad de Frankfurt.

¹⁵⁴ Stafford, N. (2007) “Scientists criticize adult stem cell claim” *The Scientist*, 24 de Septiembre.

científicos. Es decir, critican la investigación con células madre embrionarias por razones morales. Estas críticas, no provienen sólo de grupos de ciudadanos sino también de científicos que están en el campo de células madre. Es necesario por tanto, analizar los problemas ético-morales que salpican, mejor dicho empapan, la controversia de las células madre. Sólo así será posible intentar clarificar las razones e intereses subyacentes en dicha controversia.

4.2 Implicaciones ético-morales de la investigación con células madre embrionarias.

“I have found myself in a conflict between my philosophical convictions on the one hand and the desire to exploit pluripotent stem cells for research and clinical applications on the other. I have also found myself in the cross fire in the public debate between pro-ES and anti-ES cell camps”

Markus Grompe

El estatus moral del embrión ha dominado y está dominando la controversia de las células madre. Este estatus se discute en todas las esferas de la controversia y entre todos los actores involucrados en ella. De esta manera, como muy bien ejemplifica la cita del científico Markus Grompe, ellos se encuentran también en la tesitura de decidir si es ético investigar con embriones. La perspectiva que tengan de esta cuestión será relevante para el desarrollo de la disciplina, así como, para esta tesis doctoral.

El principal problema de la controversia de las células madre es justamente la discusión acerca de la eticidad o no de investigar con embriones. En estas discusiones es difícil llegar a un consenso porque en ellas subyacen nuestras creencias acerca de qué es un ser humano y cuándo comienza a serlo. Estas creencias a menudo vienen soportadas por religiones y en otras puede hablarse de problemas éticos sin creencias religiosas asociadas. En ambos casos, la dificultad de cambiarlas queda patente en la multitud de argumentos usados en ambos bandos (pro y anti- *esc*) y en la proliferación de bioéticos dedicados a dichos menesteres. Aunque, por muy impecables que resulten sus argumentos hay que tener en mente que sólo surtirán algún efecto entre personas afines a sus propias convicciones personales.

Las principales cuestiones éticas que se plantean en la investigación son:

- ↻ **Células madre y embriones.**
- ↻ **Distinción entre embrión sobrante y creado.**
- ↻ **Escasez de ovocitos.**
- ↻ **Clonación reproductiva vs clonación terapéutica.**

4.2.1 Células madre y embriones

La cuestión moral del embrión se encuentra fuertemente entrelazada con el tema del aborto (Wertz, 2002) Uno de los principales miedos es que las posibles terapias con células madre embrionarias encoraje a las mujeres a abortar. En otras palabras, que el ayudar a otros te libre de la culpa de deshacerte de un feto. El movimiento antiabortista es muy intenso en países como Estados Unidos donde existe un movimiento análogo contrario a la investigación con células madre. Se puede hablar de una mutación de los movimientos antiabortistas hacia los detractores de las células madre embrionarias.

“The ABAC states that its concern includes “stem cell research, cloning, reproductive technologies, euthanasia, genetics, eugenics and personhood” But this does not mean that the ALL has abandoned its anti-abortion platform –far from it. Though ABAC, the American Life League’s anti-abortion agenda has simply been reinvented under the more modern rubric of bioethics, by advocating for the recognition of the embryo as a full-fledged human being. The ALL’s blend of tenaciousness and adaptability is a perfect example of a how a group that was considered beyond the political fringe 30 o 40 years has become a part of the national political establishment today¹⁵⁵”

La imbricación entre células madre embrionarias y aborto queda patente en movimientos provinda de otros países como España, en los que en sus páginas web

¹⁵⁵ Herold, E. (2006) *Stem Cell Wars*, New York, Palgrave Macmillan. P. 69. ABAC (American Bioethics Advisory Commission. ALL (American Life League) Esta última liderada por Judie Brown considerada la abuela de los movimientos provinda. El ALL mutó hasta convertirse en ABAC (un nombre mucho más contemporáneo) en respuesta a los avances científicos que se estaban produciendo, adaptarse o morir.

donde la línea entre investigar con células madre y aborto es tan fina que llega a difuminarse¹⁵⁶.

El problema con las *esc* podría desaparecer si fuera técnicamente posible producir estas células, o bien sin necesidad de destruir los embriones, o bien encontrando su equivalente en otras células. La comunidad científica se ha centrado en ambas estrategias y los detractores han hecho hincapié en la segunda. Y es que, en la opinión que nos merece un embrión subyacen cuestiones metafísicas acerca de cuándo comienza la vida humana. ¿Tiene un embrión el mismo valor que una persona?

Las consecuencias de la respuesta a la pregunta anterior nos darán la clave de las principales orientaciones en torno a la investigación. Si se identifica al embrión con una realidad personal no será admisible su utilización bajo ningún concepto puesto que como reza la máxima kantiana: “trata a las personas siempre como un fin y nunca como un medio”. La investigación con embriones se hace éticamente inadmisibles y la investigación imposible. Pueden diferenciarse tres posicionamientos en relación al embrión (tabla 4.6)

¹⁵⁶ <http://www.provida.es/> Aunque esta página está dedicada principalmente al tema del aborto existe un enlace a una sección titulada “todos fuimos embriones”. Y es que, si desde el inicio de la concepción ya es un bebé ¿cómo legalizar una práctica que destruye estos embriones? La relación queda al descubierto y se criminaliza la investigación científica.

La investigación con células madre: análisis multifactorial de una controversia

Posición	Argumentos	Actitud hacia la investigación	Problemas
<p>1. El embrión es un ser personal. Es un fin en sí mismo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Principio zigótico: en el momento de la fecundación se inicia un sistema biológico. * Preformismo: el óvulo fecundado es un homínulo en miniatura. * Potencialidad: un embrión es un ser humano en potencia aunque no lo sea en acto. 	<p>*Oposición radical a toda investigación que implique la utilización de embriones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Molas hidatiformes: si todo lo que es fruto de la fecundación es personal, también estos tumores. * Gemelos, siameses o quimerismo: desafían la individualidad * Diferencia entre factores internos: constitución genética y externos: intencionalidad.
<p>2. El embrión es equivalente a cualquier otro conjunto de células del cuerpo humano.</p>	<ul style="list-style-type: none"> *Epigenetista: el ser humano no se constituye en el momento de la fecundación. Es un proceso emergente. 	<p>*Permisiva aunque con protocolos y regularización.</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Pendiente resbaladiza. Dónde situar la frontera de cuándo el embrión se puede considerar un ser humano.
<p>3. Diferencia entre embrión creado y sobrante.</p>	<ul style="list-style-type: none"> *Es lícito investigar con sobrantes, pero inmoral crear para destruirlos. *Potencialidad: los sobrantes iban a ser destruidos. Daña su valor. 	<p>*Permisiva sólo con los embriones sobrantes de tratamientos de FIV.</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Sólo atienden a los factores externos: la intencionalidad.

Tabla 4.6. Diferentes actitudes ante la investigación con *esc*

Una línea de argumentación interesante es aquella que defienden algunos bioéticos como J. Savulescu (Savulescu, 2002). Según este profesor de Oxford aunque todos estuviésemos de acuerdo con la posición 1, aún así, deberíamos aceptar que se investigara con estos embriones basándonos en la noción de riesgo reducido. Es decir, en ocasiones es legítimo matar a una persona para salvar a otra o para reducir el riesgo de morir todos.

“Society accepts some instances of killing an innocent to save others. Well known examples are multifoetal reduction, foetal craniotomy and other examples when the foetus must be killed to save the pregnant woman’s life. Recently, this principle has been extended to killing infants after birth in the UK conjoined twins case.

The clearest example of justified killing is when all people would die but if one person is killed the others will survive and have an equal chance to survive. But killing is not only the benefit to those who are certain to die, but also to those at risk of dying¹⁵⁷”

Esta idea será retomada en esta tesis doctoral en relación a otros dilemas morales a los que debemos de enfrentarnos los seres humanos.

4.2.2 La distinción entre embriones creados y embriones descartados.

La distinción entre un embrión creado y descartado (este último es el que ya no está inserto en un proyecto parental) está presente en muchas legislaciones, entre ellas la española. Es un término medio en el que muchas personas se encuentran a gusto. No es inmoral investigar con un embrión que va a ser destruido de todas formas, pero sí crear uno para la investigación y que por ende será destruido. El porqué de que esta posición sea adoptada por muchas personas es el resultado de sopesar los pros y contras de la investigación con *esc* (Devolver, 2005).

¹⁵⁷ Savulescu, J. (2002) “The embryonic stem cell lottery and the cannibalization of human beings.” *Bioethics*; 16 (6): 509-529.

Entre los pros de la investigación con embriones sobrantes se cuentan:

- ❖ Principio de no maleficencia y beneficencia: hay que evitar dañar a otros, así como beneficiar a los demás.
- ❖ Proporcionalidad: sólo es lícito investigar con embriones a la luz de grandes propósitos. En este caso, ayudar a aquéllos que tienen graves problemas de salud (pesa más este beneficio que el daño de destruir un embrión congelado)
- ❖ Sólo es lícito investigar con *esc* si no existe otra alternativa. Por tanto, si las *iPS* y/o las *asc* demuestran que son pluripotentes se rechazaría la investigación con *esc*. No aceptamos la investigación con *esc per se*, sino porque no queda otro remedio.
- ❖ Debido a que los embriones van a ser destruidos de todos modos se pueden donar para la investigación.

Por su parte, algunos contras de la creación *ex profeso* de embriones serían:

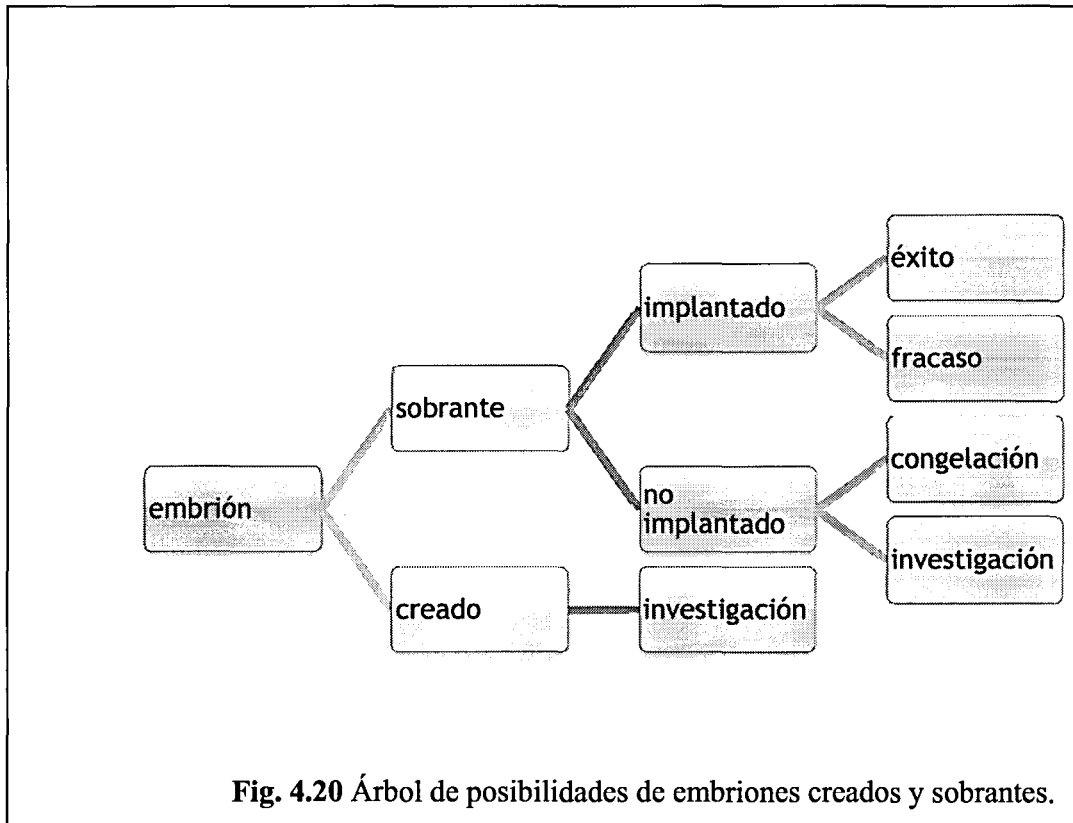
- ❖ Crear un embrión supone la instrumentalización del mismo. Es diferente en el caso de los descartados puesto que ellos son un medio para aliviar el sufrimiento humano.
- ❖ Va en contra de la intuición ética de que el acto de crear un embrión para la reproducción es respetuosa con el estatus moral del embrión, pero crearlo con el fin de destruirlo no.

No obstante, los que se encuentran a favor de la investigación con *esc* procedente de embriones sobrantes no pueden pensar que un embrión es equivalente a un ser humano puesto que si así fuera no se prestarían a aceptar ningún tipo de investigación. Por tanto, hay algo más que hace que sea posible sustentar esta distinción.

Los defensores de tal posición argumentan que la creación de embriones inserta en un proyecto parental es respetuosa con el valor simbólico del embrión. Este valor quedaría mermado si se crearan indiscriminadamente para investigar con ellos. El valor de un embrión lo otorga la potencialidad de ser en algún momento un

futuro bebé. Es el caso de los embriones sobrantes, que en algún momento tuvieron la posibilidad de ser seres humanos.

En el caso de los creados esta posibilidad nunca será real siendo su única potencialidad la destrucción y por ende la desaparición. Ciertamente, en el árbol de posibilidades con las que cuenta un embrión creado nunca se contempla la rama de la vida (fig. 4.20)



En este punto es necesario retomar la diferencia entre factores internos y externos en relación con el argumento de potencialidad. Aquéllos que defienden que es lícito investigar con embriones descartados pero no crearlos para el mismo propósito, sólo atienden a los factores externos. Es decir, sólo tienen en cuenta que en algún momento alguien quiso tener un hijo. Y es que, esta distinción sólo puede basarse en esos factores puesto que si atendemos a los internos no existe ninguna diferencia entre ambos tipos de embriones, puesto que cuentan con una misma

constitución biológica para desarrollarse y en último término en ambos la intención es destruirlos.

“Both spare and research embryos are deliberately created embryos, with equally intrinsic potential, which are not included in a parental project. They deserve some respect, but they can be used for beneficial purposes. As soon as we allow the destruction of embryos, it does not really matter in which way they are conceived.”¹⁵⁸,

4.2.3 La escasez de ovocitos.

En el debate ético generado por la utilización de *esc* y en la ingente cantidad de información que ha generado, el uso indiscriminado de óvulos que supondría la investigación no es el tema estrella. Es más, éste al igual que otros problemas éticos quedan ensombrecidos a la luz del problema moral que supone la investigación con células madre. No obstante, en mi opinión este es un problema ético que no debe subestimarse. Al contrario, es uno de los más importantes a los que debe hacer frente la investigación con células madre embrionarias.

El fraude que protagonizó el coreano Hwang Hoo-Suk destapó, entre otras cosas, la enorme cantidad de ovocitos que requirió para su investigación que a la postre resultaron ser falsas. Estos óvulos fueron obtenidos de ayudantes y becarias coaccionadas para tal propósito. Las cifras rondaron entre 242 óvulos en el papel; la realidad resultó ser escalofriante: se utilizaron unos 2000 óvulos en el intento de conseguir células madre mediante el procedimiento de clonación terapéutica. Esto crea una incógnita, ¿cuántos ovocitos serán necesarios para perfeccionar esta técnica?

El tema de la inocuidad de la estimulación ovárica necesaria para que la mujer produzca más de un óvulo, no está exenta de controversia. Para que el cuerpo de una mujer produzca este excedente de óvulos implica un proceso de supresión e hiperestimulación mediante potentes hormonas. Algunos estudios afirman que los

¹⁵⁸ Devolver K. (2005) “Human embryonic stem cell research: Why the discarded-created-distinction cannot be based on the potentially argument.” *Bioethics*; 19:167-185

procedimientos y los fármacos empleados no son tan seguros como deberían serlo. (Delvigne, & Rozenberg)

“Currently, there is no review mechanism in place to ensure that women are adequately informed about the risks of severe hyperstimulation-which may lead to such conditions as thromboembolic disease, cardiorespiratory dysfunction, or serious impairment of liver or renal function- and that they consent to undergo ovarian stimulation voluntarily. Within the United States, research on IVF has been carried out with private funds and without public oversight because of the legal ban on using general funds for embryo research. Institutional review boards are rarely asked to review IVF research protocols, the Food and Drug Administration does not regulate research in this area, and careful clinical trials of IVF and related reproductive technologies have not been uniformly developed (...) Consequently, IVF has gradually moved from the experimental stages into practice without public oversight or regulation¹⁵⁹.”

Algunas mujeres que se han sometido a tratamientos de fertilidad sufren el denominado OHSS (síndrome de hiperestimulación ovárica) caracterizado por náuseas, infertilidad, fallo orgánico e incluso la muerte. Algunos estudios incluso sugieren que estos tratamientos pueden ocasionar algún tipo de cáncer como el de mama. No obstante, hay que ser cauteloso puesto que puede ser la infertilidad, no los medicamentos de fertilización, el causante del cáncer (Pearson, 2006).

El debate ético en torno a la escasez de ovocitos es en mi opinión de extrema importancia. Indudablemente, no se puede igualar el riesgo de una mujer que se somete a estos tratamientos para ser madre, que aquella que lo hace para la investigación científica¹⁶⁰. Una salida a este cuello de botella sería la creación de

¹⁵⁹ Cohen. C (2000) “Use of “excess” human embryos for stem cell research: protecting women’s rights and health”. *Women’s health issues* ; 10:121-126

¹⁶⁰ Es curioso observar cómo las universidades se llenan de panfletos que reclaman la donación de óvulos a universitarias bajo el lema: “dónalos, los tienes a millones” en un tono de total ausencia de peligro y sin advertir de las posibles complicaciones que pueden surgir. En ocasiones cuando una

óvulos procedentes de células madre embrionarias. La diferenciación de las *esc* en ovocitos proporcionaría una fuente valiosa de los mismos.

Otra posibilidad reside en utilizar ovocitos de otras especies animales¹⁶¹.

Entre las posibles reticencias a aceptar los óvulos de otras especies se cuentan:

- i. Transgrede la línea entre animal y humano.
- ii. Puede contaminarse con el DNA mitocondrial foráneo
- iii. Puede caer en una pendiente resbaladiza pasando de la clonación terapéutica a usos reproductivos.

La primera objeción retoma la problemática del quimerismo entre especies. Asimismo, existe una clara relación con iii. No obstante, esta opción solventaría el debate acerca del estatuto ético del embrión, el embrión no podría considerarse propiamente humano. Los problemas morales se esfuman ya que al destruirlo no se estaría violando ningún derecho humano fundamental.

Respecto al problema planteado en ii, la cuestión se hace más peliaguda. Cuando un ovocito es enucleado el DNA mitocondrial permanece intacto. Esto no es diferente cuando se utilizan óvulos de otras especies. Existe toda una discusión acerca de la función del DNAm (dna mitocondrial) y de su influencia en los organismos:

“This is by no means surprising, especially considering that most mtDNA encodes proteins required for the mitochondrial function of energy factories within the cell. And in fact, the majority of

mujer es estéril y recurre a una clínica para que la fertilicen, esta persona viene acompañada de una pariente, amiga, etc. que dona óvulos en compensación por el que le será implantado a la interesada (el embrión implantado no pertenecerá a la amiga) Otras veces, se recurre al altruismo de las mujeres para que donen sus óvulos (el caso de las universitarias y de cualquier otro colectivo femenino que de entre 18 y 35 años). En principio, esta donación debe ser altruista y no tiene ningún tipo de compensación económica. No obstante, es remunerada en calidad de molestias ocasionadas. Estas cantidades pueden oscilar entre los 500/900€ en España y más elevadas en países como EEUU o de la Unión Europea. El tema de la compensación económica es muy importante pues no sería deseable que los óvulos se convirtieran en una mercancía de compra y venta. Las técnicas como la de la clonación terapéutica o la creación ex profeso de embriones para investigación podrían hacer aumentar la demanda de óvulos más si cabe (de cada 100 mujeres que donan óvulos un promedio de 20/25 son aceptadas) Esto provoca que países en los que estas técnicas están permitidas recurran a otros países (Rumania e incluso España) para obtener sus óvulos. El caso de Rumania es preocupante puesto que por cada óvulo se pagan 150€, que es más que el jornal medio de una familia rumana en un mes. Rumania se está alzando con el monopolio de mercado de óvulos al que tachan de “buena calidad y a buen precio”

¹⁶¹ Recientemente este escenario se ha hecho real en Reino Unido.

deleterious mitochondrial mutations in humans are associated with brain disorders. Recent results in mice point to a significant role of mtDNA in cognition, a role played out in combination with the nuclear genome and, importantly, with age¹⁶²

No obstante, estos problemas sólo serían relevantes si estuviésemos hablando de clonación reproductiva. Para la extracción de las células madre embrionarias serían irrelevantes.

Sin duda, un tema que provoca gran rechazo en amplios sectores de ciudadanos, sectores políticos, científicos y religiosos es el tema de la clonación reproductiva. En parte, la mala fama con la que cuenta la investigación con *esc* es este lazo que intenta unir una técnica de células madre (clonación terapéutica) y la clonación. El miedo de la pendiente resbaladiza que asegura que una vez que se domine una la otra vendrá inexorablemente ha propiciado un rechazo hacia la creación de embriones terapéuticos. Ahora bien, ¿es realista el miedo a que se clonen seres humanos?

4.2.4 Clonación reproductiva vs clonación terapéutica.

Cuando hablamos de clonación rápidamente Dolly¹⁶³ entra en escena. Lejos de ser el primer clon, sí que fue el más famoso de ellos gracias a la cobertura que le ofrecieron los medios de comunicación. Clonada por Ian Wilmut y su equipo en 1996, la técnica no ha cambiado sustancialmente desde entonces y varios animales más han sido clonados¹⁶⁴.

Tras 10 años, es lógico pensar si la técnica será lo suficientemente depurada para que permita clonar a un ser humano. No obstante, el propio Wilmut admite las grandes limitaciones subyacentes y la gran ignorancia acerca de los mecanismos celulares inherentes al proceso de la clonación:

¹⁶² Testa, G & Harris, J. (2005) "Ethics and synthetic gametes" *Bioethics*; 19: 146-166.

¹⁶³ Aunque Dolly no fue un clon completo sino nuclear. El DNAm pertenecía a la oveja donante del óvulo.

¹⁶⁴ Puede conseguirse la lista completa así como, el porcentaje de éxito en el siguiente enlace: <http://www.roslin.ac.uk/public/webtablesGR.pdf>

“Cloning by present methods is very inefficient owing to the extraordinary demands placed on the oocyte cytoplasm in reprogramming a somatic nucleus rather than a sperm nucleus. The cumulative loss observed throughout development is assumed to reflect inappropriate expression of many genes whose harmful effect is exerted at different stages of development. These fundamental limitations to cloning are being addressed by analyses the underlying treatments to cause cells of one phenotype to “transdifferentiate” to another¹⁶⁵”

Un problema presente en la clonación se conoce como “*large offspring syndrome*”. Este síndrome presenta un fenotipo neonatal con anomalías respiratorias y metabólicas. Parece ser que esto es debido a una reprogramación inadecuada de la célula somática. La diferencia fundamental entre la clonación nuclear y la fertilización normal es que el núcleo de la primera proviene de una célula somática que no ha experimentado los eventos requeridos para producir un ovocito o esperma. Así, los genes en el núcleo somático no se encuentran en el mismo estado que los del óvulo fertilizado puesto que la transferencia nuclear acorta los complejos procesos de maduración de las células germinales. Estos procesos implican una reprogramación epigenética.

Durante la gametogénesis la reprogramación epigenética prepara al genoma de los dos gametos maduros de manera que sean capaces de activar el programa genético que asegure el desarrollo embrionario normal. Estos mecanismos no se controlan de una forma satisfactoria, hecho que se traduce en técnicas poco depuradas y en una tasa de éxito no tan alta como cabría esperar. Entre estos problemas destaco:

- ❖ Muchos clones mueren en la gestación.
- ❖ Existencia de anomalías entre animales clonados.
- ❖ Las anomalías se correlacionan con la expresión aberrante de genes mal reprogramados.
- ❖ La eficiencia de la clonación depende en gran medida del estado de diferenciación de la célula del donante.

¹⁶⁵ Wilmut, I. et al. (2002) “Somatic cell nuclear transfer.” *Nature*, 419: 583-587.

Por tanto, un escenario donde se clonase sin dificultad seres humanos dista de lo que actualmente son capaces de hacer los científicos. La prohibición de la técnica de clonación terapéutica por miedo a que desemboque en la clonación reproductiva parece ser utópica puesto que aún queda mucho camino para dominar dicha técnica (si es que es posible algún día) y los impedimentos de que esto suceda son extraordinariamente complejos:

“In summary, all available evidence indicates that reproductive cloning, in contrast to normal development or in vitro fertilization, is limited by the fundamental biologic problems of epigenetic reprogramming of the donor nucleus. Specifically, prezygotic modifications that usually occur during gametogenesis are not corrected in the clones. This incomplete reprogramming may result in abnormal phenotypes, aberrant gene expression, and the death of most clones. Consequently, even the rare surviving clones are likely to have at least subtle abnormalities¹⁶⁶”

Son numerosas las voces que se oponen a la clonación terapéutica y que la identifican con la clonación reproductiva. Pero, ¿cómo pueden identificarse dos procedimientos cuyo fin es tan diferente? (fig. 4.21)

¹⁶⁶ Hoechedlinger, K. & Jaenisch, R. (2003) “Nuclear transplantation, embryonic stem cells, and the potential for cell therapy.” *The New England Journal of Medicine*, 339: 275-286.

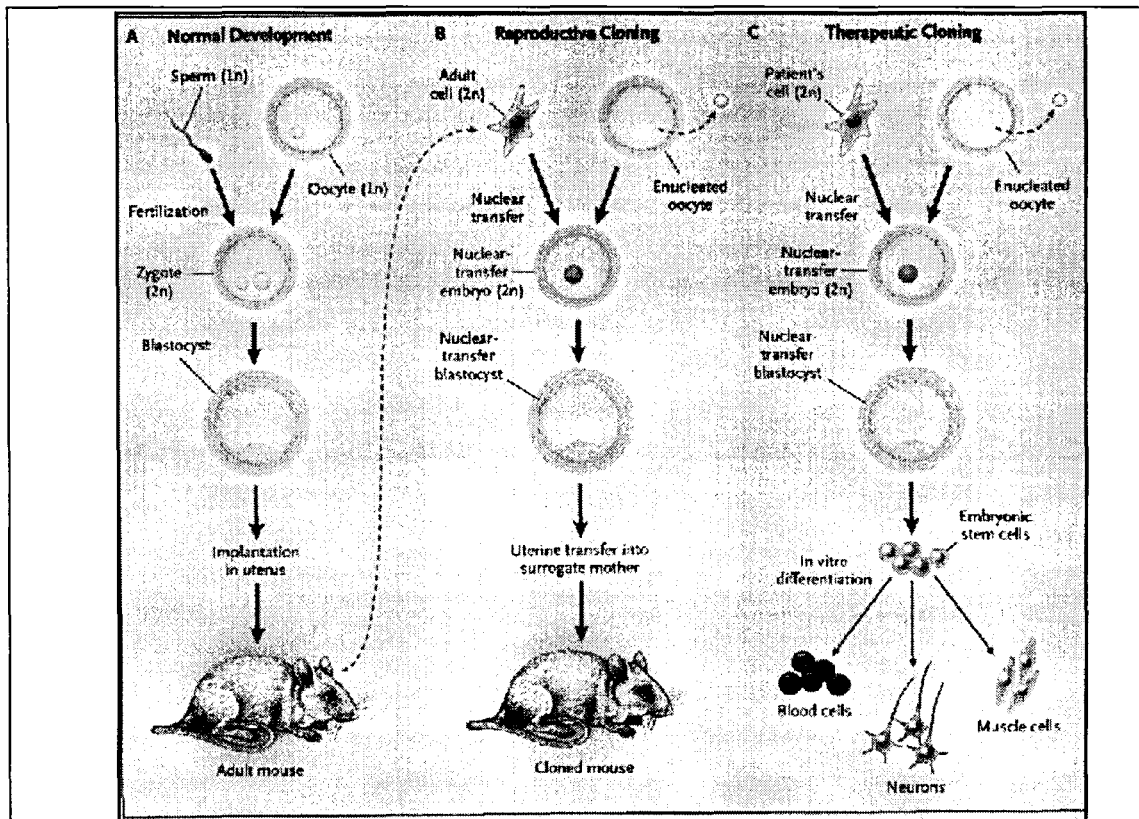


Fig. 4.21 Tres procedimientos diferentes que muchos detractores de la investigación con *esc* identifican: desarrollo normal, clonación terapéutica y clonación reproductiva. Fuente: *The New England Journal of medicine*

¿Puede la ciencia y el cada vez más amplio conocimiento del desarrollo embrionario ofrecer soluciones a los dilemas morales que ofrece la investigación con células madre?

Una solución que puede ofrecer la ciencia es encontrar fuentes alternativas de células madre embrionarias. En el informe del *National Council of Bioethics*¹⁶⁷ se presentan varias alternativas a la destrucción de embriones con el objetivo de conseguir células madre que no impliquen: “creación, destrucción o daño al embrión humano”

1. Células madre embrionarias obtenidas de embriones muertos, propuesta de Landry-Zucker. Las células serían equivalentes a los órganos donados de personas muertas cerebralmente. La muerte

¹⁶⁷ Puede descargarse el pdf en: <http://www.bioethics.gov>

orgánica del embrión vendría dada por la pérdida irreversible de la capacidad de continuar con la división celular, crecimiento y diferenciación. El cese de la división ha sido observado *in vitro* y parece ser que esto ocurre con una alta frecuencia después de un tratamiento de FIV. El porqué de ese paro parece ser debido a anomalías cromosómicas. Dentro de esos embriones pueden encontrarse blastómeros normales que pueden ser dedicados a la investigación. Landry-Zucker instan para que esos embriones sean declarados muertos y así pueda investigarse con ellos. No obstante, el grupo americano se plantea cuestiones éticas: ¿están realmente muertos esos embriones? ¿pone en peligro adicional al embrión? Y otras científicas: ¿querrán investigar los científicos con esos materiales si están financiadas con fondos federales¹⁶⁸?

2. Células madre pluripotentes extraídas de blastómeros de embriones vivos. Esta técnica consiste en la extracción de células cuando el embrión se encuentra en estado de mórula. Esta técnica se utiliza para detectar anomalías cromosómicas o PGD (diagnóstico genético preimplantatorio). Mediante ella puede saberse si un feto está sano antes de ser transferido al vientre materno. Para ello se analiza uno o dos blastómeros previamente extraídos de un embrión de 6 u 8 células. Strelchenko y su equipo han mostrado que las *esc* pueden derivarse de un embrión humano que contenga 8-24 células sin dañar al embrión. De nuevo las cuestiones éticas entran en escena: el PGD es inmoral puesto que descarta a embriones con enfermedades genéticas. Y si el blastómero tiene la capacidad de crear un ser humano puede ser éticamente cuestionable. Así como cuestiones científicas: ¿serán lo suficientemente buenas las células derivadas para que quiera investigarse con ellas?
3. Células madre pluripotentes derivadas de artefactos biológicos o alteración de transferencia nuclear. Hurlburt presenta esta posibilidad

¹⁶⁸ En mi opinión, rotundamente sí. Estas objeciones científicas forman parte de un lavado de intenciones pues el hilo y el pensamiento unitario de este grupo es en contra de la investigación con células madre embrionarias.

como salida al cuello de botella en el que se encuentra la investigación. Mediante ella se altera el núcleo de una célula somática antes de transferirla al ovocito. Esta alteración consiste en el silenciamiento de ciertos genes esenciales para el desarrollo de un embrión humano. Según Hurlburt esta entidad no es un embrión porque carece de las propiedades necesarias para serlo. Este producto sería equivalente a un teratoma ovárico y a las molas hidatiformes que aun siendo epigenéticamente anormales son productos naturales de la fertilización. Pero, ¿es éticamente admisible crear un embrión enfermo? Según el consejo de bioéticos del presidente Bush crear un genoma alterado aunque sea por una buena causa es moralmente y *estéticamente* ofensivo. Además de que puede caer en pendientes resbaladizas puesto que crearemos algo lo suficientemente humano como para servir de material biológico, pero no lo suficiente como para destruirlo y explotarlo.

4. Células madre vía partenogénesis: consiste en engañar bioquímicamente a un ovocito para hacerlo actuar como si hubiese sido fertilizado. Podemos adivinar sin mucho esfuerzo los contras: si en última instancia puede derivar en un embrión, ¿no estaremos matando un ser humano?
5. Dediferenciación de células somáticas. Estudio con *asc*. En este punto no se tiene ninguna oposición ética.

En el momento que apareció este informe, las *iPS* aún no habían sido creadas. Si dicho informe se volviese a redactar actualmente sin duda aparecerían como la primera opción alternativa a las células madre embrionarias.

4.3 La religión en la controversia de las células madre

“Religions have become central to the debate because they offer one consistent set of moral rules –yet religions differ sharply on this issue, with some permitting, some prohibiting, and some encouraging the research”

Laurie Zoloth

En la controversia de las células madre coexisten diferentes argumentos que transitan desde lo puramente científico hasta lo religioso. Aunque los científicos no desean que la cuestión se convierta en una lucha religión vs ciencia, quien ignora el enorme peso que están teniendo las creencias religiosas en el desarrollo, no sólo de la controversia sino también de la disciplina, simplemente está negando y se está perdiendo una parte muy importante de la disputa.

La controversia de las células madre ha revivido dos debates que cautivaron en su día la imaginación popular (Zoloth, 2006) recapitulando viejos argumentos en torno a la fe en la ciencia, progreso y tecnología. Por una parte, la investigación recoge todo el tema de la investigación genética y con ella todas las cuestiones de qué significa libertad, cuestiones de justicia... Y por otro, la discusión acerca de si un embrión debe tener las mismas consideraciones que un ser humano. Esto último retoma la cuestión de cuándo comienza la vida. Tema muy controvertido puesto que es muy difícil situar una barrera en el tiempo que dictamine cuándo hablamos de vida humana y cuándo no.

“Human eggs are alive (in that they are not inanimate objects and in that they are cells with the ability to divide). All eggs are potentially fertilizable. Brigid Hogan (2001) has noted that when “life begins” is a complex question –think of a blastocyst as origami paper, she argues, that needs a genetic signal to be folded correctly. This signal is one in a cascade of biological

events and could be one mark of human life. Conversely, one could point to other moments within the activity called fertilization in nineteenth-century terms- that is, the many moments in which the one-cell being differentiates and individuates¹⁶⁹,”

Es indudable que dados los diferentes argumentos éticos que revolotean en torno al estatuto moral del embrión parece imposible llegar a un consenso entre diferentes religiones con diferentes concepciones de cuándo comienza la vida humana. Indudablemente, las creencias religiosas están ejerciendo una fuerte influencia en el debate. Esto es fácilmente comprobable por la legislación de los países que sustentan la investigación y dónde es más permisiva en aquellos cuyas creencias religiosas no entran en conflicto con las investigaciones. Aunque no es la intención de esta tesis analizar la batalla ciencia vs religión, sí he considerado de vital importancia mostrar el impacto de la misma en los juicios morales que se realizan en la arena de la investigación con células madre.

No es tarea sencilla establecer una correlación causal entre diferentes religiones → diferentes legislaciones. Puede tacharse este análisis de simplista y que descuida otros factores. Por mi parte, considero que únicamente señalar el factor religioso en la controversia es ingenuo. Pero también lo es escudarse únicamente en cualquier otro factor (económico, político) y descuidar el factor religioso por considerarlo superado o poco relevante. A menudo, la religión mayoritaria de un país es quien facilita la investigación con células madre embrionarias, mientras que en otros es quien la está sabotando. Ahí va un ejemplo:

- ❖ Judaísmo: sostiene que es a los 40 días cuando comienza la vida humana. Esta creencia será traducida en legislaciones que apoyarán la investigación con *esc*. Así la única nación con una mayoría judía, Israel, ha sido bastante firme a la hora de apoyar la investigación con células madre embrionarias.

¹⁶⁹ Zoloth, L. (2006) “The ethics of human stem cell research: immortal cells, moral selves” En: Lanza, R. et. al. (eds) (2006) *Essentials of Stem Cell Biology*, Amsterdam etc. Elsevier Academic Press.

“Embryos can also be legitimate sources for stem cells extracted for purposes of research. During the first 40 days of gestation, in utero embryos (and fetuses) are only like “water”. They are “non-souled”, with only a liminal status¹⁷⁰”

- ❖ Islamismo: la vida no comienza hasta los 4 meses desde que una mujer queda embarazada. La investigación está permitida como quedó patente en el consejo realizado en Singapur acerca de la investigación con células madre:

“El comité de la Fatua establece que la opinión del Bioethics Advisory Comite sobre el uso de células troncales provenientes de embriones de menos de 14 días en la investigación, que beneficiará a la humanidad está permitida en el Islam. (Singapur Bioethics Advisory Comitte, 2002, G-3-71)¹⁷¹”

- ❖ Hinduísmo: aceptación de la investigación aun cuando es protectora con los embriones y fetos humanos a partir del momento de la concepción.
- ❖ Taoísmo: negación a cualquier investigación que resulte en la muerte de embriones, puesto que el taoísmo valora profundamente la vida.
- ❖ Budismo: permisividad de la investigación si la intencionalidad de la misma es la de encontrar remedios dirigidos a la curación de los seres humanos. Cualquier otra intencionalidad queda descartada como los intereses económicos. Incluso puede llegar a prohibirse si se atiende al principio de *ahimsa*, o no-daño el cual prohibiría causar muerte o daño alguno a cualquier criatura viviente.
- ❖ Cristianismo: varía dependiendo de quien se pronuncie por lo que no existe una opinión firme y estandarizada. Resumiendo podríamos

¹⁷⁰ Farrell, M. A (2006) “Stem cell research: religious considerations” en: Lanza, R. et. al. (eds) (2006) *Essentials of Stem Cell Biology*, Amsterdam etc. Elsevier Academic Press.

¹⁷¹ Walters, L. (2004) “Tradiciones religiosas e investigación con células troncales humanas.” En Casabona, C. (2004) *Investigación con células troncales*. Monografías Humanitats. Fundación Medicina y Humanidades médicas. Barcelona. P. 58

afirmar que la tradición cristiana reconoce que una vida humana comienza cuando un espermatozoide penetra en un óvulo. Aunque no siempre ha sido así. Fue a partir de 1869 cuando el Papa Pío IX sentenció que la vida humana comenzaba en el momento de la concepción. Hasta ese momento se seguía la doctrina de San Agustín quien pensaba que el alma entraba en el cuerpo del hombre a los 40 días y en el de la mujer a los 80.

El rechazo total hacia la investigación por parte del fallecido Juan Pablo II propició que en muchos países de religión cristiana se exigiera la prohibición de investigar con embriones humanos. Tal es el caso de Estados Unidos donde los católicos y los protestantes se han involucrado de forma muy activa en los intentos de prohibir o restringir el campo de la investigación con *esc*. En el caso de España el gobierno actual socialista ha permitido la experimentación con embriones sobrantes de tratamientos de FIV. También existe un fuerte rechazo por parte de la iglesia y por algunos sectores de partidos considerados más de derechas.

Como conclusión a este capítulo, he de señalar que las creencias religiosas acerca de cuándo comienza la vida humana no son las únicas que influyen en debates y prácticas científicas. Consideremos los Testigos de Jehová. De sobra es sabido que los miembros de esta religión no admiten las transfusiones sanguíneas. Esto se debe a que consideran la sangre de gran valor moral e incluso relacionada con la salvación de la vida. A partir de esta creencia es lógico pensar que rechazarán las transfusiones, pero su rechazo no se detiene ahí. En su página web no sólo condenan las transfusiones por sus creencias sino también por cuestiones médicas:

“Hasta 30 años atrás se dio el siguiente aviso a patólogos y al personal de los bancos de sangre: “¡La sangre es dinamita! Puede hacer mucho bien o mucho mal. La mortalidad por transfusiones de sangre equivale a la ocasionada por el éter anestésico o la

apendicetomía. Se dice que por cada 1.000 a 3.000 o posiblemente 5.000 transfusiones hay aproximadamente una muerte. En el área de Londres se ha informado una muerte por cada 13.000 botellas de sangre transfundidas” (New York State Journal of Medicine, 15 de enero de 1960). ¿Se han eliminado desde entonces los peligros, de modo que ahora se pueda transfundir sin riesgos la sangre? Francamente, cada año centenares de miles de personas experimentan reacciones adversas a las transfusiones de sangre, y muchas personas mueren. Lo ya dicho quizás le haga pensar en las enfermedades que la sangre transmite. Antes de examinar ese aspecto, considere ciertos riesgos menos conocidos ¹⁷².”

Hay que pensar en esas personas pertenecientes a los testigos de Jehová que no admiten transfusiones sanguíneas. ¿Qué debe hacer el médico? Según la web de los Testigos, gracias a sus prohibiciones religiosas se están consiguiendo alternativas de calidad a las transfusiones sanguíneas:

“Aunque ha habido casos frecuentes de cirujanos que han rehusado tratar a los Testigos porque les ha parecido que la posición de estos sobre el uso de los productos sanguíneos “le ataba las manos al médico”, actualmente muchos médicos han optado por considerar que la situación es sólo una complicación adicional que pone a prueba su destreza. Puesto que los Testigos no se oponen a los fluidos de reemplazo de naturaleza coloidal o cristaloides, ni al electrocauterio, la anestesia hipotensiva ni la hipotermia, estos métodos se han empleado con buen éxito. Las aplicaciones actuales y futuras de hetastarch, inyecciones intravenosas de dosis grandes de dextrán de hierro, y el “escalpelo sónico”son prometedoras, y no hay oposición religiosa a su uso. Además, si cierto sustitutivo sanguíneo tratado con flúor (Fluosol-DA), que ha sido perfeccionado

¹⁷² Extraído de la web principal de los testigos de Jehová:
http://www.watchtower.org/s/hb/index.htm?article=article_06.htm Entre otras cosas que puede perjudicar una transfusión está dañarte el hígado, virus del sida, etc.

recientemente, resulta libre de peligro y eficaz, su uso no está en conflicto con las creencias de los Testigos.¹⁷³”

Lo relevante del caso de los Testigos como el de las células madre embrionarias es que en ambos se está condenando una técnica por cuestiones religiosas, en ambos se utilizan argumentos científicos para desacreditar técnicas que no son aceptadas y en ambos se están potenciando otras investigaciones que den solución y sirvan de sustitutivo a lo que se prohíbe. Y en ambos, los abanderados son los grupos de personas a los que les unen no sólo unas creencias, sino unos valores que les determinan a la hora de elegir o posicionarse ante dilemas que atacan a sus creencias más profundas.

¹⁷³ http://www.watchtower.org/s/hb/index.htm?article=article_06.htm

4.4 Factores económicos y políticos en la investigación con células madre.

“Future regulations of embryonic stem cell research will be influenced more by economics interests and cultural history than by ethical concerns”

Steven Pompe

Las posibles aplicaciones de las *esc* han captado la imaginación del público y de los científicos. A su vez, es obvio el aumento de interés comercial en nuevos resultados científicos de compañías privadas pero también de instituciones públicas. El interés económico generado es un hecho. WiCell, ACT, Geron... y una larga lista de empresas están invirtiendo un capital desorbitante para explotar un campo con una demanda asegurada: la salud humana. Asimismo, el número de empresas públicas dedicadas a la biotecnología ha ascendido al doble con unas ganancias de 40 millones de dólares. La mayoría de las empresas biotecnológicas se dedican a la salud.

Table 1 Top ten initial public offerings of 2005

	Date completed	Amount raised (\$ millions)	Lead investor	Development status	Indication	Location
Ipsen Group	12/7	200	Goldman Sachs	Market	Cancer; infectious; inflammation	Paris
Coley Pharmaceutical Group	8/10	110	Merrill Lynch	Phase 3	Infectious	Wellesley, MA, USA
Arpida	5/4	81	Deutsche Bank	Phase 3	Gene/cell therapy; hematology	Muncheinstein, Switzerland
Intercell	2/25	69	Goldman Sachs	Phase 3	Cardiovascular; inflammation; ophthalmic	Vienna
ViaCell	1/21	60	CS First Boston	Phase 2	Drug delivery	Cambridge, MA, USA
Genomic Health	9/28	60	JP Morgan	Market	Autoimmune; cancer; inflammation	Redwood City, CA, USA
Jerini	10/31	60	CS First Boston	Phase 3	Dermatology	Berlin
XenoPort	6/2	53	Morgan Stanley	Phase 3	Cancer	Santa Clara, CA, USA
CombinatoRx	11/9	48	SG Cowen	Phase 2	Genitourinary	Boston
Nucryst Pharmaceuticals	12/22	45	Jeffries	Phase 2	Hematology; neurology; cardiovascular	Wakefield, MA, USA

Data is matched to the definition of biotech defined in the methodology section of this article. Source: BioCentury

ViaCell es una de las empresas biotecnológicas dedicadas a la investigación con células madre y a su aplicación para curar el cáncer, infartos y diabetes¹⁷⁴. Esta compañía trabaja con *asc* procedentes del cordón umbilical. Asimismo, ViaCell comercializa *Via Cord*, un producto para la preservación del cordón umbilical dentro de su propia Unidad de Salud Reproductiva. Asimismo, está intentado comercializar una técnica para preservar óvulos sin fecundar para aumentar las posibilidades de la reproducción femenina, el producto en cuestión se denomina ViaCyte.

Cuadro 5. Muestra de las principales empresas biotecnológicas. Fuente: *Nature Biotechnology*.

Echando un vistazo a los números que se barajan en la investigación con células madre se recaban estos datos:

- ✦ En el informe de ACT¹⁷⁵ el presupuesto de la compañía superaba los 16,5 millones de dólares.

¹⁷⁴ Haciendo unos pocos de números: cada año mueren en un país como Estados Unidos mueren 70 millones de personas por enfermedades cardiacas, 18 por diabetes y 10 por el cáncer. Es fácil adivinar los ingresos astronómicos que se derivarán si alguien consigue una terapia eficaz para todas estas enfermedades.

¹⁷⁵ En este informe ACT explica de forma clara y sencilla qué objetivos tiene su empresa, las ganancias, los científicos que trabajan, las patentes de las que disponen, etc. Puede conseguirse un ejemplar en: <http://www.advancedcell.com>

- ✚ El Estado de New Jersey ha propuesto 230 millones de dólares que irán a parar *Stem Cell Research Funding*, fundación dedicada a recabar financiación para la investigación con células madre embrionarias.
- ✚ Connecticut invertirá 100 millones de dólares para la investigación con células madre adultas.

Los fondos privados también dejan jugosas cantidades de dinero en las empresas biotecnológicas:

- ✚ Star Foundation donó 50 millones de dólares para el *hesc research* en New York
- ✚ 100 millones de dólares donó una fundación privada a *Harvard University Stem Cell Institute*.
- ✚ La Universidad de California donó 20 millones de dólares al *Institute for Stem Cell Biology and Medicine*.
- ✚ La Universidad de Stanford donó 120 millones de dólares al *Institute for Stem Cell Biology and Medicine*.

Las fundaciones de individuos afectados con alguna enfermedad con posibilidades de curación como Michael J. Fox también recaudan cuantiosas cantidades de dinero.

No obstante, no sólo en Estados Unidos se hace una fuerte inversión en células madre:

- ✚ Reino Unido tiene un presupuesto de 175 millones de euros dedicados a la investigación con células madre.
- ✚ El centro de células madre de Australia tiene un presupuesto de 43,55 millones de dólares.
- ✚ Corea del Sur 11 millones. No hay que olvidar que Hwang Hoo Suk recibió 32 millones de euros para continuar con sus ensayos. De esos 32 millones, 30 procedían de fondos públicos gubernamentales.

- ✚ Científicos chinos anunciaron en 1998 que habían aislado y cultivado *esc* humanas. Esas investigaciones contaron con un presupuesto de 272 millones de dólares.
- ✚ Japón por su parte tiene una inversión de 45 millones en investigación con células madre.
- ✚ Por su parte, en España el Centro de Medicina Regenerativa de Barcelona (CMRB) que tiene como objetivo convertirse en unos de los líderes mundiales en estudio sobre células madre embrionarias, no en vano su director es Juan Carlos Izpisúa uno de los investigadores más importantes en el campo de células madre embrionarias, tiene un presupuesto de 18 millones de euros de los que la mitad procederán del estado y la otra mitad de la Generalitat. A este presupuesto habrá que añadirle los fondos que cada uno consiga procedente de fundaciones privadas. El presidente Zapatero está apostando fuerte por esta investigación a la que ha dedicado el 30% del presupuesto anual. Así el presupuesto del Instituto Carlos III para el 2005 fue de 21 millones de euros para investigación. No debemos olvidar que el actual ministro de Sanidad, Bernat Soria, fue nombrado director de Cabimer (Centro Andaluz de Biología Molecular Medicina Regenerativa) y que fue Andalucía la primera que legisló en la investigación con células madre. Entre infraestructuras y material tecnológico se ha invertido más de 18 millones de euros.

Otra fuente muy importante de dinero en la investigación lo protagonizan las patentes¹⁷⁶.

Thomson generó una patente que en principio era propiedad de Wisconsin Alumni Research Foundation (WARF). A su vez, Wilmut patentó la técnica de transferencia nuclear que actualmente pertenece a Geron. WARF está asociada a WiCell y Geron. Estos gigantes permiten a otras instituciones o firmas usar estas patentes mediante MTA (*materials transfer agreement*) MTA hace pagar a los investigadores inicialmente y, a la postre, les prohíbe la investigación basada en el

¹⁷⁶ Puede encontrarse una lista completa de las patentes en: Taymor K. et al.(2006) "The paths around stem cell intellectual property." *Nature biotechnology* ; 24: 411-414.

interés comercial sin una licencia adicional. Además de que éstas beneficiarán a la propia WiCell, WARF y Geron.

Las dos patentes de Thomson expiran en el 2015. Geron que financió su trabajo tiene una licencia exclusiva para usarlas en 3 importantes áreas de diagnóstico: el uso de líneas embrionarias para producir líneas celulares neurales, cardíacas y células productoras de insulina. De esta manera, cualquier investigación que se encuentre interesada en alguna de las aplicaciones antes mencionadas debe pedir permiso a Geron.

La patente de Thomson¹⁷⁷ incluye las características que definen a una línea de célula madre y el proceso para producirlas.

Entre las características que definen una línea celular se incluye:

- ↻ Proliferación in vitro durante al menos 1 año
- ↻ Mantenimiento de un cariotipo estable
- ↻ Tener potencialidad para diferenciarse en las tres capas germinales
- ↻ No diferenciarse cuando se cultivan en alimentadores de fibroblasto.

En el proceso para crearlas:

- ↻ Crecimiento de un embrión humano hasta el estadio de blastocisto
- ↻ Extracción de las células de la masa celular interna
- ↻ Colocación en fibroblastos embrionarios
- ↻ Disociación de la masa celular
- ↻ Colocación de las células en capas de células embrionarias
- ↻ Selección de células con morfología compacta
- ↻ Cultivo de las colonias seleccionadas para obtener la línea celular.

La patente de Wilmut fue asignada al instituto Roslin y transferida a Geron. Ésta expira en el 2016 y, aunque dicha patente se refiere a los procesos de

¹⁷⁷ En 2007 UPSTO (US Patent and Trademark Office) reexaminó las patentes de Thomson procediendo a un primer rechazo de las mismas. Esta reexaminación procedía de las quejas de la restricción que suponía para la investigación con células madre. Actualmente, la caza de la patente de las iPS se encuentra entre Yamanaka y Thomson.

transferencia nuclear con animales, las técnicas patentadas son las mismas que se utilizan para obtener células madre embrionarias derivadas de clonación terapéutica. Esta patente supone un obstáculo tan importante como las prohibiciones que impiden investigar con *esc*.

La búsqueda de medios alternativos puede eludir el paso por caja que exigen estas patentes. Algunas soluciones podrían ser¹⁷⁸:

Partenogénesis: activación del óvulo sin fertilización. Las células obtenidas no provendrían de un embrión.

Biopsia del embrión: se extraen dos blastómeros y la mórula continúa siendo viable¹⁷⁹.

Fusión celular: los elementos citoplasmáticos son capaces de reprogramar las células por lo que se fusionan 12 o más *esc* creándose así nuevas líneas celulares.

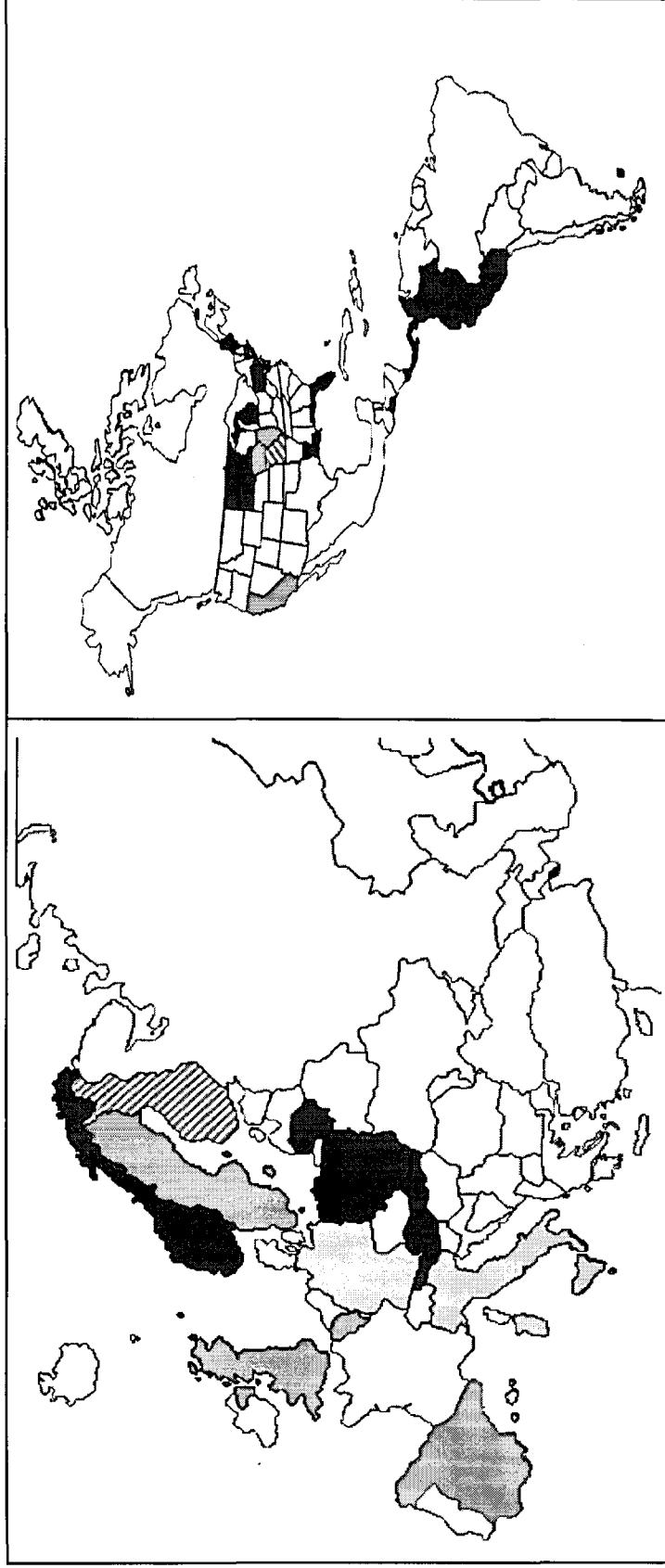
ANT: (*altered nuclear transfer*) Técnica que se utiliza para producir un blastocisto que no puede implantarse, puesto que los genes que dirigen el desarrollo de la placenta son silenciados.

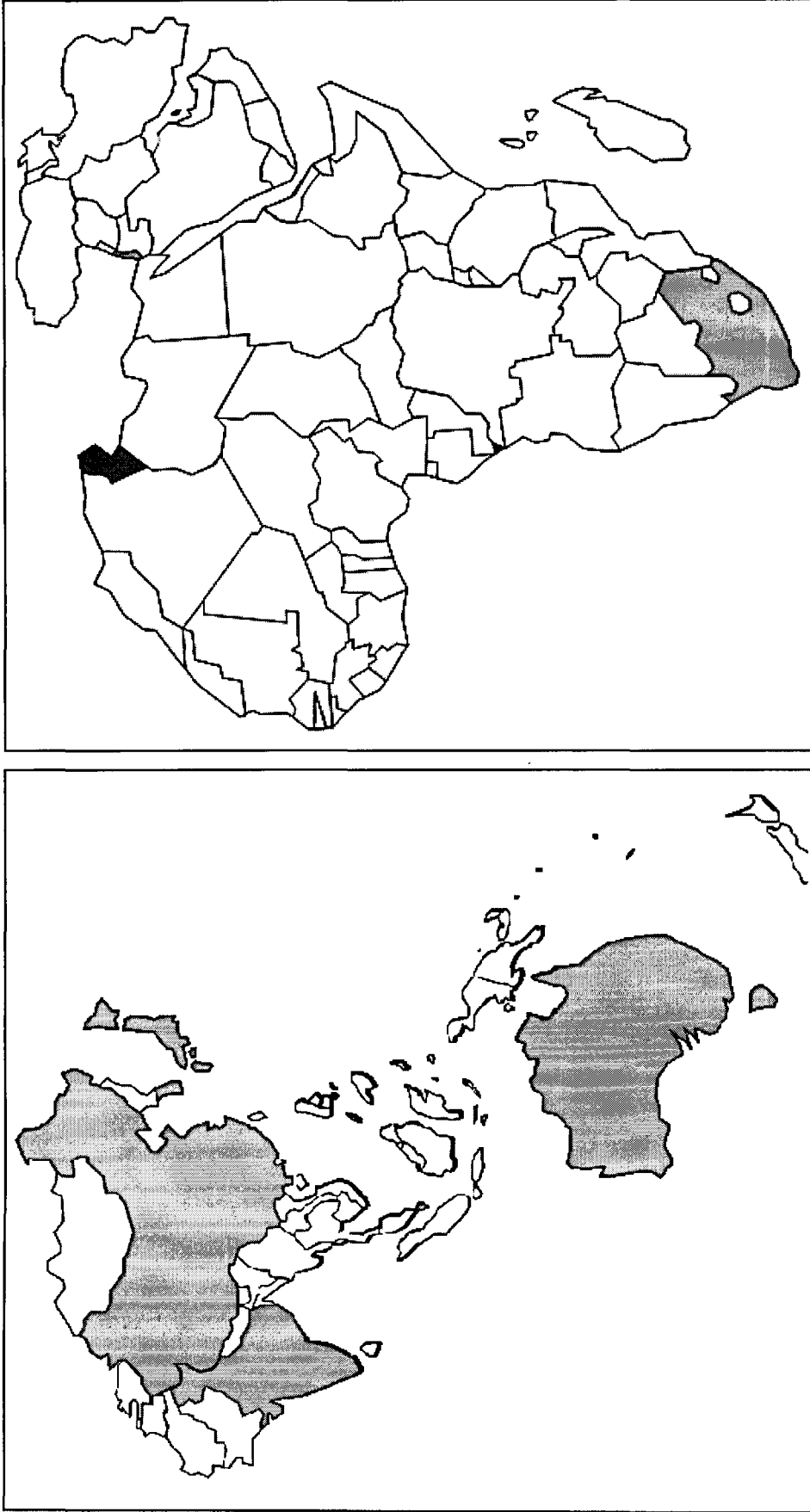
Entre tantos intereses y tantos beneficios económicos se encuentran los investigadores, los científicos que quieren llevar a cabo sus investigaciones. Muchos de ellos han sido tentados por las compañías privadas para realizar allí sus investigaciones. La promesa: financiación ilimitada. Es el caso de T. Wakayama que clonó el ratón en 1998 incorporándose a Geron, o el de James Thomson que actualmente milita en las filas de WiCell. Recordemos que en EEUU han puesto reglas para la financiación pública pero no hay límites para la privada por lo que éstas tienen vía libre y el terreno en exclusividad para ellas.

No obstante, el panorama mundial para la investigación con células madre no es muy halagüeño. En algunos países es legal investigar con células madre embrionarias, mientras que en otros es ilegal. La cooperación necesaria en toda investigación científica queda sesgada por las políticas de cada país (cuadro 5)

¹⁷⁸ Estas soluciones sirven y de hecho algunas coinciden, con las buscadas para servir de alternativas a las células madre embrionarias.

¹⁷⁹ Si esta técnica llegara a desarrollarse y perfeccionarse el debate ético se disolvería pues podrían conseguirse células madre embrionarias sin necesidad de destruir ningún embrión. Chung et al. (2005) "Embryonic and extraembryonic stem cell lines derived from single mouse blastomeres." *Nature*; 439: 145-147





Cuadro 6 y 7. Mapa mundial de investigación con células madre. Fuente: The Hinxton Group <http://www.hinxtongroup.org>

Color	Investigación con <i>esc</i>	Investigación con <i>asc</i>	Procedimiento <i>SCNT</i>
	Permisiva	Permisiva	Permisiva
	Permisiva	Permisiva	Prohibida
	Prohibido	Permisiva	Prohibido
	Sólo con <i>esc</i> derivadas antes de una fecha determinada.	Permisiva	Prohibido.

En los países como Estados Unidos donde no es legal investigar con *esc* con fondos públicos pero sí privados pueden establecerse fronteras según el tipo de células madre utilizado en la investigación. Las universidades que se encuentren en estados con los que no es posible investigar con nuevas líneas de *esc*, sólo investigan bien con *asc* o con las líneas presidenciales de *esc*. Se denominan así a las en teoría más de 60 líneas con las que el presidente Bush autorizó investigar en 2001. De esas supuestas 60 líneas sólo están disponibles 19 para investigar con fondos públicos. En cuanto a las instituciones privadas, muchas trabajan con *esc* como es el caso de WiCell, ACT, Geron, etc. y otras han apostado por las *asc* como ViaCell o Amgen. Según los investigadores esto se debe a que estas líneas requieren menos trabajo para transformarlas en células especializadas, aunque en mi opinión su principal ventaja es que pueden recibir fondos estatales.

Las universidades públicas, en ocasiones, se vinculan con centros privados para realizar sus investigaciones. A menudo, científicos pertenecientes a estas universidades se marchan fuera del país. Tal es el caso de Roger Pedersen que se marchó de la Universidad de Wisconsin a Reino Unido para poder continuar con sus investigaciones. Y es que, el poder político que se traduce en legislaciones es fundamental para poder continuar o no con las investigaciones.

John Gearhart uno de los pioneros en la investigación con células madre señala las dificultades con las él y otros colegas se están encontrando para investigar:

“Gearhart admitted that he was worried about the future of the work in the USA. Although the new California legislation is a

positive move, Gearhart and others are uneasy and sceptical that state endorsement of stem cell research is a long term solution. “I’d prefer to see the legislation enacted at a uniform, federal level, rather than leaving it up to individual states” Gearhart said. “And besides, it’s the Feds (that is the federally-funded National Institutes of Health) that have the money for research¹⁸⁰,”

Sin embargo, hay que preguntarse si un país como Estados Unidos va a mantener una legislación que puede dejarle atrás en uno de los campos más prometedores de la ciencia. La actitud de Estados como California, New York y otros, así como, el mapa mundial demuestran la fractura política existente en este ámbito. En el caso de EEUU la existencia de las líneas presidenciales constriñe a la investigación con fondos públicos de varias maneras:

- ✚ Todas las líneas fueron derivadas en alimentadores murinos eliminando así cualquier posibilidad de aplicación terapéutica.
- ✚ Las células pueden no tener las características genéticas necesarias para estudiarlas de forma exhaustiva.
- ✚ Son un ejemplo muy limitado para observar cómo una célula llega a diferenciarse.
- ✚ Las técnicas usadas para derivar y mantenerlas en cultivo pueden cambiar las propiedades de las células.
- ✚ El acceso a líneas nuevas derivadas con otras técnicas, por ejemplo sin alimentadores murinos, son esenciales para conocer los mecanismos de las mismas.

Estados Unidos parece no ser un buen sitio para investigar con *esc*. ¿Puede la actitud política hacer declinar el potencial científico de EEUU?

¹⁸⁰ Broker, V (2002) “A live issue and a moving target.” *EMBO Reports*; 4: 5-7

“The United States is falling behind in the international race to make fundamental discoveries in hES cell- related fields. If such discoveries can be translated into therapeutic and commercial opportunities, publication disparities may place US corporations and, more importantly, patients at a disadvantage (...) US congressional delays and the Bush administration’s resistance to an expansion of federal funding suggest a real danger for US biomedicine¹⁸¹”

Muchos países conscientes de que existe un vasto terreno no sólo terapéutico sino también económico han cambiado sus legislaciones. Un ejemplo de esto es España o Suecia quienes han cambiado su respectivas legislaciones para que sea posible investigar con células madre embrionarias. No obstante, las confrontaciones políticas conducen a discursos entre los oponentes donde los aspectos ideológicos se mezclan con cuestiones personales. Este hecho es muy evidente en la política estadounidense.

El presidente Bush creó el *National Council of Biethics*. Hay que apuntar que para ello desmanteló al antiguo comité de ética que estaba presidido por Harold Shapiro. El nuevo director del comité ético es Leon Kass conocido por sus tendencias conservadoras:

“The work of the National Bioethics Advisory Committee (NBAC) “which had been labouring in happy obscurity until Dolly” noted Murray, a former NBAC member, is now being dismantled by President Bush after he took office. It was replaced by the new Council of Bioethics headed by the conservative Leon Kass who succeeded Harold Shapiro, former president of Princeton University, New Jersey, an economist and healthcare policy expert. Kass, a scientist and bioethicist, opposes human ES research and cloning, which he believes, reflects “the wisdom of repugnance”, a common-sense repulsion towards ES research, cloning and even IVF¹⁸²”

¹⁸¹ Owen- Smith J & Jennifer McCormick; (2006) “An international gap in human ES cell research.” *Nature biotechnology*; 24:391-392

¹⁸² Broker, V (2002) “A live issue and a moving target.” *EMBO Reports*; 4: 5-7

“Cloning is an evil, and cloning for the purpose of research actually exacerbates the evil by countenancing the willful destruction of nascent human life. Moreover, it proposes doing this on a mass scale, as an institutionalized and routinized undertaking to extract medical benefits for those who have greater power. It is slavery plus abortion¹⁸³”.

Aunque Kass afirmó que el consejo daría cabida a puntos de vista divergentes, la realidad fue otra. En un principio el consejo se formó con miembros afines a la investigación con *esc* como Elizabeth Blackburn o Stephen Carter, éste último apoya la clonación reproductiva, pero pronto ambos fueron destituidos por sus ideas contrarias a las del grupo. Elizabeth Blackburn expresaba su disconformidad con el informe realizado para el presidente Bush con las siguientes palabras:

“With respect to the “Monitoring Stem Cell Research” report, we feel that some facts that would help the public and scientific better assess the content of the report were not brought out clearly or were omitted entirely. First, from the published scientific literature in peer- reviewed journals on stem cells, a major message can be distilled: namely, the vast difference that currently exists in our understanding of, and the potential utility of embryonic versus adult stem cells as sources of material for research and clinical purposes (...) Hence, a strong overall caution is that many of the reports on the properties of cells differentiated from adult stem cells preparations are to date preliminary and incomplete. (...) These reports had as their promise the aim of neutrality in the scientific analysis of the issue addressed. But our concern is that some of their contents, as in the few examples outlined above, may have ended up distorting the potential of biomedical research and the motivation of some of its researchers.¹⁸⁴”

¹⁸³ Comentario escrito por Kass en el conservador *First Things*

¹⁸⁴ Blackburn, E & Rowley J (2004) *PLoS Biology*; 2:420- 422

Las ideas de Blackburn pronto tuvieron consecuencias y fue destituida de su cargo. Kass alegó que necesitaban a otra persona con una formación diferente. La persona en cuestión fue Diana Schaub quien afirma que se convenció que la búsqueda de la inmortalidad y la clonación no estaba bien gracias a *Star Trek*.

“I strongly recommended Star Trek- the original series of course, not any of the second-rate sequels. Given the scientific mission of the U.S.S Enterprise (“to explore strange new worlds, to seek out new life and new civilizations- to boldly go where no man has gone before”) you might expect that the show would be gung-ho for the conquest of nature, including pushing the envelope for our human nature. In fact, however, episodes of Star Trek repeatedly confirm the needfulness of human limitations. Interestingly, this attitude is embodied most in ship’s Chief Medical Officer, Doctor McCoy, whose nickname is “Bones”, an nickname that forcibly reminds us of the limitations of the medical art- the bodies doctors attend upon will die.(...)Many years watching Star Trek have left me receptive to the view that mortality is, if not precisely a good thing, then at least the necessary foundation of other very good things, and that there is something misguided about the attempt to overcome mortality¹⁸⁵”

La investigación en EEUU se complica si el concilio que aconseja al presidente basa sus criterios en series de televisión. Schaub también es muy crítica con la clonación, puede ser que haya llegado a esta conclusión después de la lectura de libros como el de Huxley o películas como “La guerra de los clones” de Star Wars.

Un segundo miembro del concilio Peter Lawler escribió en *The Baltimore Sun* que él no se oponía a la clonación terapéutica, aunque esto sea difícil de conciliar puesto que ha manifestado su rechazo del aborto. Como demuestra los que escribió 25 de Noviembre del 2002 en el *Weekly Standard*:

¹⁸⁵ Schaub, D. (2004) “Methuselah and US” *The New Atlantis. A journal of technology and society* ; 4: 37-42

“Unless we become clear as a nation that abortion is wrong, women will—I predict—eventually find themselves compelled to submit to therapeutic abortions of genetically defective babies and then to do whatever is required to enhance their children genetically. ... We will not be able to protect the genuine reproductive freedom of women—their right to have and love their own babies—unless there is a pro-life consensus embodied in our law. Those who believe the effective regulation of biotechnological development can be morally neutral about abortion are simply wrong.”

Entre las filas políticas se encuentra Samuel Bronwack uno de los críticos más despiadados hacia la investigación con células madre. Ha llegado a decir que investigar con células madre es análogo al tráfico de armas o de órganos. Todo esto ha levantado fuerte rechazo hasta el punto de que existen blogs en contra del senador Brownback.

Sin duda, los problemas políticos que se entremezclan en la investigación son muy graves. Probablemente la investigación de las células madre estaría mejor situada si pudiera recibir fondos federales tanto en Estados Unidos como en otros países donde se prohíbe investigar. Sin embargo, el clima está demasiado caldeado por ambos lados para que pueda llegarse fácilmente a un consenso. Dejo una pregunta en el aire, si llega a demostrarse el potencial de las *esc* ¿cuántas legislaciones seguirían empeñadas en la prohibición? Y, ¿cuántas soportarían el peso de una sociedad que reclama terapias?

4.5 El impacto de la sociedad civil en la controversia de las células madre.

“On the one hand it seems logical and that there should be an ethical debate but on the other hand I don’t understand it. My disease is very progressive and gets worse daily. I have multiple sclerosis, but this also concerns Parkinson’s disease, leukaemia and cancers. The list is endless. I don’t think that for these people the ethical debate has any real meaning. They just don’t see it. What they urgently need is a solution and at the moment the solution lies in stem cells”

José- María Villaverde

Aunque la investigación básica sea el pilar y quizá quien salga más beneficiada de la investigación con células madre, las posibles aplicaciones prácticas se utilizan especialmente desde el bando de los que quieren que se continúe la investigación. La razón de ello es que una mayor presión por parte de diferentes grupos de ciudadanos facilita una legislación favorable y por ende una financiación generosa. De esta manera, en la mayoría de artículos acerca de las células madre encontramos ese párrafo dedicado a las aplicaciones para la salud de todos.

En un mundo donde la salud se considera más un derecho que un don, no es de extrañar que cada vez aparezcan más asociaciones de pacientes que exigen una solución a sus problemas, en su mayoría bastante dramáticos. Tal es el caso de CURE (del inglés *Coalition for Urgent Research*); una coalición creada en 1999 por asociaciones de pacientes. Esta coalición reclama que se puedan investigar en Estados Unidos con células madre embrionarias y al amparo de la financiación del gobierno (Perry, 2000).

Los grupos de interés utilizan los medios de comunicación para denunciar su situación o la de alguna de sus allegados exigiendo que se legalice o que se dote de más financiación para así poder hacer las terapias realidad. Un caso escalofriante es el del hijo de Don Reed. Este último se ha convertido en un gran activista de la defensa de las *esc* y especialmente, de la clonación terapéutica. El motivo es la parálisis que afecta a su hijo. El sufrimiento del que vive rodeado le sirve como acicate para criticar la política de investigación tan restrictiva del presidente Bush, país en el que se encuentra:

“The world groans under a mountain of medical debt. SCNT research offers the hope of cure to many “incurable” conditions- cancer, Alzheimer’s, heart disease, amyotrophic lateral sclerosis AIDS, stroke, paralysis- shall we deny our loved ones what may well be the greatest advanced in medical history¹⁸⁶”

En España las Asociaciones de Diabéticos consiguieron que el actual Ministro de Sanidad Bernat Soria pudiese investigar con células madre embrionarias. Esto fue posible gracias a las firmas de los ciudadanos, reunió nada más y nada menos que 1.330.000. Gracias a este apoyo se consiguió cambiar una legislación que en principio no era favorable. Por tanto, el poder de la sociedad civil no debe ser subestimado, al contrario puede conseguir mediante la presión suficiente, que las leyes cambien y que permitan investigaciones.

No obstante, las células madre embrionarias despierta antipatías y recelos. Como comenté anteriormente, esto es debido a varios factores. Entre ellos la relación existente con el tema del aborto y la clonación. Los movimientos anti- *esc* son muy purulentos y organizan grandes manifestaciones en derecho de la vida y en contra de la destrucción de embriones. Entre estos movimientos puede diferenciarse

¹⁸⁶ Reed, D. (2004) “Paralysis, Roman Reed, and a ban on stem-cell research.” *The Lancet*; 364: 219. Aquí Reed da en el clavo, ¿quién se negaría a rechazar estas terapias si puede ayudar a un ser querido aun cuando uno no simpatizara con ellas? Sirva como ejemplo la historia de los Reagan: la esposa del presidente fallecido apoya la investigación con *esc* con la esperanza de que algún día sea capaz de curar el Alzheimer enfermedad que sufrió su marido. Esto no fue siempre así pues eran totalmente contrarios a la investigación con embriones.

los que están en contra por considerarla inmoral y los que la denuncian por considerarla innecesaria.

Una realidad a la que deben de hacer frente los movimientos pro-vida, que denunciarían la investigación por considerarla inmoral, es que los embriones que se utilizan para la investigación, en su mayoría sobrantes de fecundaciones in vitro, van a ser destruidos de todos modos. Es decir, cuando pasan unos cinco años desde que se congelaron los embriones se destruyen. Cabe decir, que el número es bastante elevado puesto que se fecundan muchos para asegurar el éxito del procedimiento. La salida que ofrecen los pro-vida resulta un poco absurda, puesto que se llegó a pedir que se *adoptasen* estos embriones para así salvarlos de una destrucción segura¹⁸⁷. Aquéllos que denuncian la investigación *esc* por considerarla innecesaria, básicamente se apoyan en la investigación con células madre adultas y con las células madre pluripotentes inducidas.

La utilización de Internet por parte de estos miembros y de la sociedad en general muestra las nuevas formas por las que la sociedad civil se intercomunica entre ella y genera opinión¹⁸⁸. Un ejemplo de ello son los blogs creados por pacientes y también por científicos que sirven como ventana para llegar al público interesado:

“ What is new, exciting or different about you company, product or technology? What makes the story emotionally compelling? And is it easy for a nonscientist or someone outside your narrow corporate focus understands? Once you have a clear idea of the reporter’s and publication’s particular interest, try to frame your key messages to meet those interests. Generally if you can identify something truly different or unique about the story you want to tell, and can tell story in a simple and compelling manner, you will find a good reception.(...) media relations can be an important tool for helping even young biotechs reach key audiences and achieve their business objectives. Media coverage takes many forms and addresses a wide variety of audiences, so

¹⁸⁷ Tampoco tienen en cuenta diferentes estudios que muestran que los embriones tienden a parar su división y que en ese sentido muchos *mueren*. Aunque se quisiese adoptarlos para muchos ya sería demasiado tarde.

¹⁸⁸ Remito al trabajo de Vallverdú (Vallverdú 2002) para un análisis detallado del papel de la sociedad civil en la ciencia y cómo ha ido mutando a lo largo del tiempo.

the rapidly changing landscape of print, broadcast and internet media offers both challenges and opportunities¹⁸⁹”

Ante esta nueva realidad propiciada por la red, la competición en la industria biotecnológica está creciendo por fondos, patrocinadores, oportunidades de producto, pero también por el control de los medios. Medios que llegarán a los consumidores potenciales de la biotecnología que está por llegar:

“The media have considerable influence on public opinion. According to the intense media interest in stem-cell research is the result of a public relations campaign by economic and other interest groups who have put basic research under increasing pressure to establish clinical applications. (...) Private initiatives, but also interest groups from within the scientific community, put further pressure on the US government to ease current restrictions. The engagement of prominent people, including Nancy Reagan, actor Michael J. Fox (who suffers Parkinson’s disease) and eBay founder Pierre Omidyar, has also influenced public opinion in the USA and internationally¹⁹⁰”

Las compañías biotecnológicas son cada vez más conscientes de la importancia de que la sociedad apruebe y acepte sus investigaciones. Debido a esto se han lanzado campañas con el objetivo de educar a la sociedad bajo la idea de que una mayor información conducirá a una mayor aceptación, un ejemplo de ello es la compañía WiCell.

WiCell es una de las compañías más importantes que investiga con células madre embrionarias. En plantilla cuentan con James Thomson, el primer científico que derivó y cultivó con éxito las *esc*, y más recientemente las *iPS*. WiCell dispone de programas de educación para niños que les introduce en el mundo de las células madre de una forma sencilla y amena (figs. 4.22)

¹⁸⁹ Kureczka, J. (2006) “Why media relations matter” *Nature Biotechnology*; 24:387-389.

¹⁹⁰ Pompe, S. et al. (2005) “Stem cell research: the state of the art” *EMBO Reports*; 6: 297-300.

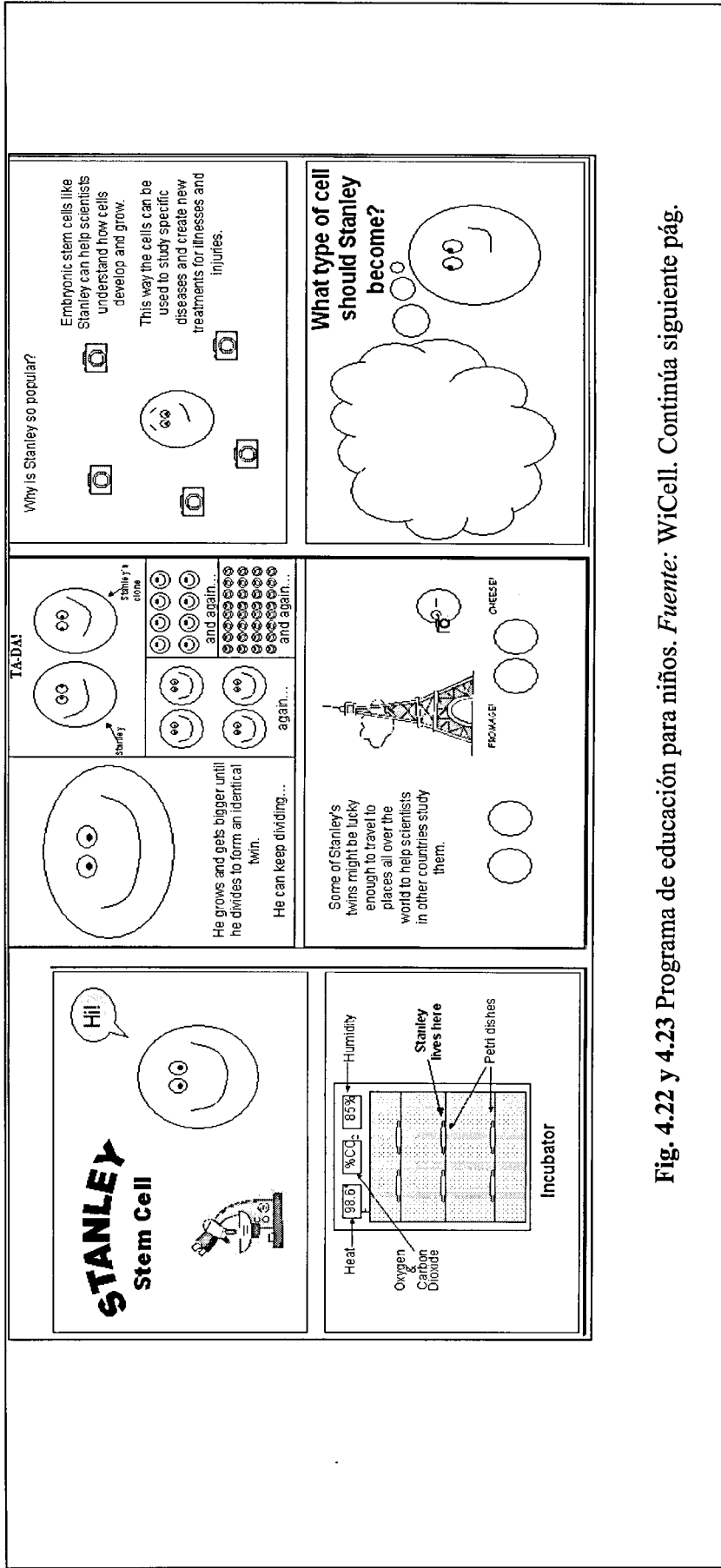


Fig. 4.22 y 4.23 Programa de educación para niños. Fuente: WiCell. Continúa siguiente pág.

Meet Stanley. Stanley is an embryonic stem cell. He lives with his parents and a million twins in a petri dish at WiCell.

Nice to meet you.

Stanley

Petri Dish

The scientists at WiCell do everything they can to make Stanley and his twins happy.

His dish is always neat and clean. The garbage is taken out each day, and he always has just the right amount of food.

Happy Stanley

WiCell
Research Institute, Inc.

E-mail Stanley at:
outreach@wicell.org

CellStem Cell

Stanley Stem Cell
c/o WiCell Research Institute
P.O. Box 7365
Madison, WI 53707

Stanley Stem Cell can do something very special. He can make an exact copy of himself.

The new cell that Stanley makes is called his clone.

Como puede observarse Stanley, la célula madre, aparece directamente en la placa de Petri sin hacer referencia alguna a los embriones. Al desligarla de su origen se pretende borrar los prejuicios ante esta línea de investigación. Ahora bien, ¿hasta qué punto se puede educar a los ciudadanos? ¿Una mayor información afecta a la opinión que tenemos respecto a una nueva tecnología? En este punto el tema de la comunicación científica es esencial para entender cómo la sociedad civil recibe y adopta o no, los nuevos avances científicos. Y como intentaré demostrar en las páginas que siguen, este hecho estará determinado en su mayoría por el conjunto de valores de los que disponemos todos los seres humanos.

4.5.1 La comunicación científica: información vs valores.

La comunicación científica se ha entendido como sinónimo de conciencia pública de la ciencia. Es decir, hasta qué punto el público posee una cultura científica. El entendimiento público de la ciencia o PUS (del inglés *Public Understanding of Science*) basado en la evidencia empírica tomó lugar en los años 80 con los estudios del americano John D. Miller, y del británico John Durant. Ambos usaron encuestas basadas en la tríada: interés, información y conocimiento. En ésta última se enfatizaba la dimensión cognitiva de la percepción pública de la ciencia centrándose más en el conocimiento o entendimiento de la ciencia, que en variables sociodemográficas (Pardo, R. & Calvo, F, 2004). No obstante, la falta de un paradigma definido dentro de los estudios de PUS hizo que coexistiesen varias concepciones del mismo sin tener un núcleo común definido.

En relación a esto último, Burns et al. (Burns, 2003) lamenta la falta de claridad que siempre ha acompañado al tema de la comunicación científica y cómo ha menudo se han mezclado definiciones y términos creando confusión y falta de rigor. En su artículo, define la comunicación científica en relación a una serie de términos que a su vez permiten una mayor comprensión de la misma:

❖ **Público:** grupo heterogéneo en el que cada uno tiene sus propios intereses, necesidades epistémicas y nivel de conocimiento. Dentro del público hay que diferenciar:

1. Científicos: tanto de la industria como de la universidad.

2. Mediadores: comunicadores, periodistas...
3. Público en general.
4. Decisores o gestores (*decision-makers*): de cualquier tipo (políticas, científicas, etc.)
5. Público consciente o atento: aquél que está interesado y bien informado.
6. Público interesado: aquél que tiene intereses pero no está bien informado.
7. Público lego.
8. Comunidad científica.

- ❖ **Participantes:** miembros del público que se encuentra directa o indirectamente implicado en la comunicación científica.
- ❖ **Resultados y respuestas:** de la comunicación científica.
- ❖ **Ciencia:** no existe una única concepción sino que coexisten varias.
- ❖ **Conciencia:** relación del público con la ciencia.
- ❖ **Entendimiento:** comprensión del significado e implicaciones del conocimiento científico.
- ❖ **Comunicación:** de la ciencia. Al igual que sucede con la ciencia, no existe una única definición.
- ❖ **Conciencia pública de la ciencia, PAS (del inglés *Public Awareness of Science*)** definido como: “a set of positive attitudes toward science (and technology) that are evidenced by a series of skills and behavioral intentions” (Gilbert et al. 1999)
- ❖ **Entendimiento público de la ciencia, PUS (del inglés *Public Understanding of Science*)** Implica un conocimiento de cuestiones científicas por parte de los no expertos, no implica un conocimiento comprensivo de todas las ramas de la ciencia. En el contexto de la educación científica se proponen tres aspectos del entendimiento de la ciencia que pueden generalizarse para definir *PUS* como:

1. entendimiento del contenido de la ciencia.

2. entendimiento de los métodos de indagación.
3. entendimiento de la ciencia como una empresa social (impacto de los factores sociales de la misma en la sociedad)

Resumiendo, podemos definir PUS como la consecuencia de la construcción individual de la conciencia científica con el objetivo de lograr altos niveles de comprensión.

- ❖ **Alfabetización científica (*Scientific Literacy*):** su definición ha ido mutando a lo largo del tiempo pasando de la habilidad para comprender artículos científicos, hasta aplicar principios científicos en la vida diaria. El motivo de esto se debe más a su naturaleza dinámica y compleja que a una falta de definición (Samos, 1997)
- ❖ **Cultura científica:** aunque ha sido usado de diferentes maneras como un conjunto de valores y prácticas que existen dentro de la comunidad científica, o como la expresión de los modos por los que los individuos se apropian de la ciencia y la tecnología, la definición más aceptada sería la que la define como: “an integrated societal value system that appreciates and promotes science, per se, and widespread scientific literacy, as important pursuits” (Burns et al, 2003)

Aun los esfuerzos importantes que se hacen para que el público entienda la ciencia y mejore la actitud que tiene al respecto, parece ser que la sociedad se encuentra en un modelo de déficit cognitivo. Es decir, en su mayoría el público tiene un conocimiento inadecuado de la ciencia. No obstante, esto no es achacable al público sino a una mala comunicación científica. La ciencia dispone de todo el conocimiento requerido para superar ese déficit. La relación es lineal: a más conocimiento por parte del público mejorará su actitud hacia ella¹⁹¹. En otras palabras, la actitud que cada uno de nosotros guarda hacia la ciencia es linealmente dependiente del conocimiento que disponemos de la misma (Evans & Durant,

¹⁹¹ En este modelo se sustentan la multitud de campañas lanzadas por ejemplo desde las compañías biotecnológicas como WiCell. Dando más y más información se pretende cambiar las actitudes del público.

1995). En un intento por superar ese modelo, algunos autores como Pinch o Layton propusieron un nuevo modelo denominado “acercamiento contextual”:

“The deficit model is asymmetrical: it depicts communication as a one-way flow from science to publics... (whereas) The contextual model explores the ramifications of its very different root metaphor; the interaction between science and its publics. In consequence, the contextual model is symmetrical: it depicts communication as a two-way flow between science and its publics. The contextual model implies an active public: it requires rhetoric of reconstruction in which public understanding is the joint creation of scientific and local knowledge... In this model, communication is not solely cognitive; ethical and political concerns are always relevant¹⁹²,”

Según el modelo contextual, la prueba de éxito del modelo son las respuestas del público hacia la ciencia. Si se dan (las respuestas) es que se ha llegado al público. ¿Cuáles serían estas respuestas?

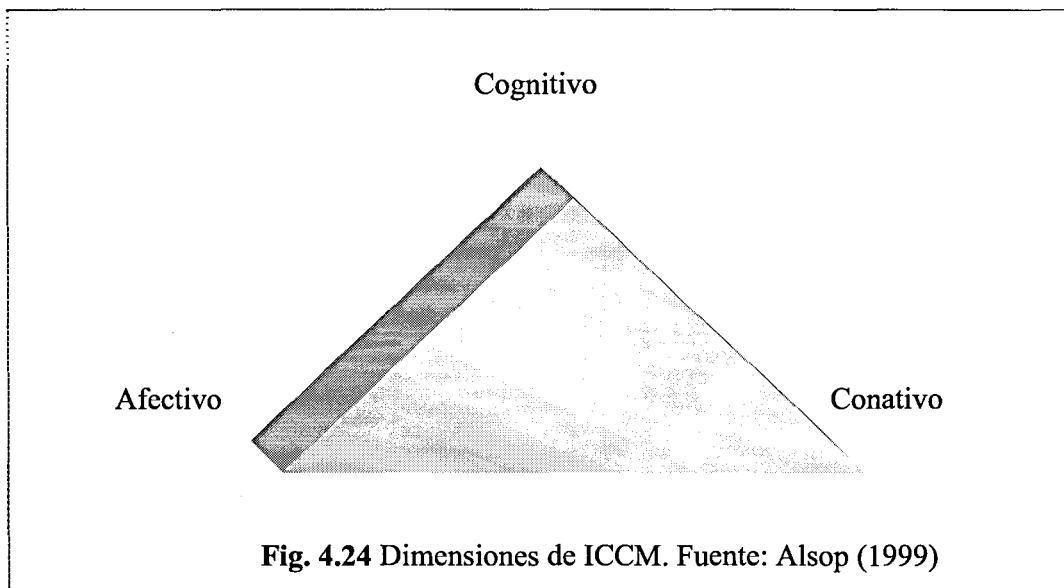
- ↻ A (*awareness*): concienciación de la ciencia y todo lo que la envuelve.
- ↻ E (*enjoyment*): respuestas afectivas, como por ejemplo disfrute.
- ↻ I (*interest*) interés, implicación voluntaria en cuestiones científicas.
- ↻ O (*opinion*) tener una opinión al respecto.
- ↻ U (*understanding*) entendimiento de cuestiones científicas.

Indudablemente, el entendimiento científico cambia la visión del mundo de la persona implicada en la comunicación. Algunos autores como Koballa, Kemp y Evans comparan el proceso de la alfabetización científica con la escalada de una

¹⁹² Burns, T.W et al. (2003) “Science communication: a contemporary definition” *Public Understanding of Science*; 12: 183-202.

montaña. Los picos elegidos para escalar son los temas por los que cada uno de nosotros siente interés por *escalarlos*. Ahora bien, ¿por qué motivo elegimos unos picos y no otros?

El método por el que las opiniones se desarrollan y evolucionan, en este caso las científicas, puede relacionarse con el modelo propuesto por Steve Alsop de ICCM (del inglés *Informal Conceptual Change Model*). Según Alsop “conceptual change depend on the learner current conceptions... as well as their cognitive, affective, and conative, epistemological commitments¹⁹³” Según este modelo, sólo modificamos nuestras opiniones si nuestras creencias personales han sufrido algún tipo de influencia. Una crítica de Alsop al modelo *PUS* es que se ha centrado únicamente en la apreciación pública de la ciencia ignorando el proceso de aprendizaje. Este proceso es esencial y cuenta con tres dimensiones (fig. 4.24)



La perspectiva cognitiva hace referencia a cómo los *aprendices*¹⁹⁴ dotan de sentido a la información científica así como de consistencia y valor a la información. Este cambio se produce cuando los *aprendices* están insatisfechos con

¹⁹³ Alsop, S (1999) “Understanding understanding: a model for the public learning of radioactivity” *Public Understanding of Science*; 8:267-284.

¹⁹⁴ Los aprendices son las personas interesadas en un determinado tema científico como por ejemplo la investigación con células madre.

sus concepciones y juzgan la nueva información como inteligible (tiene que ser mínimamente entendida y representada de alguna forma); plausible (tiene que ser consistente con otras concepciones aceptadas por el *aprendiz*) y fructífera (con ella se consigue algo de valor para el que aprende).

La perspectiva afectiva pone de manifiesto la relevancia emocional que la nueva concepción tiene para quien aprende. Ésta relevancia emocional tiene tres ingredientes principales que se relacionan con nuestros compromisos personales. Éstos son: cuán aceptable es el nuevo concepto para mí (considerándome el *aprendiz*), cuán relacionado se encuentra con el resto de mis conceptos, y hasta qué punto son relevantes (*saliencia*) para mí:

“This is a personal response to questions of the nature: “Do I need to know this?” “Do I want to know this?” “Just how important is this to me anyway?” The condition salience is an indication of what a learner finds conspicuous, outstanding, or stunning. It can have both positive and negative connotations –a sensational issue can be both engaging and disturbing and so might, in different circumstances, either stimulate or inhibit conceptual change.¹⁹⁵”

La dimensión conativa hace referencia a la utilidad que ese nuevo conocimiento va a tener en nuestras vidas. Es muy importante en esta dimensión confiar en la información puesto que si es percibida con desconfianza esta dimensión fallará¹⁹⁶.

En el caso de las células madre, ¿cómo afecta la información que se lanza desde los diferentes canales de comunicación al público? Y en general; ¿cuál es la

¹⁹⁵ Alsop, S (1999) “Understanding understanding: a model for the public learning of radioactivity” *Public Understanding of Science*; 8:267-284.

¹⁹⁶ Un ejemplo de esto último lo proporciona el aumento del conocimiento de la enfermedad causado por el descubrimiento del DNA. Según Miller (Miller, 2004) el modelo de crecimiento del conocimiento del DNA es un reflejo de la convicción de la sociedad de que éste mejora el entendimiento de la enfermedad. Como el tema de la enfermedad nos concierne a todos, ha propiciado un incremento del interés de la ciencia biológica del DNA. Esto ha solidificado la convicción pública de que los científicos pueden solventar cualquier problema. Convicción que se remonta al descubrimiento de la vacuna de la polio en 1950. Miller, J. D (2004) “Public understanding of, and attitudes toward, scientific research: what we know and what we need to know” *Public Understanding of Science*; 13: 273-294.

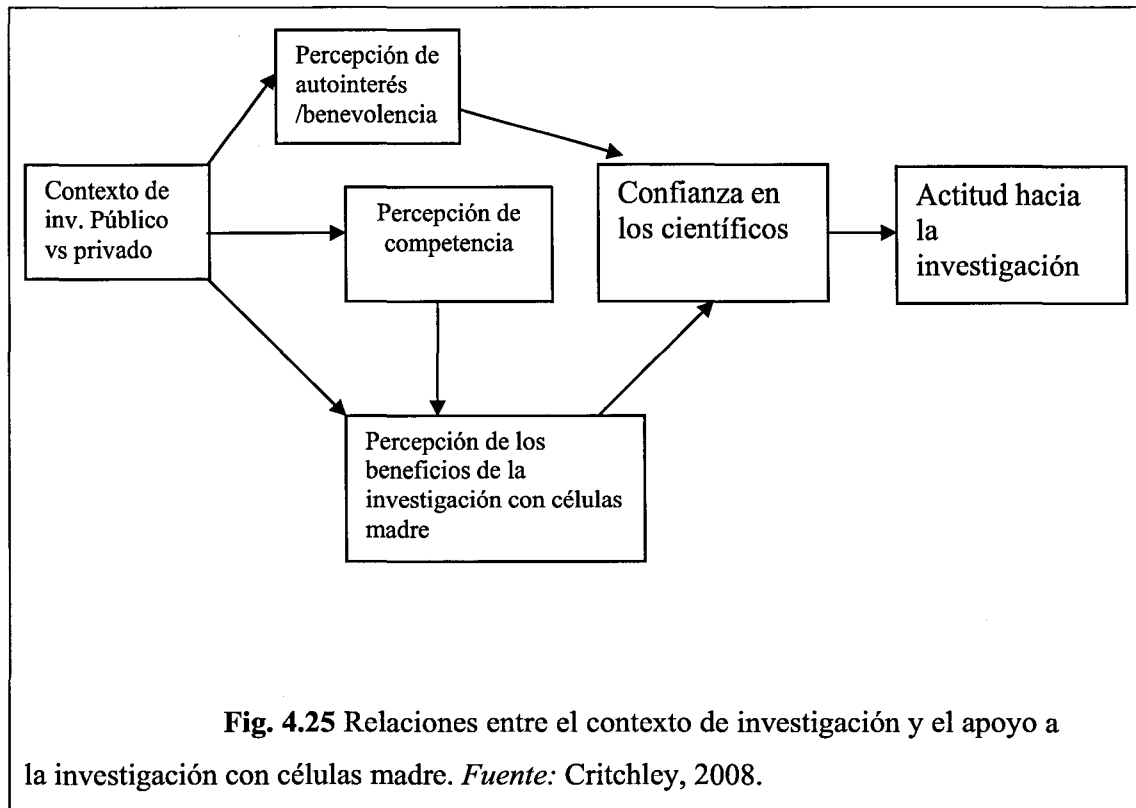
opinión del público hacia la investigación con células madre? Es de vital importancia conocer cómo y si la sociedad civil cambia o mantiene la opinión acerca de la misma, puesto que como he comentado anteriormente la aceptación de la investigación es vital para el desarrollo de la investigación.

Según Critchley (Critchley, 2008) la opinión que el público tiene hacia la investigación no depende de la cantidad de información que recibe (modelo lineal), sino de la procedencia de los científicos implicados en la misma. En otras palabras, la clave de la confianza que se deposita en un científico está relacionada con el hecho de si responden ante instituciones públicas o privadas. En el primer caso, los científicos son percibidos como motivados por motivos benevolentes. Mientras que los segundos (aquéllos que trabajan para la industria privada) movidos por intereses propios, como por ejemplo los económicos. Esta percepción provoca que se confíe más en los primeros, y por tanto en los resultados de sus investigaciones, y se recele de los resultados de aquéllos investigadores pertenecientes a las empresas privadas. La clave se encontraría en una cuestión de confianza. Critchley refuerza la idea de Chalmers y Nicol (Chalmers & Nicol, 2004) quienes afirman que uno de los principales factores necesarios para la viabilidad de la industria es la confianza en los científicos, reguladores y ciencia. Esta confianza se puede romper con la comercialización de la misma puesto que ataca los ideales científicos de desinterés, universalidad y escepticismo organizado (normas mertonianas).

Los entornos percibidos como comerciales¹⁹⁷ comprometen los motivos tradicionales considerados benevolentes de la investigación científica. Por tanto, en la controversia de las células madre, según Critchley, el público será menos confiado con el lado de la controversia financiado por intereses privados.¹⁹⁸ El contexto de investigación tiene una influencia clave en el apoyo que recibe la investigación con células madre (fig. 4.25)

¹⁹⁷ Aunque como he comentado en capítulos anteriores de esta tesis; en la práctica no se puede diferenciar entre ciencia académica e industrial.

¹⁹⁸ Este bando sería el de las células madre embrionarias (en Estados Unidos) puesto que la mayoría de investigación en este campo se realiza con fondos privados. Es fácil observar la tendencia de estos movimientos y en general de todos los que atacan la investigación con *esc*, a remarcar los intereses comerciales de estos programas de investigación.



En mi opinión, Critchley tiene razón cuando señala a la confianza como un elemento clave en la actitud hacia la investigación con células madre. Está claro que si un tipo de investigación te provoca desconfianza, tu actitud hacia ella será poco favorable. No obstante, en mi opinión esta confianza no está tan relacionada con el contexto de la investigación (pública o privada) sino con la similitud de valores entre el público y quien realiza la investigación. Es decir, es más probable que confiemos en un tipo de investigación que se amolda a nuestros valores, que en otra que se encuentra en las antípodas de nuestras creencias. En mi opinión, esta confianza es previa a la que supone Critchley y si no se da, es improbable que la basada en el contexto de investigación sea posible.

Siegrist et al. (Siegrist, 2000) en un artículo acerca de cómo percibimos el riesgo señala que la confianza social se basa más en la tenencia o no de valores similares que en cualquier otro factor. El motivo es el desconocimiento que el

público normalmente tiene de las cuestiones científicas. Ese público confía en primer lugar en investigaciones con ideas y valores que son consistentes con las que ya posee¹⁹⁹.

“We postulate that salient values have an influence on social trust in institutions and persons related to the technology. One has social trust in people who share similar salient values²⁰⁰”

Una vez que hemos pasado ese primer filtro de los valores, en mi opinión, puede entrar en escena la confianza basada en el contexto donde se lleva a cabo la investigación (fig. 4.26)

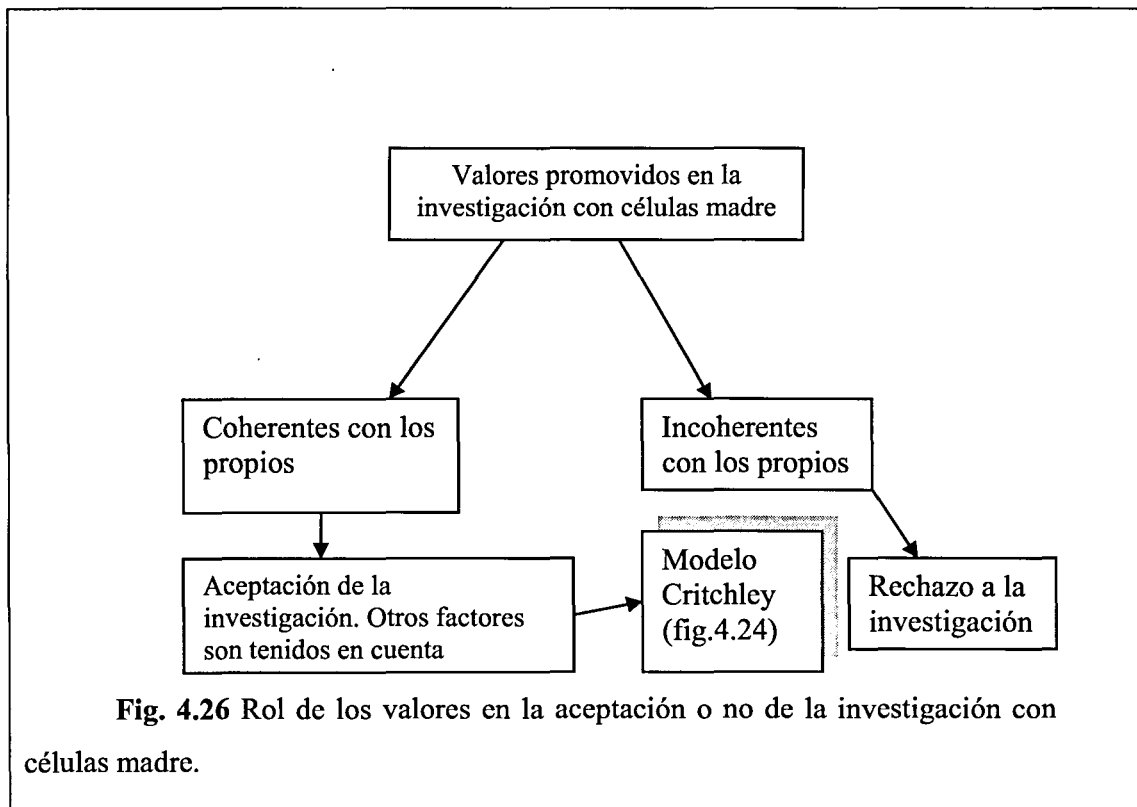


Fig. 4.26 Rol de los valores en la aceptación o no de la investigación con células madre.

¹⁹⁹ Con esto no me refiero a que la investigación tenga ideas propias y valores, me refiero a la percepción de que lo que se está llevando a cabo es consistente con mis propios valores. En este escenario es mucho más fácil aprender e informarse de la ciencia que se lleva a cabo. Es la dimensión afectiva de la que habla Alsop.

²⁰⁰ Siegrist, M et al. (2000) “Salient value similarity, social trust, and risk/benefit perception” *Risk Analysis*; 20 (3): 353-362.

Por tanto, dotar al público con cantidades ingentes de información para que acepten una tecnología (modelo lineal) no es la mejor estrategia para favorecer las actitudes del público hacia la investigación con células madre. Según Nisbet, (Nisbet, 2005) los seres humanos somos más bien “avaros cognitivos”. Es decir, tendemos a reunir sólo la información que nos es necesaria para tomar una decisión. En la controversia que nos ocupa, si aceptamos o no la investigación con células madre y si decidimos aprender para saber más acerca de la misma.

“When it comes to public opinion about controversial issues related to science and technology, many policy makers and scientists assume that increased public understanding of science will lead to increased public support. Yet, instead of a fully informed and deliberative public, past research indicates that is more likely that the public by nature is “miserly”, with individuals relying on their value predispositions and only the information most readily available to them from the mass media and other sources in order to formulate an opinion about science controversy²⁰¹”

Nisbet en su intento por explicar cómo formamos opiniones (en este caso hacia la investigación con células madre) sigue un modelo proveniente de la psicología social (Marcus & Zajonc's; 1985), con el objetivo de integrar la multitud de influencias que se dan en la percepción pública de la ciencia. Este modelo responde a las iniciales O-S-O-R (del inglés *Orientation Stimulus Orientation Response*)

- ❖ **O; influencia de las predisposiciones de valor:** hace referencia a valores como una predisposición estable individual para aceptar o rechazar ciertos tipos de argumentos (Zaller, 1991)

²⁰¹ Nisbet, M. C (2005) “The competition for worldviews, values, information, and public support for stem cell research” *International Journal of Public Opinion Research*; 17(1) 90-112.

“In the stem cell controversy, for many members of the public, the value predisposition of Christian conservatism is made relevant and activated in part by the political activities of conservative Christian leaders who have been the stronger opponents of human embryo research (...) The opposition of conservative Christian leaders derives from their belief that embryos are human beings created in God’s image and “worthy of full moral protection from the moment of conception (NBAC, 1999:99) (...) To the extent that individuals are cognitive misers, employing available heuristics as a means to form attitudes, and reach decisions, underlying value predispositions operate as powerful information short cuts. Value as heuristics provide for a “principle of least effort” and serve as consistent and general opinion generators²⁰²”

- ❖ **S; funciones y efectos de los medios de comunicación:** procesos cognitivos que explican la persuasión que los medios ejercen sobre el público. Entre esos procesos se cuentan aquéllos capaces de acentuar un tema sobre otro y el hecho de que algunas piezas de información son más accesibles a una parte del público que a otra. La elección del medio de comunicación se basará en la idea de cuál de ellos nos proporcionará la información que esperamos y deseamos obtener.
- ❖ **O (2); conocimiento y esquema:** el link entre conocimiento y actitud queda debilitado ante otros factores como los valores y la confianza.
- ❖ **R; respuesta:** resultado final del conjunto de orientaciones así como el estímulo de la comunicación. Aquí se encontraría la evaluación pública de las células madre.

²⁰² Nisbet, M.C & Goidel, R.K (2007) “Understanding citizen perceptions of science controversy: bridging the ethnographic-survey research divide” *Public Understanding of Science*: 16: 421-440

En la investigación con células madre se potencia la información con la creencia de que provocará una mayor aceptación de la misma. No obstante, el público es heterogéneo y no responde de la misma manera hacia la información que recibe. Los valores que cada uno de nosotros posee sesga esta información. Así las personas que cuentan con fuertes valores religiosos, y su religión le dicta que un ser humano lo es desde el momento de la concepción, sus valores son una guía a la hora de posicionarse. Esta posición moral inicial es muy difícil de cambiar aunque esa persona disponga y sea bombardeada con una cantidad ingente de información.

Habitualmente cuando estos valores son contrarios a la investigación con embriones, ante la idea de investigar con los mismos se produce el denominado “efecto ¡puaj!”

“Bioethicist in recent years have associated the term the “Yuck factor” with a visceral repugnance and emotional opposition felt by many members of the public when they first hear about biomedical research involving human embryos and about the possibility of human cloning. (...) The Yuck Factor is therefore thought to be a relatively intuitive response. Most individuals probably have difficulty articulating why they might oppose embryonic research; they just know it when they feel it²⁰³”

Ahora bien, ¿hasta qué punto los propios científicos contrarios a la investigación responden ante este efecto? Y, ¿hasta qué punto influyen sus valores en el desarrollo de la investigación? Este tema será tratado exhaustivamente en las siguientes páginas de esta tesis doctoral.

²⁰³ Nisbet, M. C (2005) “The competition for worldviews, values, information, and public support for stem cell research” *International Journal of Public Opinion Research*; 17(1) 90-112.

5. VALORES EN CONTROVERSIAS: CIENCIAS COGNITIVAS Y NEUROÉTICA

“The starting point for cognitive psychology and the cognitive sciences generally, is that humans have various biologically based cognitive capacities including perception, memory, imagination, and language use. These are employed in everyday interactions with the world. A cognitive theory of science would attempt to explain how scientists use these capacities for interacting with the world as they go about the business of constructing modern science”

Ronald R. Giere, 1987.

En la controversia de las células madre coexisten cuestiones de diferente índole que conducen a problemas diferenciados. No obstante, y como he venido remarcando a lo largo de la tesis, uno de los problemas más importantes y que supone un sesgo para la continuidad de la investigación es el referente a las cuestiones morales que esta investigación plantea. Los juicios que se vierten en contra de la investigación aunque intenten camuflarse entre datos epistémicos y objetivos, a menudo esconden prejuicios basados en valores morales/religiosos²⁰⁴ no tolerantes que están marcando la dirección a seguir en la investigación. La importancia que estos valores (VRnt) están jugando en la controversia ha quedado plasmada en el anterior capítulo donde puse de manifiesto como afectan a la posición que la sociedad civil toma ante la investigación. Mi intención en este capítulo va más allá. Es un intento de probar mi hipótesis de que estos valores constituyen en sí mismos un sesgo en la actividad científica, mediante las decisiones que diariamente toman y que afectan en su práctica a los científicos implicados en la investigación.

Esta hipótesis ha sido ya parcialmente desarrollada y ha culminado en un artículo publicado en conjunto con Jordi Vallverdú (Delgado, Vallverdú, 2007). En él se hace hincapié en la idea de que en la toma de decisiones, especialmente en momentos de controversia donde el conocimiento no está contextualizado, los VRnt juegan un papel esencial en el desarrollo y dinámica de las controversias.

“En momentos de controversias, otros valores ajenos a la ciencia, como son las propias creencias, tienen una gran influencia en su trabajo. Por tanto, si la posición de los propios científicos está determinando el grado de desarrollo de la disciplina, podemos hablar de valores no epistémicos presentes de manera directa, necesaria y evidente en la dinámica

²⁰⁴ Cuando hablo de valores morales religiosos me refiero a los que están en contra de la investigación. En capítulos anteriores he mostrado como no todas las religiones se muestran contrarias a la investigación con células madre embrionarias. A partir de ahora me referiré a este tipo de valores como VRnt (valores religiosos no tolerantes) para diferenciarlos de otro tipo de valores que aun siendo religiosos no tienen problemas con la investigación.

científica, considerada ésta desde una perspectiva interna ceñida únicamente a los científicos implicados en la investigación.²⁰⁵”

La relación entre ciencia y valores nunca ha gozado de buena salud. Si nos ceñimos a la filosofía del empirismo lógico rápidamente caemos en la cuenta de que sus intereses se dirigían principalmente a la justificación de la racionalidad científica. El contexto en el que se encontraba el científico, así como situaciones en las que estaban implicados valores y normas eran desestimados en pos de los criterios de elección de teorías (capítulo 1).

El panorama a partir de una perspectiva relativista tampoco era mucho más halagüeño. Los constructivistas sustituyeron los principios de racionalidad por principios de interés. Las controversias y desacuerdos entre los científicos se explicaban a partir de esta disparidad de intereses, ¿cómo iban a coincidir opiniones que respondían a intereses diferentes²⁰⁶?

Es necesario por tanto, un nuevo nicho desde el que intentar explicar cómo los VRnt influyen en la práctica científica sin que esto suponga caer en un antirealismo científico. Este nicho lo he encontrado en las ciencias cognitivas y especialmente en la neurociencia cognitiva.

El enfoque cognitivo comenzó a aplicarse a cuestiones epistemológicas y a lo largo de la última década se ha ido incorporando a otros campos de la filosofía de la ciencia, como por ejemplo la reconstrucción de casos históricos (Nersessian) o la filosofía de la tecnología (Estany), por citar algunos ejemplos del enfoque cognitivo. El objetivo por tanto de este capítulo y una de las aportaciones de la tesis es introducir este enfoque en el análisis de la controversia de las células madre, un factor olvidado en la mayoría de los estudios de controversias.

Las cuestiones y marcos posibles a tener en cuenta son muchos. Sin embargo, y teniendo esto en mente, voy a ceñirme a lo que me parece más relevante para la controversia estudiada. El análisis realizado en el capítulo 4 ha sido muy útil puesto que ha propiciado la urgencia a tener en cuenta otros modelos que pudiesen suplir las carencias con las que cuentan los análisis centrados en factores sociopolíticos. Como he venido remarcando a lo largo de la tesis, las cuestiones

²⁰⁵ Delgado, M. & Vallverdú, J. (2007) “Valores en controversias: la investigación con células madre” *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 9 (3): 9-31.

²⁰⁶ Giere (Giere, 1987) hace una crítica muy acertada a los relativistas. Si la ciencia no es más que el resultado de intereses puestos en común, ¿cómo explicar el éxito de la misma?

morales sustentadas en creencias religiosas han intervenido en la controversia hasta el punto de marcar, en algunos momentos, el ritmo y las líneas de investigación a seguir. ¿Dónde situar la relevancia de las ciencias cognitivas para analizar este factor que interviene en la controversia? El puente se encuentra en un campo aparecido recientemente en las neurociencias: la neuroética. Esta nueva disciplina cuenta con unas expectativas muy importantes que pueden afectar a nuestra vida cotidiana. A la vez que explica y justifica cómo los científicos, en este caso los involucrados en la controversia, toman decisiones y éstas a menudo se encuentran mediatizadas, cuando no determinadas por sus emociones.

5.1 Las ciencias cognitivas y el programa naturalizador en filosofía de la ciencia.

“For many reasons, philosophy should work hand in hand with cognitive science, or at least keep tuned to its findings and theories. Philosophy needs to know about the mind, and the mind is devilishly complex and elusive entity that cannot be well understood at the level philosophy requires without formidable scientific effort. If we are to play our pursuits as successfully possible, we need information and insight of the sort that cognitive science can offer”

Alvin Goldman, 1993.

El programa naturalizador cuenta con una tradición en filosofía de la ciencia y en epistemología con figuras como Quine²⁰⁷ y los Churchland, en una posición más extrema, así como Giere y Goldman en una postura más moderada.

Existen diferentes sentidos de “naturalización” (Estany, 2001)

- Por simetría metodológica: los métodos utilizados en filosofía deben ser iguales a los del resto de las ciencias empíricas.
- Por analogía: se toma una ciencia particular como modelo analógico para analizar problemas filosóficos. Dentro de este marco encontraríamos el programa de epistemología evolutiva desarrollado por Toulmin y Hull.
- Por traspasamiento: consistiría en traspasar funciones de la epistemología a una ciencia particular. Este traspasamiento puede ser total (reducción) o parcial (tesis minimalista)

²⁰⁷ De hecho, las raíces del naturalismo se encuentran en el artículo de Quine (1974) “Naturalización de la Epistemología”. Aunque existen opiniones que los sitúan antes de Quine, Rosenberg (1996).

El sentido de naturalización por traspasamiento parcial supone por un lado, la renuncia a una de las posturas más arraigadas en epistemología: la idea de que el conocimiento científico debe ser obtenido *a priori*, y, por otro, la aceptación de que toda norma epistémica tiene que ser compatible con lo que las ciencias empíricas nos dicen sobre las capacidades cognitivas de los seres humanos. En esta línea de investigación encontramos a Ronald R. Giere. En su obra *Explaining Science* (1988), así como en otros escritos, Giere intenta explicar cómo toman decisiones los científicos partiendo de la premisa de que uno de los problemas centrales en filosofía de la ciencia es por un lado, el de la naturaleza de las teorías y, por otro, el de la elección de teoría²⁰⁸.

Si uno de los objetivos es arrojar luz al procedimiento de elección de teorías es evidente que lo que las ciencias cognitivas aporten acerca de los procesos de toma de decisiones es totalmente relevante para la filosofía de la Ciencia. Entender cómo los científicos usan sus capacidades mentales para actuar con el mundo y por ende para la construcción de la ciencia, nos puede ayudar a comprender estos mecanismos.

“A cognitive approach takes scientists, both individually and in groups, as the basic unit of study. Understanding science is primarily a matter of understanding the cognitive processes of scientists involving in doing science²⁰⁹”

Algunos científicos cognitivos señalan que no existe una diferencia entre el razonamiento científico y el ordinario (Gopnik, 1996). Los científicos son seres humanos dotados con las mismas capacidades cognitivas propias de la especie. Todos los seres humanos hemos sido provistos por la evolución con una amplia variedad de mecanismos fruto de la selección natural. La ciencia es un producto de interacción de la mente humana con el mundo y otros seres humanos. Las

²⁰⁸ El primer problema se reduce a la pregunta de qué tipos de mapas cognitivos son las teorías científicas, mientras que el segundo en cómo toman decisiones los científicos cuando hay que elegir una teoría. Dado la naturaleza y propósitos de esta tesis me centraré en la segunda pregunta.

²⁰⁹ Giere, R. (1986) “Cognitive models in the philosophy of science” *PSA Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*; 2: 319-328.

habilidades cognitivas posibilitan²¹⁰ y constriñen la teoría científica (Nersessian, 1995) En el estudio de las capacidades cognitivas implicadas en la toma de decisiones, el papel de la emoción parece fundamental para el buen funcionamiento de las mismas (Damasio, 1996), y también juega un papel principal en los juicios morales (Greene et al. 2001).

Por tanto, es totalmente pertinente trazar un puente entre estos juicios morales en los que la emoción tiene mucho que decir, y los juicios morales que nos ocupan en esta tesis: los vertidos acerca de la investigación con células madre embrionarias.

²¹⁰ Algunos autores sostienen que aunque la ciencia moderna requiere de condiciones sociales y económicas, la emergencia de la misma puede ser entendida examinando las habilidades y constreñimientos de la mente humana fruto de la evolución. Entre los factores relevantes se encuentra la emergencia de la infancia, el uso de la cultura material como soporte para expender la cognición humana, el arte como anclaje mental y la acumulación del conocimiento. Mithen, S. (2002) "Human evolution and the cognitive basis of science" en: Carruthers, P; Stich, S, & Siegal M. (Eds) (2002), *The Cognitive Basis of Science*, Cambridge, Cambridge University Press.

5.2. La neuroética

“As we understand more about the details of the regulatory systems in the brain and how decisions emerge in neural networks, it is increasingly evident that moral standards, practices, and policies reside in our neurobiology. Our moral nature is what it is because our brains are they are”

Patricia S. Churchland, 2006.

La neuroética fue acuñada por primera vez en 2003 por el periodista William Safire. Según él podía considerarse a la neuroética como “un nuevo campo de investigación que estudia los derechos y la bondad o no del tratamiento de la mejora del cerebro humano²¹¹” (Safire, 2003). Aunque anteriormente se había empezado a discutir acerca de las repercusiones éticas de los nuevos avances de la neurociencia –en 1999 aparece ligada a problemas sobre política y discusiones sobre una posible nueva concepción de la ética (Mora, 2006)- la neuroética en sí emerge con gran ímpetu entre el 2002/03 gracias en parte al *Center of Bioethics* de la Universidad de Pensilvania, la *Royal Society* de Londres y *The Dana Foundation*²¹² en Estados Unidos.

La definición ofrecida por Safire se centra principalmente en averiguar hasta qué punto es correcto o no mejorar las capacidades del cerebro. No obstante, en la actualidad la neuroética abarca un tema mucho más amplio. Tema que en parte recoge Michael Gazzaniga en su propia definición de lo que es neuroética (Gazzaniga, 2005)

²¹¹ Safire, W. “The risk that failed”, *New York Times*, 10 de Julio de 2003.

²¹² *The Dana Foundation* es una organización privada fundada en 1950 que tiene como centro de interés el estudio y los avances realizados en la investigación del cerebro. Para más información remito a su web: <http://www.dana.org>

“En mi opinión, la neuroética debe definirse como el análisis de cómo queremos abordar los aspectos sociales de la enfermedad, la normalidad, la mortalidad, el modo de vida y la filosofía de vida, *desde nuestra comprensión de los mecanismos cerebrales subyacentes*. Esta disciplina no se dedica a la búsqueda de recursos para la curación médica, sino que sitúa la responsabilidad personal en un contexto social y biológico más amplio. Es –o debería ser- un intento de proponer una filosofía de la vida con un fundamento cerebral²¹³.”

La definición de Gazzaniga copa los dos temas principales de los que se ocupa la neuroética. Por un lado reflexiona acerca de las consecuencias prácticas de la neuroética –abordando cuestiones prácticas- pero relacionándolo con el conocimiento de los *mecanismos cerebrales subyacentes*, mecanismos que hay que investigar para conocer cuál es su funcionamiento.

Roskies (Roskies, 2002) en un intento de englobar ambas esferas ofrece una nueva tipología de la neuroética. Según ella, para un mejor análisis hay que diferenciar entre:

❖ **Ética de la neurociencia:** se ocupa de dos temas principales que a su vez pueden clasificarse en:

- *Ética práctica:* se encarga de elucidar cuestiones acerca de qué guía hay que seguir en la investigación del cerebro y enfermedades neurológicas.
- *Implicaciones éticas de la neurociencia:* reflexiona acerca de los efectos del avance del entendimiento cada vez más profundo del cerebro humano.

❖ **Neurociencia de la ética:** tiene como objetivo el acercamiento científico al comportamiento ético y moral. Su objetivo es entender

²¹³ Gazzaniga, M. (2006) *El cerebro ético*. Barcelona, Paidós. Pp. 14-15.

la neurobiología de las representaciones de valor y comportamiento moral.

El estudio tanto de la ética de la neurociencia como de la neurociencia de la ética ha sido posible gracias al desarrollo de diferentes factores (Farah, Wolpe, 2003)

1. Avance en la tecnología capaz de monitorizar la función cerebral con capacidad suficiente para capturar fluctuaciones en la actividad.
2. Habilidad para alterar el cerebro químicamente induciendo cambios funcionales.
3. Ascensión de las ciencias cognitivas y modelos de información humana, análisis computacionales y evolutivos del comportamiento humano.

Entre todos estos avances hay que destacar el papel jugado por las diferentes técnicas de neuroimagen cuya aparición y uso debemos situarlo en los 70 con *CAT* (del inglés *computed axial tomography scanner*), hasta la actualidad con el fMRI (del inglés *functional magnetic resonance image*) (Tabla 5.7)

	MEDIDA	TECNOLOGÍA	BENEFICIOS	LIMITACIONES
EEG	Actividad eléctrica.	Electroencefalograma. Electrodos colocados en el cuero cabelludo.	No invasiva. Bien tolerada y bajo coste.	Resolución espacial limitada.
MEG	Campos magnéticos.	<i>SQUID</i> (superconducting quantum interference device)	No invasiva, bien tolerada, Buena resolución temporal.	Extremadamente cara y poca disponibilidad en el mercado.
PET	Absorción regional de contraste radioactivo que muestra la actividad metabólica y corriente sanguínea.	Escáner con detectores de radiación.	Útil para detectar el estado de tumores y otras enfermedades como el Alzheimer, medida de funciones cognitivas.	Requiere la inyección o inhalación de un isótopo radioactivo del oxígeno el O_{15} . Resolución espacial y temporal pobre. Coste elevado.
SPECT	Actividad metabólica y corriente sanguínea.	Multidetector o sistemas de cámara gamma. Los datos son reconstruidos desde cualquier ángulo.	Mapeado de enfermedades neurológicas y psiquiátricas.	Requiere la inyección de un agente de contraste. Coste elevado.
fMRI	Excedente de sangre oxigenada reclutada por las regiones del cerebro en actividad	Escáner MRI	No invasiva, sin riesgos conocidos, buena resolución espacial y temporal.	Coste del equipo y personal experto para su mantenimiento y funcionamiento.

Tabla 5.7. Técnicas de neuroimagen.

En los estudios de neuroética el fMRI está siendo de gran utilidad. En esta técnica los átomos del cerebro son alineados por un fuerte campo magnético. Cuando este campo cesa los átomos vuelven a su sitio perdiendo su energía con la firma de un fotón que capta el escáner. En sus inicios, el fMRI usaba contrastes para captar la actividad. Actualmente esos contrastes ya no son necesarios puesto que las propiedades magnéticas de la sangre son en sí mismas trazadores. Esta técnica se basa en el contraste denominado BOLD:

“The basis on the fMRI signal is often referred as BOLD contrast, an acronym for blood oxygen level dependent. The term emphasizes the fact that fMRI is measuring the consequences of neural activation, rather than the neural activation itself. Increases in neural activation cause greater demand for oxygenated blood. Oxygenated and deoxygenated blood, or more specifically, oxy- and deoxy-hemoglobin, have different magnetic properties: Oxy-hemoglobin is diamagnetic²¹⁴ whereas deoxyhemoglobin is paramagnetic. Compared to oxy-hemoglobin, deoxy-hemoglobin, because of its paramagnetic properties, causes more local inhomogeneities

²¹⁴ El diamagnetismo es una forma muy débil de magnetismo que no es permanente y que persiste sólo mientras se aplica un campo externo. El paramagnetismo por el contrario, se considera no magnético puesto que sólo se magnetiza en presencia de un campo externo. La hemoglobina es diamagnética cuando está oxigenada y paramagnética cuando no lo está. Esta particularidad en sus propiedades magnéticas conduce a diferencias en la señal MR de la sangre dependiendo de su grado de oxigenación. La tesis en la que se basan es que cuando estamos inmersos en tareas cognitivas necesitamos un mayor aporte de sangre oxigenada. Es este aumento lo que mide el fMRI.

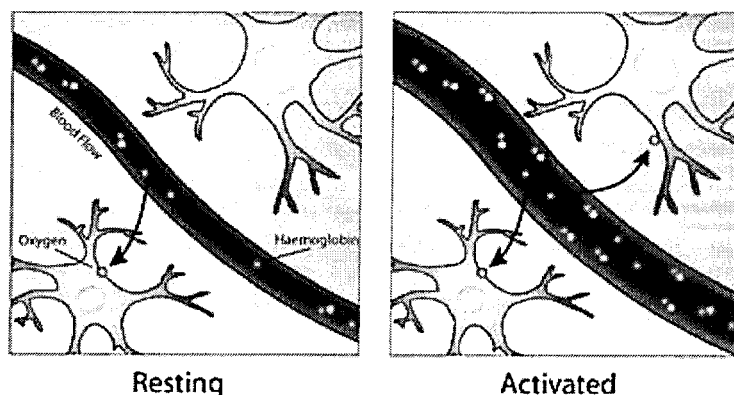


Fig. 5.27. Diagrama del efecto BOLD.

in the magnetic field and consequently a greater drop in signal strength. fMRI is therefore an indirect measure of brain function that localizes the aftereffects of increased neuronal function²¹⁵”

Entre las ventajas del fMRI se encuentra la resolución espacial y temporal ofrecida: 1mm y 1 segundo. Esta técnica permite establecer una relación entre la función cerebral y aspectos, entre otros, de personalidad y emoción. Pueden asimismo, exhibir la estructura y función de regiones del cerebro que regulan nuestra capacidad de control, razonamiento y toma de decisiones (Glannon, 2005) midiendo en tiempo real cambios en el metabolismo de la glucosa y la corriente sanguínea. El fMRI puede ser usado para producir mapas que muestren qué partes del cerebro están implicadas en un proceso mental particular²¹⁶.

No obstante, existen problemas relacionados con esta técnica. Entre ellos se encuentra la duda de hasta qué punto existen variaciones en la demanda de sangre en función de la edad. Existen estudios que muestran que ésta disminuye a medida que pasan los años (Davis et al. 1984). Otra crítica se centra en calibrar en qué medida la activación hemodinámica abarca más que la activación de una neurona. Mediante el fMRI no se mediría directamente la actividad neuronal sino la respuesta hemodinámica local (Kriegeskorte, Bandettini, 2007)

Es evidente que ninguna tecnología está exenta de problemas y críticas. Aun más cuando la misma es bastante joven. Aunque el fMRI no es perfecto y con toda probabilidad mejorará en el futuro está demostrando ser un arma muy potente en los estudios que se están realizando no sólo en el campo de las neurociencias, sino también en campos ajenos a ella. Sin duda la neuroética ha nacido gracias, entre otros avances, al fMRI. Asimismo, la enorme cantidad de estudios realizados utilizando esta técnica la avalan y demuestran su enorme utilidad en diferentes áreas académicas. Como en el caso que aquí nos ocupa, la neuroética.

²¹⁵ Desmond, J.E & Chen, A. (2002), “Ethical issues in the clinical application of fMRI: factors affecting the validity and interpretation of activations” *Brain and Cognition*, 50: 482-497.

²¹⁶ Para más información acerca de la técnica de fMRI remito a la web del Centro de Oxford sobre fMRI : <http://www.fmrib.ox.ac.uk>

5.2.1 Ética de la neurociencia

Uno de los objetivos de la ética de la neurociencia es reflexionar y esclarecer cuestiones éticas relacionadas con el avance del conocimiento del cerebro. Es pertinente asimismo, los temas de la mejora de nuestras capacidades cerebrales. En el debate acerca de la mejora existen dos posturas al respecto:

❖ Gratitud: debemos dejar las cosas tal como son:

“The first impulse of those most comfortable in the gratitude framework is not to creatively transform what is given, but to let it be. They tend to be humble, if not wary, about the prospect of human interventions into the given, into Nature. Sometimes, if they are not speaking carefully, they even suggest that such interventions would be “unnatural”²¹⁷”

❖ Creatividad: debemos mejorar lo que se nos ha dado. La mejora es algo natural e inevitable.

“Against concern that genetic engineering represented an important new and worrisome example of human interference into natural processes, the authors of that report suggested the sense in which genetic engineering itself is natural. After all, they observed, “in nature” one can observe viral DNA being spliced into bacterial genomes; thus “The basic processes underlying genetic engineering are... natural and not revolutionary” (President’s Commission 1982)²¹⁸”

El tema del aumento de las capacidades cognitivas guarda una estrecha similitud con el de la ingeniería genética. En el caso de la controversia de las células madre, los resultados de las terapias pueden conducir a reflexiones y al

²¹⁷ Parens, E. (2006) “Creativity, gratitude, and the enhancement debate” en: Illes, J. (2006) *Neuroethics. Defining the issues in theory, practice, and policy*. New York, Oxford University Press.

²¹⁸ *Ibid.*

auxilio de lo que la ética de la neurociencia puede ofrecer, puesto que sus terapias en sí mismas constituirán una mejora para el ser humano. Puesto que si algún día los científicos son capaces de manipular nuestras células y su renovación y curación, es posible que se vaya más allá de la terapia, hacia la mejora.

En estos campos emergentes están presentes las implicaciones que tendrá para la sociedad el avance en sus campos académicos. El aumento de interés público en los resultados de la investigación y los modos por los que este conocimiento es usado, puede amenazar valores humanos (Illes et al.2001). Es necesario por tanto, una comunicación con el público multidireccional en detrimento de una direccional (fig. 5.28)

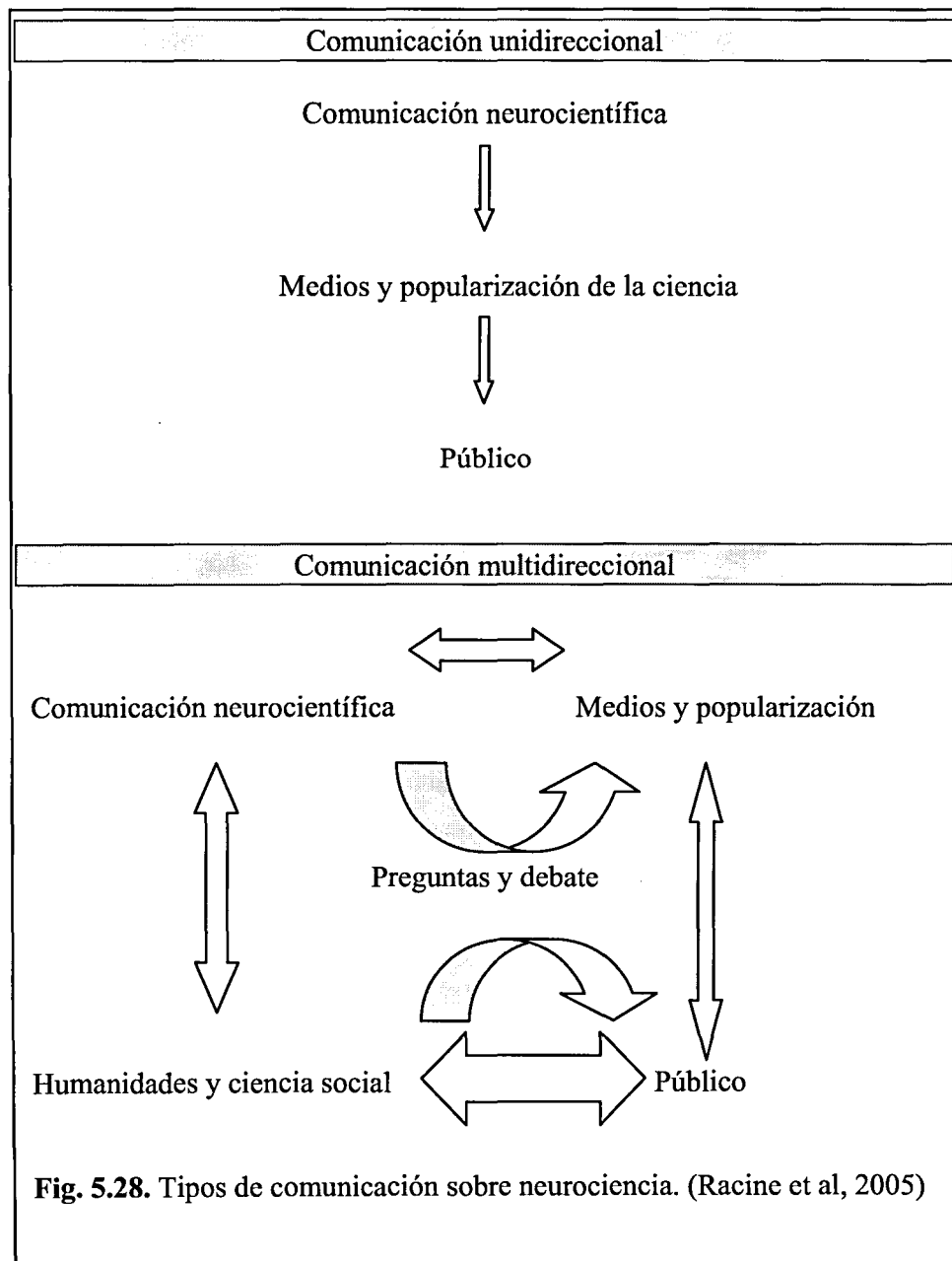


Fig. 5.28. Tipos de comunicación sobre neurociencia. (Racine et al, 2005)

Dentro del debate de la mejora, un tema central remite a la psicofarmacología y a la habilidad de la misma para lograr cambios psicológicos a partir de la ingesta de fármacos. Los fármacos utilizados para curar alguna enfermedad no presentan ninguna controversia. Al contrario de los destinados a algún tipo de mejora cognitiva. Es decir, fármacos diseñados para aumentar la función psicológica de individuos que no están enfermos²¹⁹. En una época donde existen suplementos para casi todo: humor, apetito, sexo, sueño, memoria, la pregunta es: ¿qué más podemos mejorar?

Los fármacos de mejora cognitiva o *viagras* para el cerebro son fármacos denominados “nootropos²²⁰”. El término fue acuñado en 1979 por Giurgea²²¹ para describir la función de un fármaco con un efecto puramente cognitivo. En este artículo Sara recoge la definición de *nootropo* ofrecida por Giurgea:

“Do we realise as individuals or as a species, all of our genetic potential? (...) A pharmacological intervention is more and more feasible and acceptable at all levels of interface between genome and environment. This is target of the Nootrope endeavour. These drugs, devoid of toxicity or secondary effects, represent a means to enhance plasticity of those neuronal processes directly related to the “Noosphere”... Pharmacology can participate, very modestly, in one of the major efforts of humanity, which is to go beyond the Platonic question: “Who are we?” ... Man is not going to wait passively for millions of years before evolution offers him a better brain... To develop pharmacology of integrative action of the brain, in the nootropic sense, seems to me to have a place in this far-reaching human objective²²²”

²¹⁹ Es notable el aumento de toma de fármacos diseñados para gente con problemas por parte de personas que no los tienen. Es el caso del Ritalin un medicamento destinado a niños hiperactivos cuya diana es el ADHD (del inglés *attention-deficit-hyperactive-disorder*). La ingesta de este medicamento ha aumentado entre la población sana (Farah, 2004). Parece ser que facilita la concentración en el colegio de los alumnos volviéndose estos más mansos y receptivos.

²²⁰ Del griego *noos*: mente y *tropéin*: girar hacia.

²²¹ Giurgea, V (1972) “Vers une pharmacologie de l’activité integrative du cerveau. Tentative du concept nootrope en psychopharmacologie” *Actualités Pharmacologiques*

²²² Sara, S. J (2001) “On the use and usefulness of cognitive enhancing drugs” ESF and Wenner-Gren Foundation Symposium. *Perils and Prospects of the New Brain Sciences*.

La eficiencia de estos fármacos se asienta en la idea de la existencia de procesos en el cerebro implicados en la cognición, formación de memoria²²³ y recompensa. El *nootropo* puede afectar directamente a esos procesos, y este es uno de sus mayores atractivos, sin causar efectos secundarios.

Los *nootropos* y en general, las mejoras del ser humano, en un futuro plantean problemas para la ética de la neurociencia. Entre ellos destaco:

- Seguridad: posibles efectos secundarios de los medicamentos.
- Coerción: hacia las personas para que se tomen estos medicamentos.

“Supongamos que existiese una pastilla sin apenas efectos secundarios a lo largo de 30 o 40 años sin crear adicción. Una píldora que le tranquiliza y le alegra, que le hace sentir durante todo el día “mejor que muy bien” y que le pone en la cara la magia de un sutil centelleo. ¿Le gustaría tomarse una de estas pastillas? ¿Conoce usted a personas que sin duda, *deberían* tomarse esta píldora, por ejemplo su jefe?²²⁴”

- Justicia distributiva: los *nootropos* y las mejoras no serán accesibles para todos, especialmente en aquellos países que no disponen de una sanidad pública. Posibles desventajas en educación y empleo.
- Personalidad y valores: modificar las actitudes, el cerebro modifica a la persona. Cuestión imbricada con qué significa ser una persona.

²²³ Cada vez se están diseñando más fármacos basados en mecanismos cerebrales. Eric Kandel ganador del Nobel de la Universidad de Columbia es un ejemplo de esta metodología en la creación de nuevos fármacos. Su investigación se centra en los procesos de aprendizaje y memoria de una babosa. Parece ser que el aprendizaje ocurre en la sinapsis por diferentes medios. Cuando la sinapsis se vuelve más eficiente se incrementa el número de receptores neurotransmisores y hay más sinapsis. Estos cambios ocurren cuando se activa una proteína denominada CREB. Kandel es asimismo el director de *Memory Pharmaceuticals* que se dedica al diseño de fármacos potenciadores de la memoria basados en sus propias investigaciones. Entre sus filas se encuentra el fármaco MEM 1414 que incrementa la cantidad de CREB en las neuronas de los seres humanos facilitando la formación y retención de la memoria a largo plazo.

“Memory Pharmaceuticals is especially high on its MEM 1414 molecule –a fascination ratified in July 2002 when Roche agreed to be a partner in its development. “What is really interesting, you see the same kind of age-associated memory impairment in nonhuman primates and rodents as you see in humans” Unterbeck explained. About 50 percent of aged animals, he continued, are unable to form new memories, yet MEM 1414 restored age-related effects in the animals’ recall to close to normal²²³”

²²⁴ Metzinger, T. (2005) “Una nueva imagen del hombre” *Mente y cerebro*, 20: 22-25.

Modifica nuestros valores como el esfuerzo, dignidad y trabajo duro
(Farah, 2004)

Un último apunte a este apartado consiste en señalar que las técnicas de neuroimagen plantean asimismo otros problemas éticos. Uno de ellos remite a la privacidad de las personas cuando se les *mira* el cerebro.

“Imaginemos el cuadro siguiente. En el aeropuerto de Frankfurt la policía ha apresado a un sospechoso, un presunto agente secreto estadounidense. El policía tiene un ejemplar del manual secreto de los agentes del FBI que sólo utilizan en su formación los agentes del FBI y que ninguna otra persona ha llegado a ver nunca. El policía puede blandirle el manual. Más aún, puede descifrar a través de determinadas expresiones del cerebro del sospechoso si es o no la primera vez en su vida que lo ve. También podría mostrar a un presunto terrorista fotografías de campos de entrenamiento de Al Qaeda para descubrir si ha estado allí alguna vez²²⁵”

Una de las críticas lanzadas hacia las técnicas de neuroimagen y los resultados a los que llegan, se basan en el miedo al determinismo. Es decir, a que un criminal diga “la culpa la tuvo mi cerebro, no yo” En el camino seguido por esta tesis el tema del determinismo no es una parada en la ruta a seguir. No obstante, en mi opinión, Michael Gazzaniga ofrece una buena salida al cuello de botella del determinismo y su relación con la responsabilidad:

“La neurociencia nunca encontrará el correlato cerebral de la responsabilidad, porque es algo que atribuimos a los humanos – a las personas- no a los cerebros. Es un valor moral que exigimos a las personas de nuestro entorno, los seres humanos que se rigen por reglas. Al igual que los optometristas nos indican la agudeza visual de una persona (20/20 o 20/40 o

²²⁵ *Ibid.*

20/200), pero no pueden determinar en qué momento alguien es jurídicamente ciego o tiene escasa visión para conducir un autobús escolar, los psiquiatras y neurocientíficos pueden describir un determinado estado mental o cerebral, pero no pueden decirnos (sin arbitrariedad) en qué momentos se debe exonerar a alguien de una responsabilidad porque no tiene control suficiente sobre sus actos. La cuestión de la responsabilidad (como la de quien puede conducir un autobús escolar) es una decisión social. En términos neurocientíficos, nadie es más o menos responsable que otra persona de determinadas acciones²²⁶,

La ética de la neurociencia tiene muchos desafíos a los que enfrentarse. El avance de la neurociencia y los interrogantes que plantea es un abono para este campo disciplinario emergente. No obstante, es la neurociencia de la ética el fertilizante de esta tesis. No sólo por las respuestas que ofrece, sino también por los interrogantes que suscita en el análisis de controversias científicas y en este caso, de la controversia de las células madre.

5.2.2 Neurociencia de la ética

Los avances en la neurociencia teórica y clínica han arrojado luz en la búsqueda de los correlatos neurobiológicos del pensamiento y comportamiento. Mediante las técnicas de fMRI se puede exhibir la estructura y función de regiones del cerebro que regulan nuestra capacidad de razonamiento, toma de decisiones y también de juicios morales.

La neurociencia de la ética tiene como objetivo encontrar las bases neurocientíficas del pensamiento ético. No obstante, no existe un solo centro moral en el cerebro (Casebeer, Churchland, 2003) sino que existen diversas partes implicadas en el razonamiento ético moral.

Históricamente la filosofía moral ha ignorado la importancia que podían tener los hallazgos de las ciencias empíricas para comprender la naturaleza de las

²²⁶ Gazzaniga, M. (2006) *El cerebro ético*. Barcelona, Paidós. Pp. 111-112.

creencias y los juicios morales. En ese sentido han seguido un programa radicalmente contrario al naturalizador en filosofía de la ciencia. No pretendo analizar aquí las razones de que esto haya sido así puesto que ni es relevante ni está al alcance de esta tesis, pero sí señalar una de las críticas más comunes que desde la filosofía moral se lanza al intento de naturalizar las bases de la moral, crítica que se conoce como la “falacia naturalista”

Cuadro 8. Falacia naturalista

La falacia naturalista es un argumento que se utiliza en contra de los que quieren arrancar la moral de la naturaleza. Uno de los mayores exponentes de esta falacia es Moore (Moore 1903) aunque su principal antecedente es Hume. No obstante, Hume no dice que no se puedan emitir juicios de valor sino que éstos no son reducibles a juicios de conocimiento. Hume se interesa por el paso del “es” al “tiene que ser” y éste último no lo dicta la razón sino el sentimiento.

Moore por su parte, realiza una crítica a toda la filosofía moral anterior como Hume. Aunque a diferencia de éste, se dedica al análisis lingüístico de los juicios morales. Según Moore todas las filosofías anteriores han cometido falacias naturalistas puesto que han creído que *lo bueno* era una cualidad natural de las cosas cuando no lo es. La moral se relaciona con lo “tiene que ser” por lo que no se puede relacionar con lo que “es”; lo bueno no puede ser conocido científicamente ni puede ser definido, lo bueno no sería un hecho (juicio de conocimiento), sino un valor (juicio de valor). El acceso a la moralidad es un tema de intuición no de razón –afirmación más cercana a la neurociencia cognitiva moral de lo que parece.

En el análisis empírico de los juicios morales hay que diferenciar entre el forma y contenido (Carruthers et al. 2005) La forma se encarga de discernir e investigar la naturaleza de los procesos cognitivos subordinados al pensamiento moral, mientras que el contenido se ocupa de la naturaleza de las creencias morales y actitudes, qué está bien y qué está mal. La cognición moral se encarga de la forma y las diferentes

teorías morales del contenido. La forma es un producto de la evolución y aunque puede influir en el contenido, no lo determina.

“ Although it is not impossible that moral behavior as seen in humans is produced by a totally new brain structure, such novelty looks improbable given what is know about brain organization and development.²²⁷”

Asimismo, desde la psicología moral tradicionalmente se ha tratado la mente como una caja negra. La neurociencia la ha abierto y ha intentado comprenderla en términos físicos. Hasta ese momento el paradigma reinante era el establecido por Lawrence Kohlberg quien afirmaba que el juicio moral era eminentemente cognitivo. Y, aunque reconocía la existencia de emociones y afectos en el mismo, negaba que tuviesen cualquier importancia relativa. La cognición moral era una cuestión de racionalidad que se dividía en estadios cognitivos. Kohlberg seguía la doctrina piagetiana de desarrollo-cognitivo basado en estadios. Los estados cognitivos tenían las siguientes características (Piaget, 1960)

1. Los estados implican diferencias cualitativas en el modo de pensar de los niños o para resolver los mismos problemas en diferentes edades.
2. Los diferentes modos de pensar forman una secuencia invariante de desarrollo individual. Aunque los factores culturales pueden afectar, nunca pueden cambiar la secuencia.
3. Cada una de esas secuencias forma una estructura como un todo. Representa una organización de pensamiento subyacente.
4. Los estados cognitivos son integraciones jerárquicas. Los estados forman un orden de estructuras cada vez más diferenciadas e integradas para conseguir una función común.

Kohlberg se encuentra dentro de la revolución cognitiva. En sus inicios uno de los presupuestos de las ciencias cognitivas era ignorar el papel jugado por las emociones en los procesos cognitivos. Por lo que no es de extrañar que hiciese lo

²²⁷ Casebeer, W. D. & Churchland, P.S (2003), “The neural mechanisms of moral cognition: a multiple-aspect approach to moral judgment and decision-making” *Biology and Philosophy*, 18: 169-194.

propio subestimando el papel de los afectos y emociones en el desarrollo y emisión de juicios morales.

“With regard to moral emotion, then, our point of view is that the “cognitive” definition of the moral situation directly determines the moral emotion which the situation arouses²²⁸”

Dentro de la filosofía moral y partiendo de un punto de vista racionalista, podemos diferenciar entre dos posturas:

- Utilitaristas: centrados en las consecuencias de las acciones.
- Deontologistas: centrado en las normas.

Actualmente existen diversos estudios que intentan demostrar las bases neuronales del comportamiento moral. Entre ellos destaco el realizado por el neurofilósofo Joshua Greene y que sirve como referente en el tema de la neurociencia de la ética. En su estudio, Greene et al. mostraban mediante fMRI como diferentes áreas distribuidas en el cerebro se activaban ante tareas morales. En estas tareas se contemplaban dilemas morales.

Los dilemas morales consisten en, como su nombre indica, dilemas donde el participante tiene que dar una solución ante un problema de temática ético moral. Los dilemas morales están siendo de gran utilidad no sólo a los psicólogos cognitivos sino también a filósofos, el propio Greene es doctor en filosofía. En ellos se produce un conflicto entre obligaciones diferentes. Con estos dilemas además, se pretenden descubrir principios que puedan dar cuenta de la naturaleza de nuestras intuiciones morales.

En el trasfondo de estos estudios se encuentra la hipótesis de que todos los miembros de la especie humana tienden a sentir y a reaccionar de maneras previsibles ante situaciones que requieren una decisión moral, como los dilemas. Para demostrar esta tesis Marc Hauser tiene una página web –que invito a visitar-

²²⁸ Kohlberg, L. (1971) “Stage and sequence: the cognitive-developmental approach to socialization” en Goslin, D. (ed) (1971) *Handbook of Socialization Theory and Research*, Chicago, Rand McNally College Publishing Company.

donde realiza encuestas sobre dilemas morales²²⁹. Ahí va una muestra de lo que podemos encontrar (Cuadro. 7)

Cuadro 7. Dilemas morales.

* Dilema del puente peatonal. Frank está en un puente peatonal sobre la vía del tren. El conoce los trenes y se da cuenta de que el que viene hacia el puente está fuera de control. Debajo de él, en la vía, hay cinco personas; las orillas son tan empinadas que ellos no podrán quitarse de la vía a tiempo. Frank sabe que la única manera de parar el tren es echar algo muy pesado en su camino. Pero la única cosa suficientemente pesada que Frank puede utilizar es un hombre grueso que lleva una mochila, y que también está mirando al tren desde el puente. Frank puede empujar al hombre a la vía del tren, matándolo; la otra posibilidad es que no haga nada, y deje que las cinco personas abajo mueran.

¿Es moralmente lícito que Frank tire de la palanca?

Si

No.

* Dilema de la vagoneta. David está conduciendo un tren cuando los frenos dejan de funcionar. Delante de él, cinco personas están trabajando en la vía de espaldas al tren. No pueden ni ver ni escuchar al tren aproximándose. Afortunadamente, David puede desviar al tren hacia una vía lateral en la cual hay un hombre. David puede tirar de la palanca para evitar que el tren mate a los cinco hombres, pero al hacer eso morirá el otro hombre. O puede abstenerse de hacerlo y dejar que mueran los cinco.

¿Es moralmente lícito que David desvíe el tren?

Sí

No

Estos dilemas son los más estudiados porque aíslan factores que afectan a nuestras intuiciones. Desde un punto de vista utilitarista los dos dilemas no presentan diferencia: en ambos matas a 1 para salvar a 5. Sin embargo, es más reprobable moralmente tirar a una persona que tirar de una palanca para que se

²²⁹ <http://moral.wjh.harvard.edu/> La página se encuentra en varios idiomas, entre ellos el castellano.

desvíe el vagón de tren. ¿Dónde radica la diferencia? ¿Por qué sabemos cuándo decir que sí y cuándo decir que no?

Este dilema sigue el principio del doble efecto:

- Es lícito causar daño como efecto secundario de la obtención de un bien mayor (dilema de la vagoneta).
- Es ilícito usar el daño como medio para lograr un bien mayor (dilema del puente peatonal).

Sin embargo, la mayoría de la gente no sabe porqué hace una distinción entre los diferentes dilemas morales. Lo que refuerza la tesis de que los juicios morales de los individuos reflejan procesos universales de toma de decisiones fruto de la evolución (O'Neill & Petrinovich, 1998)

Imaginemos otra situación:

“Julie and Mark are brother and sister. They are travelling together in France on summer vacation from college. One night are staying alone in a cabin near the beach. They decide that it would be interesting and fun if they tried making love. At the very least it would be a new experience for each of them. Julie was already taking birth control pills, but Mark uses condom too, just to be safe. They both enjoy making love, but they decide not to do it again. They keep that night as a special secret, which makes them feel even closer to each other. What do you think about that? Was it OK for them to make love?²³⁰”

En la controversia de las células madre nos encontramos ante el dilema moral de investigar o no con las células madre embrionarias. La situación analizada anteriormente guarda similitudes con algunos juicios que se vierten en contra de la controversia. En ambos se produce un *efecto ¡puaj!* Un sentimiento de rechazo

²³⁰ Haidt, J. (2001), “The emotional dog and its rational tail: a social intuitionist approach to moral judgement” *Psychological Review*; 108(4): 814-834.

difícil de verbalizar y racionalizar que surge espontáneamente y no es fruto de intensas reflexiones. En este punto la neurociencia de la ética se relaciona con uno de los campos más calientes y polémicos de investigación actual: la neurociencia cognitiva moral.

5.3 La neurociencia cognitiva moral

“Science and neuroscience in particular can have profound ethical implications by providing us with information that will prompt us to re-evaluate our moral values and our conceptions of morality”

Joshua Greene.

La neurociencia de la ética y la neurociencia cognitiva moral tienen en común que ambas buscan los componentes neurales de la cognición moral. Estos estudios se nutren por un lado del avance de las técnicas de neuroimagen y por otro, de los estudios de casos de personas con daños cerebrales. En estos últimos el daño cerebral parecía ser la causa del comportamiento antisocial. Dentro de este contexto, la persona que se convirtió en el primer experimento accidental fue Phineas Gage.

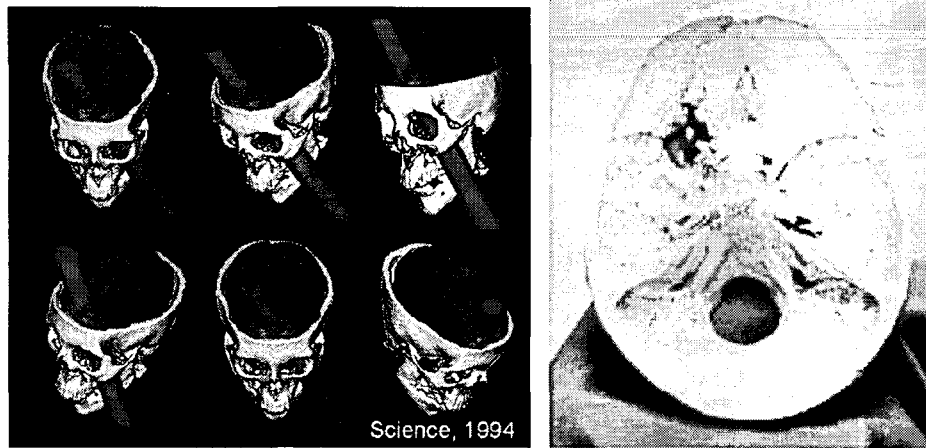
5.3.1 Daños cerebrales & Daños morales

La historia de Gage²³¹ es conocida en parte por el libro de Antonio Damasio (Damasio, 1996). Sin duda, puede considerarse como el paciente más famoso que ha sobrevivido a un daño severo en el cerebro. Y el primero que sirvió para mostrar la relación entre personalidad y la función de diferentes partes del cerebro. Su historia es sorprendente y trágica a la vez (Cuadro 8.).

²³¹ La siguiente página ofrece toda la información sobre la historia de Gage: <http://www.deakin.edu.au/hbs/GAGEPAGE>

Cuadro 8. Phineas Gage

Phineas Gage trabajaba como capataz de construcción en un ferrocarril. Un fatídico 13 de septiembre de 1848 una explosión accidental hizo que una barra de acero se le incrustara en el cerebro.



Imágenes del cráneo de Gage donde se observa la trayectoria de la barra. Fuente: <http://www.deakin.edu.au/hbs/GAGEPAPE>, *Science*.

Tras el momento del accidente Gage no perdió la conciencia. El joven doctor John Martin Harlow de Cavendish trató a Gage con éxito y le dio permiso para volver a su casa en New Hampshire 10 semanas después.

Los problemas de Gage comenzaron por aquel entonces. Conocido por su carácter equilibrado y dotes de mando, *Gage ya no era Gage*. Sus cualidades otrora deseables habían dejado paso a un carácter irascible, grosero, caprichoso e incapaz de seguir un plan de futuro y una vida ordenada.

En la recta final de su desdichada vida comenzó a sufrir ataques de epilepsia muriendo finalmente el 21 de mayo de 1860.

Damasio en *El error de Descartes* (Damasio, 1996) analiza el caso de un paciente denominado Elliot. Elliot guarda similitudes con el caso de Phineas Gage, al igual que éste presentaba un fuerte cambio de personalidad.

La historia de Elliot comienza con fuertes dolores de cabeza. Estos dolores se los provocaba un meningioma que le fue extirpado y con él parte del lóbulo frontal. La personalidad de Elliot al igual que la de Gage cambió dramáticamente tras la intervención, Elliot, tampoco era Elliot. Su comportamiento en marcos generales era un desastre, pero no así en comportamientos de marco reducido donde su dedicación rayaba lo absurdo. Elliot era incapaz de tomar decisiones. Según Damasio “la maquinaria de su toma de decisiones estaba tan estropeada que ya no podía ser un ser social eficaz”. Pero Elliot mostraba otro rasgo curioso. Su personalidad era completamente neutra. No solía enfadarse ni emocionarse con nada. Dato que induce a Damasio a plantearse si podría trazarse un puente entre la reducción de emoción y sentimiento con los fallos en la toma de decisiones.

“Cuando nos enfrentamos a una tarea se abren ante nosotros una serie de opciones, y debemos seleccionar correctamente nuestra ruta, una y otra vez, si queremos mantener el objetivo. (...) También yo tenía la fuerte sospecha del defecto en la emoción y el sentimiento no era un espectador inocente junto al defecto en comportamiento social. (...) Empecé a pensar que la sangre fría del razonamiento de Elliot le impedía asignar valores diferentes a opciones diferentes, y que hacía que el paisaje de su toma de decisiones desesperadamente plano. También podía ser que la misma sangre fría hiciera que su paisaje mental fuera demasiado cambiante y discontinuo para el tiempo necesario para efectuar selecciones de respuesta; en otras palabras, quizá hubiera un defecto sutil, y no un defecto básico, de la memoria funcional que pudiera alterar el resto del proceso de razonamiento requerido para que surgiera una decisión.”²³²

²³² *Ibid.* P. 61.

Damasio trazó una línea de unión entre daños cerebrales y comportamiento antisocial.

R. Blair, por su parte, estudió pacientes con APD (del inglés *antisocial personality disorder*). La particularidad de estos pacientes residía en que no eran capaces de diferenciar entre transgresiones morales y convencionales. Algo que el resto de personas sí son capaces de hacer y que es garantía de la capacidad del juicio moral.

“The basic capacity for moral judgement has perhaps been most directly approached empirically by using the moral/conventional task, which explores subjects’ ability to distinguish moral from conventional transgressions. The spate of empirically literature on this issue began with the work of Elliot Turiel (e.g Turiel, 1983), and the research program generated by Turiel’s work indicates that people distinguish moral violations (e.g pulling hair) from conventional violations (e.g drinking soup out of a bowl) What is striking about this literature is that, from a young age, children distinguish cases of moral violations from cases of conventional violations on a number of dimensions²³³”

La tesis de Blair afirmaba que somos capaces de hacer esta distinción gracias a la activación de un mecanismo denominado VIM (del inglés *violence inhibition mechanism*) La idea de Blair se sustenta en la afirmación de Konrad Lorenz de 1966 acerca de los mecanismos de disuasión de violencia que se han desarrollado para inhibir la agresión entre especies. Por ejemplo, cuando un perro va a ser atacado por otro, el más débil enseña la garganta. Este gesto disuade al atacante que cesa inmediatamente el ataque. Los seres humanos tendríamos un mecanismo análogo.

No obstante, como señala Blair, VIM no es la única herramienta cognitiva que determina nuestra actuación, sino que coexiste con otras que influyen y pueden determinar la respuesta social. En una situación de agresión el atacante puede

²³³ Nichols, S. (2002), “Norms with feeling: towards a psychological account of moral judgement” *Cognition*, 84: 221-236.

continuarla y un observador no iniciar una intervención. Según Blair, en ambos casos la predisposición de retirada de VIM habrá sido anulada.

Blair afirma, y eso es lo interesante y relevante para esta tesis, que este mecanismo cognitivo VIM es un prerrequisito para el desarrollo de tres aspectos fundamentales de la moralidad:

- Emociones morales: simpatía, culpa, remordimiento y empatía.
- Inhibición de la acción violenta.
- Diferenciación entre transgresiones morales/convencionales.

Como demuestra el caso de Gage y posteriormente el de Elliot, la práctica de convenciones y normas sociales podría perderse a causa de una lesión cerebral. De la misma manera, la historia de Gage, Elliot y personas con APD parecía mostrar una relación entre daños en la zona del córtex orbitofrontal (OFC) y daños en la toma de decisiones, entre ellas las morales. ¿Qué malograba este daño?

“Emotional influences are held to act as a biasing signal, such that when an individual contemplates options for action, the OFC engages knowledge related to feelings engendered by similar situations in the past. This information is used to select the action that is likely to be optimally advantageous. This type of biasing signal has the most influence when the future is uncertain. In patients with OFC lesions, this mechanism is compromised, accounting for undue reliance on immediate, as opposed to future, advantage and failure to adjust behaviour based on past experience. This theory’s elegance is that provides the crucial link between emotion and behaviour that can account for behavioural deficits found in OFC patients²³⁴”

La relación entre emoción y toma de decisiones cada vez parecía más estrecha y evidente. Ahora bien, ¿hasta qué punto estaba relacionada la emoción con los juicios morales?

²³⁴ Dolan, R.J. (1999), “On the neurology of morals” *Nature Neuroscience*, 2(11): 927-929.

5.3.2 Mentes morales: hacia una cognición moral.

Los estudios de pacientes con lesiones cerebrales mostraban una relación entre daño cerebral y daño moral²³⁵. La evolución del córtex prefrontal ha sido relacionada en varias ocasiones con la emergencia de la moralidad humana. Aunque otras regiones cerebrales son también importantes para la misma como es el caso de los lóbulos temporales.

El papel de la emoción en los juicios morales²³⁶ ha ido ganando cada vez más importancia. Además de que proporciona pistas acerca del porqué de las respuestas de los dilemas morales. Como he comentado anteriormente, la psicología moral estuvo dominada por modelos racionalistas de juicio moral (Kohlberg) en los que las emociones morales²³⁷ no jugaban un papel relevante en el juicio moral. Este paradigma comenzó a cambiar y se alzaron voces discordantes.

Una alternativa al modelo racionalista de Kohlberg fue proporcionada por J. Haidt (Haidt, 2001) quien propuso un modelo intuitivo social. Según este modelo cuando hacemos un juicio moral nuestras intuiciones morales (incluidas las emociones morales) son las que actúan primero y las que causan a la postre, el juicio moral²³⁸. Haidt se basa en esas situaciones en las que sabemos que algo está mal pero no somos capaces de articular el porqué, como el caso de los hermanos. Y, en la encuesta que realiza para su investigación, las personas que no se encuentran a favor del aborto.

“That participants were often “morally dumbfounded” that is, they would stutter, laugh, and express surprise at their inability to find supporting reasons, yet they would not change their initial judgement of condemnation²³⁹”

²³⁵ Entiendo la moral como un conjunto de costumbres y valores que comparte un grupo cultural y que guía la conducta social, sin valores morales absolutos (Moll et al. 2005).

²³⁶ No obstante, hay que situar a la cognición moral dentro de un contexto situacional y cultural. Jorge Moll la sitúa dentro de un marco E-F-E-C (del inglés *event-feature-emotion-framework*) En él integra cuestiones sociales, motivación y emoción con un conocimiento contextual (Moll, 2002).

²³⁷ Las emociones morales difieren de las básicas en que las primeras se relacionan con el bienestar común del agente o de la comunidad a la que pertenece (Moll, 2002).

²³⁸ En este punto se entrelaza con el acercamiento a la moral tanto de Hume como de Moore. El juicio moral no es una cuestión de razones sino de intuiciones.

²³⁹ Haidt, J. (2001), “The emotional dog and its rational tail: a social intuitionist approach to moral judgement” *Psychological Review*, 108(4): 814-834.

La conclusión a la que llega Haidt es que las reacciones afectivas son buenas predictoras de juicios morales. Cuanto más afectivamente esté cargado un evento, mayor poder tendrán nuestras intuiciones y emociones morales en determinar un tipo de juicio moral u otro. Por tanto, según el modelo intuitivo social el juicio moral es causado por intuiciones morales y es seguido, si es necesario, de un razonamiento moral. Este razonamiento se enmarcaría dentro de un proceso consciente por el que buscaríamos razones que justificasen porqué pensamos así²⁴⁰.

El modelo de Haidt proporciona una buena explicación de porqué sabemos cuándo en los dilemas morales decir que sí, como el dilema de la vagoneta. Según este modelo la intuición moral surge sin esfuerzo e inconscientemente. Gracias a esta intuición generamos un juicio moral con una valencia afectiva. Esta puede ser positiva, en tal caso aprobamos el evento. O bien puede ser negativa, lo rechazamos. Este modelo se compone de 4 procesos principales:

- i. **Juicio intuitivo:** el juicio moral aparece en la conciencia automáticamente y sin esfuerzo como resultado de intuiciones morales. Zajonc (Zajonc, 1980) mostró que las evaluaciones positivas y negativas ocurren rápidamente antes de que se den procesos conscientes.
- ii. **Razonamiento post hoc:** el razonamiento moral requiere un esfuerzo en el cual buscamos argumentos que apoyen los juicios ya realizados.
- iii. **Persuasión razonada:** en una posición moral siempre se encuentra un componente afectivo. La persuasión trabaja no proporcionando argumentos lógicos, sino intentando aumentar las valencias afectivas del que escucha y así cambiar sus actitudes.
- iv. **Persuasión social:** dentro de un grupo juega un papel muy importante la posición tomada por otros que actúan como fuerzas sociales.

²⁴⁰ Retomando el caso de los hermanos. Podemos argüir: “puede que se quedase embarazada” Argumento que no tiene validez puesto que sabemos que ella tomaba la píldora, además de que usaron condón. “Puede que fuese un abuso”, pero también sabemos que fue una relación consentida por ambas partes. Es un caso en el que puedes sentirte moralmente confuso y no encontrar razones para justificar el juicio moral.

Dentro de la cognición moral podemos establecer una diferencia entre emociones y valores morales. Podríamos afirmar que los procesos valorativos provocan la emoción y son éstas las que actúan como pesas empujándonos hacia un lado o hacia otro. Retomemos el dilema de la vagoneta/puente peatonal. ¿Por qué sabemos cuando está mal? Según Greene, la diferencia estriba en la emoción sentida en cada caso.

Joshua Greene es un filósofo que ha utilizado el fMRI para probar sus teorías acerca de cómo formamos juicios morales. Para ello utilizó dilemas morales como el de la vagoneta/puente peatonal en encuestas. La mayoría de los encuestados respondieron que era moralmente reprobable tirar a la persona, pero no tirar de la palanca. Según Greene esto se debía a que un dilema suscitaba una respuesta emocionalmente saliente mientras que otro no. Greene establece una diferencia entre:

- Dilemas personales morales. Tienen valor emocional.
- Dilemas impersonales morales. No tienen valor emocional.

Según los resultados obtenidos por el fMRI cuando nos encontramos ante un dilema personal moral las áreas cerebrales relacionadas con la emoción se encuentran más activas que cuando el dilema es impersonal.

“The behavioural data provide further evidence for the increased emotional engagement in moral-personal condition by revealing a reaction time pattern that is unique to that condition and that was predicted by our hypothesis concerning emotional interference. Moreover, the presence of this interference effect in the behavioural data strongly suggest that the increased emotional responses generated by the moral-personal dilemmas have a influence on and are not merely incidental to moral judgement²⁴¹”

Las emociones por tanto, no sólo juegan un papel esencial en la toma de decisiones sino que además de ser una parte esencial de la maquinaria neural

²⁴¹ Greene, J. et al. (2001), “An fMRI investigation of emotional engagement in moral judgement” *Science*, 294: 2105-2108.

(Damasio²⁴²), lo son de las decisiones morales (Haidt, Greene). La toma de decisiones depende de sistemas de memoria, pero también de emoción y sentimiento. Y, como han demostrado los estudios realizados a pacientes, el daño a alguno de estos sistemas compromete la habilidad de tomar decisiones ventajosas (Bechara, 2002).

Según la teoría de Greene, cuando sentimos una situación como una violación personal (dilema personal moral) la emoción actúa rápidamente y rechazamos actuar de una determinada manera. Es decir, cuando un acto es juzgado como personal es juzgado como impermisible (Nichols, Mallon, 2006) Ahora bien, ¿cuándo una violación moral puede ser considerada como personal?

“First, the violation must be likely to cause serious bodily harm. Second, this harm must befall a particular person or set of persons. Third, the harm must not result from the deflection of an existing threat onto a different party. One can think of these three criteria in terms “ME HURT YOU” The “HURT” criterion picks out the most primitive kinds of harmful violations, while the “YOU” criterion ensures that the victim be vividly represented as an individual. Finally, “ME” condition captures a notion of agency²⁴³”

Los dilemas que no encajan en ese esquema son considerados impersonales. Al contrario que los personales donde se dan los tres requisitos, Greene (Greene, 2004) sostiene que la diferencia entre violaciones personales e impersonales es en parte evolutiva. La evidencia procedente de la observación de grandes simios sugiere que nuestros ancestros vivían intensas vidas sociales guiadas por emociones como la empatía, celos, amor, etc. (de Waal, 2000). Desde un punto de vista evolutivo seguimos conservando esas disposiciones sociales-emocionales. Asimismo, el ser humano posee capacidades de dominio específico capaces de

²⁴² Aquí encuadraría la hipótesis del marcador somático de Damasio. Las influencias emocionales actúan como señales, como marcadores que marcan una tendencia en el individuo que contempla las acciones.

²⁴³ Greene, J et al. (2004) “The neural bases of cognitive conflict and control in moral judgment” *Neuron*, 44: 389-400.

generar razonamiento abstracto y sería igualmente extraño que éste no jugase ningún papel en el juicio moral (Greene, 2004). La hipótesis de Greene afirma que los juicios morales personales son conducidos por respuestas emocionales, mientras que los impersonales son determinados por respuestas más cognitivas. Esta afirmación responde a su “teoría de proceso dual” (Greene, 2007). Esta teoría une por un lado la afirmación de Haidt de que los juicios morales son fruto de procesos intuitivos, con la de Kohlberg acerca de que en la moralidad sólo intervienen procesos cognitivos. Por tanto, podemos diferenciar dos sistemas implicados en el juicio moral (tabla 5.8)

SISTEMAS QUE CONTRIBUYEN AL JUICIO MORAL			
SISTEMA	ANTECEDENTES	REACCIÓN AL DAÑO	REACCIÓN A VIOLACIONES
APECTIVO	Hunde sus raíces en las emociones sociales encontradas en primates	Está dañado en pacientes con APD y que han sufrido lesiones	Se acciona ante violaciones personales
COGNITIVO	Desarrollado en seres humano	No parece dañado en pacientes con APD y lesiones	No se acciona ante estímulos personales

Tabla 5.8. Sistemas que contribuyen al juicio moral.

Para demostrar su teoría de proceso dual Greene se basa por un lado en los resultados obtenidos por imágenes cerebrales, pero también en los tiempos de reacción RT (del inglés *reaction times*) de las personas participantes en la prueba. Parece ser que éstos aumentan cuando contemplamos dilemas personales considerados permisibles, en comparación con los impermisibles. Greene pone como ejemplo el dilema del infanticidio como un dilema personal considerado permisible.

El dilema tiene como protagonista a un hombre que se ve obligado a refugiarse con sus hijos y otras personas en un sótano huyendo de soldados malvados. El protagonista tiene en brazos a su bebé que no cesa de llorar poniendo en peligro la vida del resto de personas que se encuentran en el sótano, puesto que si son descubiertos los soldados acabarán con la vida de todos incluido el bebé. Él pone su mano sobre la boca del infante pero sabe que si continúa así acabará asfixiándolo. ¿Es moralmente permisible que lo asfixie?

Según Greene, en este tipo de dilemas los tiempos de respuesta aumentan en relación al de otros dilemas considerados también personales. Este aumento se debe a que los procesos emocionales y cognitivos compiten por ofrecer una respuesta prepotente. Por un lado, emocionalmente no queremos que el bebé muera, pero cognitivamente sabemos que es la solución más sensata. Las respuestas cognitivas que evoca el dilema se enfrentan a las emocionales. Greene compara este efecto con el efecto Stroop.

El efecto Stroop es un efecto estudiado en psicología que demuestra que las personas somos lentas al nombrar el color de la tinta cuando aparece con un nombre incongruente. Ejemplo:

VERDE, ROSA, NEGRO, VIOLETA

En el dilema del infanticidio nuestra respuesta emocional es decir ¡no!, de la misma manera que diríamos ¡verde! al intentar señalar que la tinta es roja. Necesitamos tener un control cognitivo²⁴⁴ para señalar que la tinta es roja, amarilla, negra, etc. De la misma manera, necesitamos ese control cognitivo para superar las respuestas socioemocionales prepotentes propias de los dilemas personales difíciles como el caso del infanticidio.

Asimismo, las imágenes cerebrales ante este tipo de dilemas muestran un aumento en la actividad del córtex cingular anterior, área asociada con el conflicto cognitivo en la tarea del efecto Stroop entre otras, y un aumento de la actividad del

²⁴⁴ En psicología el control cognitivo refiere a la habilidad para guiar la atención, el pensamiento y la acción de acuerdo con unas metas o intenciones, en particular cuando nos encontramos ante presiones en competencia.

córtex prefrontal dorsolateral (DLPFC) relacionado con la emisión de juicios utilitaristas (propios de los dilemas impersonales). Estas pruebas llevan a Greene a reafirmarse en su idea de que la gente con daños cerebrales en zonas relacionadas con la emoción, tienden a hacer juicios más utilitaristas.

“The thought of pushing someone in front of a trolley elicits a prepotent, negative emotional response (supported in part by the medial prefrontal cortex) that drives moral disapproval. People also engage in utilitarian moral reasoning (aggregate cost-benefit analysis), which is likely subserved by the dorsolateral prefrontal cortex (DLPFC). When there is no prepotent emotional response, utilitarian reasoning prevails²⁴⁵”

La teoría de proceso dual de Greene implica una separación entre la zona del cerebro implicada en juicios más utilitaristas y cognitivos (DLPFC) y la encargada para la generación normal de juicios personales o emocionales (VMPFC). Por lo que el daño en una haría que el paciente profiriese juicios de un tipo o de otro. Es decir, una persona con daño en la zona relacionada con la emoción (VMPFC) sería más racional profiriendo ante dilemas morales juicios más utilitaristas. Y al contrario si el daño era la zona más cognitiva²⁴⁶.

Es evidente que aún quedan muchos problemas que resolver en el campo de la neurociencia cognitiva moral y por ende la neurociencia de la ética. No obstante, gracias a los avances que se están realizando en este campo el análisis de problemas filosóficos es a mí entender, mucho más rico y productivo. La neurociencia tiene mucho que ofrecer a la filosofía y en esta tesis al análisis de la controversia de las células madre. Es indudable que en esta controversia anida un dilema moral: investigar o no. Los científicos se encuentran también ante este dilema. Ahora bien, la neurociencia de la ética nos aporta algo muy importante: en estos dilemas la emoción tiene un papel fundamental en estos juicios morales. Si como he venido

²⁴⁵ (2007) “Why are VMPFC patients more utilitarian? A dual-process theory of moral judgment explains” *Trends in Cognitive Science*, 11(8): 322-323.

²⁴⁶ No obstante, parece que esto no siempre es así. Actualmente existe una disputa en este tema. Koenig (Koenig et al. 2007) publicó un estudio que contradecía las tesis de Greene. En estos estudios pacientes con daño en el córtex prefrontal ventromedial (VMPC) hacían juicios utilitaristas también defectuosos ante dilemas morales. Hecho que parece indicar que los juicios morales emergen de la integración, más que del conflicto, entre los mecanismos emocionales y cognitivos (Moll, Souza, 2007)

remarcando la investigación en parte está sesgada por estos juicios morales, el papel que está jugando la emoción en la controversia no debe desdeñarse. Antes bien, debe ser introducido y analizado como uno de los factores relevantes en la controversia. Como dice Greene, es el conflicto emocional quien proporciona el detonante de un dilema moral. Y, ¿no son las cuestiones más complejas las que suscitan más pasión?

6. EL PAPEL DE LAS EMOCIONES EN LAS CONTROVERSIAS CIENTÍFICAS

“If even scientific thinking is legitimately emotional then the traditional division between reason and emotion becomes totally unsupportable”

Paul Thagard, 2004

A lo largo de la tesis he intentado demostrar que muchos de los argumentos vertidos en la controversia de las células madre descansan más sobre motivos ético/morales que epistémicos. El capítulo anterior, me ha servido para mostrar cómo la emoción está jugando un papel fundamental en los juicios morales, como pone de relieve los diferentes estudios realizados en neurociencia cognitiva. Este hecho me lleva a afirmar que son las emociones morales inconscientes de las que habla Greene, las que están desarrollando un papel protagonista en la controversia y en su desarrollo. Las alusiones a factores emocionales en la práctica científica se han tomado como un argumento de la irracionalidad de la ciencia. No obstante, el estudio que está llevando a cabo las neurociencias proporciona una explicación racional de la incursión de la emoción en la práctica científica y por ende de las controversias que forman una parte inextricable de la misma. Estas emociones están repercutiendo en diferentes esferas:

- Decisiones que están haciendo los científicos hacia la propia investigación.
- Decisiones de los gestores en el diseño de las políticas científicas.
- Actitud de la sociedad civil ante la propia investigación.

El papel que están jugando las emociones no debe subestimarse, como tradicionalmente se ha hecho a lo largo de la historia, puesto que nos encontramos con que estos juicios morales son los que están sesgando el avance de la investigación y determinándola. La fuerza conductora de la controversia está siendo más una cuestión de creencias y valores no tolerantes que datos y valores puramente objetivos y científicos.

“Los científicos toman decisiones morales que no forman parte de un subgrupo de valores no epistémicos y ajenos a la dinámica interna de la ciencia, sino que están anclados en su práctica diaria, puesto que forman parte de sus decisiones y juicios. La diferencia, a nuestro entender, entre los que admiten

y los que rechazan la investigación con células madre es similar al dilema de la vagoneta. Para unos es un dilema moral persona, pues ven en un blastocisto a un ser humano. Para otros es un dilema impersonal: sólo ven un conjunto de células. La diferencia entre los que están a favor y en contra es el componente afectivo que cada uno vierte en tal cuestión. La emoción es la que está modulando los razonamientos acerca de la moralidad de tales investigaciones²⁴⁷”

Es necesario integrar en el análisis de las controversias los valores ético/morales y analizar el papel jugado en las mismas. Sólo así se tendrá una visión lo suficientemente amplia que permita una reflexión rica acerca de la dinámica científica. Somos animales con tendencia a crear creencias y a aferrarnos a ellas. Estas creencias a menudo van asociadas a emociones morales –las que motivan la conducta- cuando nos encontramos ante nuevas situaciones no sólo nuestras creencias anteriores sino también nuestras emociones son relevantes para la posición que tomaremos al respecto. Y en ninguna circunstancia resulta más evidente que cuando los datos científicos trastocan los fundamentos de nuestras convicciones personales. Asimismo, los científicos oponen la misma resistencia ante nuevos datos que cuestionan no sólo sus teorías, sino también sus propias creencias.

Este es un punto esencial de análisis en las controversias científicas. Hasta qué punto son las emociones implicadas en las creencias las que determinan la posición adoptada en la controversia de las células madre. Y de qué manera podemos neutralizar los sesgos producidas por las mismas.

²⁴⁷ Delgado, M. & Vallverdú, J. (2007) “Valores en controversias: la investigación con células madre” *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 9 (3): 9-31.

6.1 De vuelta a la controversia.

“Empezamos con la investigación sobre células madre embrionarias, algo que para mí, es un campo de estudio necesario, sin duda alguna; pero muchos se oponían a él con el argumento de que no tenía nada que ver con la bioética, y mucho menos con la ciencia. Tuve ocasión de constatar que nuestro sistema de creencias personales puede teñir nuestras opiniones sobre otros asuntos que deberían considerarse con independencia de aquél”

Michael Gazzaniga en el Comité de Bioética.

Desde Platón el punto de vista dominante ha considerado a las emociones como diferentes a los procesos racionales y toma de decisiones. Es más, su sola presencia garantizaba el mal funcionamiento de estos procesos. La filosofía, por su parte, ha potenciado esta actitud. La filosofía analítica tradicionalmente ha ignorado el papel de las emociones para la epistemología. Asimismo, desde la filosofía de la ciencia se negaba la intrusión de las emociones en la ciencia y especialmente en la toma de decisiones llevada a cabo en el proceso científico.

En los momentos de controversia científica y si atendemos al papel desarrollado por los científicos en la misma, claramente se vislumbra que las decisiones que tomen tendrán repercusiones en la disputa. No hay que olvidar que el científico es el experto por excelencia. A él se recurre para asesorar en los procesos de diseño de políticas y legislaciones que regularán la ciencia en cuestión.

En la investigación con células madre, el programa de investigación elegido por el grupo de investigación y por ende sus resultados repercutirán en la controversia. Especialmente cuando sabemos que estos resultados se exportan a la opinión pública y también sirven de base para crear legislaciones que regulan la investigación. Por tanto, debemos preguntarnos si la emoción juega algún papel en los procesos de toma de decisiones de los científicos y no sólo a través de los juicios morales que continuamente permean la investigación.

La tesis que sostengo es que la controversia de las células madre ha mutado hasta convertirse parte de ella en una controversia ética o emocional. Una controversia emocional que en sí misma no deja de ser científica, sino en la que las emociones y los juicios morales actúan en sí mismos como los valores epistémicos que a menudo siguen los científicos implicados en la investigación. Esta peculiaridad requiere de un análisis que reflexione acerca del papel que la emoción juega en la misma.

En el estudio de la controversia de las células madre uno rápidamente percibe que los científicos han tomado partido por un bando concreto. En este caso pro y anti investigación con *esc*. A menudo, esto es fácilmente observable leyendo artículos y declaraciones cómo desarrollan adhesiones emocionales hacia su propio bando y cómo aceptan acríticamente resultados favorables para cada uno de ellos. No hay que olvidar que los investigadores de un determinado grupo que ha decidido investigar con un tipo de células deben compartir ciertos presupuestos, pero también, y esto es lo más relevante, ciertos valores que les permitan realizar la investigación. La célula debe ser aceptada no sólo científicamente, sino también éticamente.

No obstante, basar los presupuestos científicos en ideas éticas no es de recibo en la práctica científica que se jacta de ser el parangón de la racionalidad y donde se considera a la ética como poco menos que subjetiva. Y está claro que si un científico que fuese honesto comunicase su rechazo a investigar con una *esc* por razones morales, no sería tomado en serio por el resto de colegas. Esto conduce a que en la controversia de las células madre abunden los argumentos científicos que sirven como disfraz de argumentos basados en cuestiones morales o religiosas. Un ejemplo muy claro de esta práctica es el científico David Prentice entre otros.

En el capítulo 3 de esta tesis remarqué que uno de los mayores problemas a los que se enfrenta la investigación *esc* es que para obtenerlas hay que destruir un

embrión. La postura en contra que se basa en razones morales la tacha de inmoral. Quienes sostienen esta opinión lo hacen a partir de su creencia de que un embrión es un ser humano. Por tanto, destruirlo es *inmoral*. Pero existe otra posición entre los que critican la investigación, y es tacharla de *innecesaria*. En mi opinión, son más honestos los situados en la primera que en la segunda posición. Puesto que actualmente no se ha demostrado científicamente que las *asc* tengan la misma potencialidad que las *esc*, principal premisa de la segunda posición.

Los estudios de pluripotencialidad de *asc* se han basado en datos y experimentos científicos. El escollo principal al que se han tenido que enfrentar es que muchos de los mismos no han podido ser reproducidos por laboratorios independientes. Si a esto le añadimos que cuando comenzó a investigarse con células madre no existía un protocolo establecido, es cuanto menos muy aventurado afirmar que estas células iban a sustituir a las *esc*.

PROBLEMAS ASC	PROBLEMAS ESC
* Dificil de identificar en cultivos	* Dificultad para mantenerlas en cultivo
* Dificultad para aislarlas	* Formación de teratomas
* Dificultad para hacerlas crecer	* Dificultad para su diferenciación
* Dificultad para diferenciarlas entre otras células	* Rechazo inmune
* Baja eficiencia en cultivos	* Inestabilidad genómica
* Insuficientes para su uso terapéutico	* Pocos y modestos resultados en humanos

Tabla 6.9 Problemas de la investigación con células madre.

Los problemas de las *esc* son ampliamente remarcados por los que están en contra de la investigación. Pero, los estudios con *esc* arrancan hace diez años mientras que las investigaciones con las *hsc*, las células madre adultas más importantes, se retrotraen más atrás en el tiempo (década de los 60). Por lo que no es de extrañar que las terapias con *hsc* tomen la delantera a las *esc*, aunque sea en su

propia línea germinal. Aún así se insiste en remarcar el potencial de las células madre adultas:

“Yet when Prentice went before the senators, he offered a dramatic solution to the dilemma. There have been "a wealth of scientific papers published over the last few years" showing that adult stem cells, which can be obtained without destroying an embryo, have virtually the same qualities as embryonic stem cells, he testified. The important science can go forward, he said, but without the need for either embryonic stem cells or the controversy.

This has become a key assertion - in editorials, in debates, on antiabortion websites - of opponents of embryo research, but most stem cell specialists say it is simply wrong. A wave of recent experiments has cast grave doubts on the ability of adult stem cells to become a wide range of cells.”²⁴⁸

Otra táctica seguida por Prentice y compañía es señalar continuamente los problemas de las *asc*. Es decir, como parece que por el momento es poco probable que las *asc* vayan a tener el mismo potencial que las *esc*, además de que pocos en la comunidad científica creen en estas cifras, se centran en los problemas con los que cuentan las células madre embrionarias. Estos problemas son muy reales y es una incógnita si en un futuro llegarán o no a solventarse. No obstante, y ahí reside lo curioso, los mismos detractores se han movilizado hacia las *iPS* que curiosamente tienen los mismos, sino más problemas que las *esc*. Y es que una *iPS* es una célula convertida en célula madre embrionaria. Aún así se afirma que estas células son claramente superiores a las *esc*²⁴⁹ sin duda por cuestiones morales más que científicas.

Cuando David Prentice afirma que las *asc* han curado muchas más enfermedades que las embrionarias se le olvida decir que todas ellas son sanguíneas. Es decir, ligadas a su línea germinal. Sin restar mérito al potencial terapéutico de las mismas no hay que olvidar que estas células llevan años

²⁴⁸ Cook, G. (2004) “From adult stem cells come debate” *The Boston Globe*, 1 Nov.

²⁴⁹ Remito al informe redactado por la coalición Do No Harm claramente contraria a la investigación con *esc*. Y entre los que encontramos, como no podía ser de otra manera a David Prentice. <http://www.stemcellresearch.org>

investigándose (Smith et al. 2006, Grompe, 2007) Prentice es un ejemplo de cómo se puede ser correcto en los hechos que describe pero insincero en la verdad. Es cierto que hace 24 años que se investiga con células madre embrionarias, pero sólo 10 con células madre embrionarias humanas.

“Adult stem cells have now helped patients with at least 65 human diseases. It’s real help for real patients. From embryonic stem cells the score is zero –not a single patient has benefited from embryonic stem cells. After 24 years of research with embryonic stem cells, they are still risky for experimental animals, all too often forming tumors or misplaced in rats and mice”²⁵⁰

La desinformación generada por los propios científicos implicados en la investigación es la que llega al público mediante los medios de comunicación y la que a menudo soporta las leyes. Como es el caso de Estados Unidos que basó sus decisiones sobre la legalidad de la investigación basándose en los informes del propio Prentice. Otro científico que se encuentra en la línea de Prentice es Jean Peduzzi-Nelson, profesor asociado en el Departamento de Anatomía y Biología Celular de la Wayne State University School of Medicine en Detroit.

“The "great promise" of embryonic cells is often stated by scientists that either hold key patents or are strongly supported by biotech companies pursuing embryonic cells commercially.(...)

Furthermore, there are numerous supporting studies that stem cells derived from adults have the same potential. Sources of adult stem cells include the skin, fat, bone marrow stromal cells, umbilical cord and many other sites in the body.

The "rapid proliferation of embryonic stem cells" is rather ironic claim in that the quality cited for the superiority of

²⁵⁰ Prentice, D. (2005) “Live patients & dead mice” *Christianity Today*, 30/9.

embryonic stem cells is actually responsible for causing serious problems. Rapid growth is not always a desirable quality, as clearly seen with weeds in a garden or cancer in the body.”²⁵¹

A Peduzzi se le olvida mencionar los estudios que relacionan el nicho de las células madre adultas como método de control para proliferación excesiva de estas células cuyo crecimiento descontrolado, al igual que el de las *esc*, no es deseable.

Esta clara oposición a la investigación con *esc* no es patrimonio exclusivo de estos científicos. Otro claro oponente a esta investigación especialmente a la clonación terapéutica es Leon R. Kass presidente del Comité de Bioética de Estados Unidos. Él se refiere a un sentimiento repugnante que siente cuando oye hablar de la clonación humana. Si tenemos en cuenta los esfuerzos que se han hecho por relacionar la clonación terapéutica con la clonación humana el *efecto ¡puaj!* que le causa la segunda, probablemente le cause la primera.

“Revulsion is not an argument; and some of yesterday’s repugnances are today calmly accepted — though, one must add, not always for the better. In crucial cases, however, repugnance is the emotional expression of deep wisdom, beyond reason’s power fully to articulate it. Can anyone really give an argument fully adequate to the horror which is father-daughter incest (even with consent), or having sex with animals, or mutilating a corpse, or eating human flesh, or even just (just!) raping or murdering another human being? Would anybody’s failure to give full rational justification for his or her revulsion at these practices make that revulsion ethically suspect? Not at all. On the contrary, we are suspicious of those who think that they can rationalize away our horror, say, by trying to explain the enormity of incest with arguments only about the genetic risks of inbreeding.

The repugnance at human cloning belongs in this category. We are repelled by the prospect of cloning human beings not because of the strangeness or novelty of the undertaking, but because we intuit and feel, immediately and without argument,

²⁵¹ Peduzzi-Nelson, J (2006) “Adult cells are behind much of stem cell success so far” *Milwaukee Journal Sentinel*, 2 Sept.

the violation of things that we rightfully hold dear. Repugnance, here as elsewhere, revolts against the excesses of human willfulness, warning us not to transgress what is unspeakably profound. Indeed, in this age in which everything is held to be permissible so long as it is freely done, in which our given human nature no longer commands respect, in which our bodies are regarded as mere instruments of our autonomous rational wills, repugnance may be the only voice left that speaks up to defend the central core of our humanity. Shallow are the souls that have forgotten how to shudder.”²⁵²

Es importante señalar por tanto, que estos argumentos están basados más en convicciones personales que en los datos científicos y lo más importante, se están colando en el propio discurso científico. No obstante, se sigue reconociendo a Prentice como “un experto reconocido internacionalmente en la investigación con células madre y clonación”. Sin negar su capacidad científica hay que reconocer su clara oposición ideológica a las *esc*, convirtiéndose en el adalid de los científicos más anti-científicos.

Los activistas contrarios a la investigación con células madre embrionarias han centrado parte de su discurso en la idea de que existe un desacuerdo científico entre el potencial relativo de las *asc* vs *esc* y eso no es completamente cierto. El desacuerdo no es entre científicos y qué líneas tienen el mayor potencial. La vasta mayoría de la comunidad dedicada al estudio de las células madre ve los dos tipos de investigación complementaria y cree que el estudio en ambas debería ser perseguido. El desacuerdo es entre los que creen que todos los tipos de investigación deberían continuarse, y los que únicamente legitiman las líneas de células madre adultas y células madre pluripotentes inducidas o *iPS*.

Es importante reflexionar acerca de la conveniencia o no de dejar de lado una investigación prometedora como la de las células madre embrionarias basándonos en estas convicciones personales o *efectos ¡puaj!* como muy bien ilustra la cita de Kass. Probablemente investigaciones anteriores produjeron el mismo

²⁵² Kass, L. R (1997) “The Wisdom of Repugnance.” *New Republic*, 216 (22).

rechazo intuitivo, que no es otro que el que señala Haidt y que he comentado en el capítulo 5 de esta tesis. Investigaciones prometedoras pero que chocaban con las creencias y convicciones personales produciendo un rechazo emocional. Hasta qué punto hemos de abandonarnos a esta emoción, a este rechazo en una empresa científica es complicado. Pero lo que es claro es que hay que analizar este factor y su influencia en las controversias científicas que bien podrían llamarse “controversias emocionales”. Tipos de controversias donde los datos científicos no son suficientes para llegar a un consenso y donde el elemento predominante son problemas éticos y morales y, dónde nuestras emociones y creencias nos dictan qué posición tomar.

6.2 El científico emocionado: hacia una coherencia emocional

“Like all people, scientists are emotional beings, and their emotions may lead to distortions in their scientific works if they are attached to values that are inimical to the legitimate aims of science”

Paul Thagard, 2004.

Una de las principales fuentes de la controversia es la oposición desencadenada por las creencias de quienes están implicados en la misma. El choque entre estas creencias y los intereses del propio investigador no siempre se ha resuelto de forma negativa para la investigación con células madre embrionarias, como es el caso de Prentice y de Peduzzi.

Un ejemplo de esto es Francis Collins que además de un devoto cristiano es el director del US National Genome Research Institute de Maryland

“ Francis Collins, head of the US National Human Genome Research Institute in Bethesda, Maryland, and a devout Christian, has described himself as being "intensely conflicted" over stem-cell research. "It is a classic example of a collision between two very important principles," he says. The opposition to stem-cell research cannot be dismissed as merely 'anti-science'. Most religious traditions sincerely value medicine and science, and make a serious effort to reconcile scientific thinking with doctrine”²⁵³

²⁵³ Reichhardt, T. et al. (2004) “ Religion and science: studies of faith” *Nature* 432: 666-669.

La investigación con células madre embrionarias suscita una serie de interrogantes a las personas con firmes creencias acerca de cuándo comienza una vida humana. Para aceptar dicha investigación es necesario encontrar un sitio entre nuestras propias creencias para poder acomodar los posibles beneficios. La forma de lograr esto es a veces muy curiosa. Paul McHugh es un doctor que forma parte también del Consejo Presidencial de Bioética y también es católico. A él se le presenta un dilema. Por un lado apoya la investigación sobre la clonación reproductiva, pero por otro tiene la creencia personal de que la investigación con embriones no es moralmente aceptable. ¿Cómo solucionar dicho dilema? Convenciéndose de que un embrión terapéutico no es un cigoto. Y qué mejor forma de ello que cambiando su terminología:

“It seemed to me that most of our disagreements rested on different attitudes generated, interestingly, by the same view of SCNT. This view maintains that there is no ethically important difference between a blastocyst derived from in vitro fertilization and one derived from SCNT. Thus, if one holds that deriving embryonic stem cells from in vitro fertilization should be illicit; this conclusion would also apply to SCNT, and vice versa.

I, however, see a distinction between the two procedures that sanctions different practices involving their products. In my view, SCNT resembles tissue culture, whereas in vitro fertilization represents instrumental support for human reproduction (...) I suggested that, since we call the first cell produced by fertilization the zygote, we dub the combination of nucleus and enucleated ovum that launches SCNT the “clonote”²⁵⁴

Según Michael Gazzaniga el ser humano se caracteriza porque nos encanta formar creencias y aferrarnos a ellas. No obstante, cuando nos encontramos ante situaciones nuevas no sólo nuestras creencias, sino también nuestras emociones son relevantes para la posición que tomamos al respecto. En el caso de la controversia

²⁵⁴ McHugh, P.R (2004), “Zygote and “clonote” –The ethical use of embryonic stem cells” *New England Journal of Medicine*, 351(3): 209-211.

de las células madre queda muy claro. Ante la idea de destruir un blastocisto podemos reaccionar de dos maneras. Puede producirnos desagrado, incluso asco y rechazarla, o puede que no sintamos nada y aceptemos la investigación basándonos en otro criterio. Por ejemplo los posibles beneficios que traerían las terapias.

“En ninguna circunstancia resulta más evidente la capacidad humana de formarse y defender creencias que cuando los datos científicos trastocan los fundamentos de las convicciones personales. No sería difícil elaborar una historia que describiera cómo cierta persona con un conjunto de valores religiosos se resiste al análisis biológico de tal o cual hallazgo, con el afán de reafirmar su creencia. Hay muchas historias de este tipo, pero no llegan al fondo de la cuestión. Los propios científicos oponen la misma resistencia al cambio ante nuevos datos que cuestionan sus teorías. Todos nos aferramos a nuestras creencias”²⁵⁵

Como señala Gazzaniga a las creencias se puede llegar por muchos caminos. Para algunos, la religión le aporta el sistema de creencias que le guía durante su vida. Un científico incorpora reglas y códigos que le sirven para formarse creencias que le servirán para su determinado campo de estudio. Según Gazzaniga, el ser humano reacciona de modo instintivo ante los acontecimientos y el cerebro, mediante un sistema especializado²⁵⁶, interpreta la reacción que forma la base de nuestras creencias (Gazzaniga, 2000). Parece ser que el cerebro además continuamente construye comentarios hedónicos de la situación en la que se encuentra. Estos comentarios se traducen en valencias bueno/malo que se crean de forma inconsciente y que acompañarían a estas creencias.

“The brain continuously constructs an affective or hedonic commentary of the current state of affairs, and this commentary

²⁵⁵ Gazzaniga, M(2006) *El cerebro ético*. Barcelona, Paidós. P. 151.

²⁵⁶ El sistema especializado al que se refiere Gazzaniga es el hemisferio izquierdo del cerebro. Remito al siguiente artículo: Gazzaniga, M. (2000) “Cerebral specialization and interhemispheric communication. Does the corpus callosum enable the human condition?” *Brain*, 123: 1293-1326.

is adequately summarized by a single value. (...) The continuous Good/ Bad commentary is not necessarily conscious. When it is conscious, it is experienced as pleasure or distress, with a corresponding acceptance or rejection of the stimulus”²⁵⁷

En el caso de los científicos damos por hecho que comparten las mismas capacidades fisiológicas que el resto de seres humanos, por lo que estos procesos también deben afectar a las decisiones que toman en su práctica diaria. Estas decisiones deben ser compatibles con la red entera de creencias sostenidas por el sujeto teniendo en cuenta que en estas creencias van ancladas emociones. Es por ello que en momentos de controversia esta compatibilidad a veces se ve amenazada. ¿Qué papel juega la emoción en todo ello?

Paul Thagard es un filósofo que ha integrado la emoción en los procesos cognitivos incluidos los científicos. Ante el sisma existente entre emoción y cognición él apuesta por una cognición emocional. Es decir, un proceso donde la cognición y la emoción interactúan para producir diferentes tipos de pensamiento. Según Thagard, reflexionar sobre la cognición como cognición emocional puede ayudar a mejorar el estudio del pensamiento influenciado por factores emocionales. Así como para diferenciar entre casos donde las emociones fomentan buenas decisiones y dónde no (Thagard, 2006).

Sin duda, la controversia de las células madre parece un buen sitio que analizar a partir de una cognición emocional. Sólo así podrá demostrarse si las creencias y emociones son quienes están sesgando la investigación diferenciando entre pensamiento deseable e indeseable.

Los análisis acerca de la cognición y la emoción han estado dominados por tres perspectivas:

- ❖ Hipótesis de la independencia afectiva: la emoción es procesada independientemente de la cognición. Dentro de esta perspectiva se encuentran los trabajos de Joseph LeDoux que proponen que la amígdala podría suscitar la emoción antes de que la información llegase al córtex (LeDoux, 1996).

²⁵⁷ Kahneman, D (1999) “Objective happiness” en Kahneman, D. Diener, E. Schwarz, N (ed) *Well-Being: The Foundations of Hedonic Psychology*. New York, Russell Sage Foundation. P. 7-8.

- ❖ Hipótesis de la primacía afectiva: los procesos afectivos no sólo son independientes de los cognitivos, sino también son superiores a los mismos precediéndola. (Zajonc, 1984)
- ❖ Hipótesis de la automaticidad afectiva: los pensamientos pueden controlarse mejor que las emociones. Mientras que uno puede decidir en qué pensar no puede decidir qué sentir. Aunque parece que esto no siempre sería así:

“The evidence suggests that when affect is salient and processing demands are relatively low, emotional information may engage attention. But when processing demands are high and affective stimuli are not of attention, affect will not “capture” attention. Such findings limit the conditions for automaticity, and, as cognitive psychology has already discovered, processing relies on attention, even for affective stimuli”²⁵⁸

Algunos autores apuestan por un punto medio entre la interacción entre emoción y cognición. Como señala Lazarus “la emoción no puede ocurrir sin la cognición y la motivación” (Lazarus, 1999). Sin olvidar que parece ser que la emoción modula algunos de los los procesos cognitivos (Storbeck et al. 2007).

La emoción influye en varios procesos cognitivos. Existen estudios que demuestran cómo nuestras emociones afectan a nuestras decisiones. Siendo esencial también para las mismas el humor en el que nos encontramos.

“Individuals who are in a happy mood are more likely to adopt a heuristic processing strategy that is characterised by top-down processing , with high reliance on pre-existing knowledge structures and relatively little attention to the details and hand. In contrast, individuals who are in a sad mood are more likely to adopt a systematic processing strategy that is characterised by bottom-up processing, with little reliance on pre-existing

²⁵⁸ Storbeck, J. & Clore, G. (2007) “On the interdependence of cognition and emotion” *Cognition and Emotion*, 21(6): 1212-1237.

knowledge structures and considerable attention to the details at hand”²⁵⁹

Parece ser que cuando estamos embargados de sentimientos²⁶⁰ positivos éstos nos conducen a una mayor flexibilidad cognitiva facilitándonos la solución de los problemas (Isen, 1998). Esto se debería a que este buen humor aumenta la habilidad de la persona para organizar ideas de diferentes maneras, gracias a que accedemos a varias alternativas cognitivas.

La separación entre cognición y emoción se hace cada vez más insostenible a la luz de los diferentes estudios que se están realizando.

“Reasoning is a particular kind of thinking in which decisions are made or beliefs are acquired as the result of the comparative evaluation of different options with respect to various kinds of evidence. Contrary to standard philosophical assumptions, reasoning is often an emotional process, and improving it requires identifying and assessing the impact of emotions”²⁶¹

Según Thagard las teorías sobre la emoción han caído en dos modelos principales:

- ❖ Emociones contempladas como evaluaciones. Teoría cognitiva de la emoción. Las emociones son juicios que llevan a cabo una evaluación de la situación. Posición representada por Martha Nussbaum:

“Las emociones, comportan juicios relativos a cosas importantes, evaluaciones en las que atribuyendo a un objeto externo relevancia para nuestro bienestar, reconocemos nuestra

²⁵⁹ Schwarz, N (2000) “Emotion, cognition, and decision making” *Cognition and Emotion*, 14(4): 433-440.

²⁶⁰ Antonio Damasio afirma que primero tenemos emociones y luego sentimientos. La razón de que esto sea así es por una razón evolutiva. La emoción por tanto, genera el sentimiento (Damasio, 2005)

²⁶¹ Thagard, P. (2006) *Hot Thought: Mechanisms and Applications of Emotional Cognition*, Cambridge (Ma), MIT Press. P.3

naturaleza necesitada e incompleta frente a porciones del mundo que no controlamos plenamente”²⁶²

❖ Emociones como respuestas a estados fisiológicos. Teorías somáticas de la emoción. Dentro de esta línea se situaría William James y Antonio Damasio.

“La cadena empieza con la aparición del estímulo emocionalmente competente. El estímulo, un objeto o situación determinados realmente presentes o rememorados, a partir de la memoria, llega al cerebro (...) En términos neurales, las imágenes relacionadas con el objeto emocionalmente competente han de representarse en uno o más de los sistemas de procesamiento sensorial del cerebro, como las regiones visual o auditiva. Llamemos fase del proceso a esta representación. Con independencia de lo fugaz que sea la representación, las señales asociadas a la presencia de dicho estímulo se hacen disponibles para una serie de lugares desencadenadores de emociones en otra parte del cerebro.”²⁶³

Thagard intenta integrar ambos modelos a partir de la noción de coherencia emocional. Pero antes de analizar el modelo de coherencia emocional es necesario echar un vistazo a la teoría de coherencia de Thagard.

Thagard utiliza la noción de coherencia para construir una teoría cognitiva que integre el papel de la coherencia en el pensamiento humano. Cuando otorgamos sentido a un texto, evento, situación, etc. necesitamos construir una interpretación que encaje con la información disponible que poseemos. Cuando esto sucede se produce una coherencia entre ambas interpretaciones. La mejor interpretación posible, señala Thagard, es aquella más coherente. Entendiéndose la coherencia en

²⁶² Nussbaum, M. C (2008) *Paisajes del pensamiento. La inteligencia de las emociones*. Barcelona, Paidós. Otro exponente de autor que trata las emociones como evaluaciones sería R. Solomon; Solomon, R.C (2007) *Ética emocional. Una teoría de los sentimientos*. Barcelona. Paidós.

²⁶³ Damasio, A. (2005), *En busca de Spinoza. Neurobiología de la emoción y los sentimientos*. Barcelona. Crítica. p.60.

términos de máxima satisfacción de múltiples constreñimientos tipificados de la siguiente manera (Thagard, 2000):

1. Los elementos son representaciones como conceptos, proposiciones, partes de imágenes, acciones, metas, etc.
2. Los elementos pueden ser coherentes entre ellos (encajar) o incoherentes (no encajan, son incompatibles). Relaciones de coherencia incluyen: explicación, deducción, asociación. Las de incoherencia, inconsistencia, incompatibilidad.
3. Los elementos se dividen entre los que son aceptados y los que son rechazados.
4. Un constreñimiento positivo entre 2 elementos podrá ser satisfecho aceptando o rechazando los elementos.
5. Un constreñimiento negativo entre 2 elementos sólo puede satisfacerse aceptando uno y rechazando el otro.
6. El problema de la coherencia consiste en dividir un conjunto de elementos en conjuntos aceptados y rechazados de manera que satisfaga el máximo posible de constreñimientos.

En el modelo propuesto por Thagard, una hipótesis es aceptada si y sólo si maximiza la coherencia global entre diferentes piezas de evidencia y ofrece una coherencia mayor que las hipótesis en conflicto con quienes compite. En un proceso de toma de decisiones el principio sería “acepta una representación si y sólo si es coherente máximamente con el resto de tus representaciones” (Thagard, 2000).

No obstante, Thagard propone que para que los elementos puedan ser máximamente coherentes entre ellos deben ser también coherentes emocionalmente. Es decir, los elementos en los sistemas de coherencia tienen, en adición para ser aceptados, una valencia que puede ser positiva o negativa²⁶⁴. Thagard denomina a este tipo de coherencia “coherencia emocional”

“When people make judgements, they not only come to conclusions about what to believe, they also make emotional assessments. For example, the decision to trust people is partly

²⁶⁴ Algunos elementos tienen valencias intrínsecas, otros la adquieren en relación a éstos.

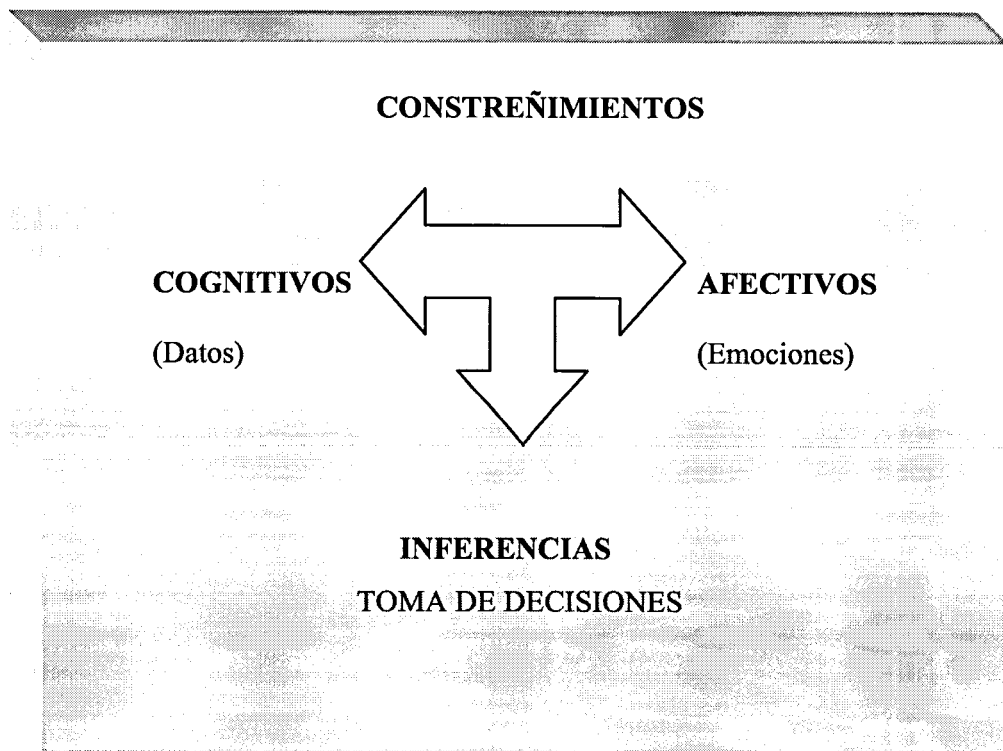
based on purely cognitive inferences about their plans and personalities, but also involves adopting emotional attitudes toward them. The theory of emotional coherence serves to explain how people's inferences about what to believe are integrated with the production of feelings about people, things and situations. On this theory, mental representations such as propositions and concepts have, in addition to the cognitive status of being accepted or rejected, an emotional status called a valence, which can be positive or negative depending on one's emotional attitude toward the representation”²⁶⁵

La coherencia emocional traza un puente entre la toma de decisiones racional entendida como cálculo y utilidad maximizada, y la intuición. Como demuestran los estudios de Damasio, el primer modelo no explica la realidad de cómo tomamos decisiones. Al contrario, los pacientes con daños cerebrales estudiados por Damasio eran los más racionales y los que tomaban las decisiones más desventajosas. Asimismo todo indica que, en ocasiones, la toma de decisiones está basada más en intuiciones que en cálculos numéricos. Inconscientemente balanceamos diferentes acciones con diferentes metas buscando aquéllas que se adaptan mejor a las preexistentes y a las que están disponibles para nosotros. Thagard²⁶⁶ aúna estos dos modelos, el intuitivo y el calculativo, desembocando en un modelo de toma de decisiones como una inferencia basada en una intuición (inconsciente) informada (fruto de intuiciones bien fundadas).

Por tanto, cuando hacemos inferencias no sólo hemos de satisfacer constreñimientos cognitivos basados en datos, sino también afectivos formados por sentimientos y actitudes cargadas emocionalmente (Figura 6.29).

²⁶⁵ Thagard, P. (2006) *Hot Thought: Mechanisms and Applications of Emotional Cognition*, Cambridge (Ma), MIT Press.

²⁶⁶ Paul Thagard y Brandon Wagar han desarrollado el modelo computacional GAGE para mostrar cómo la información cognitiva y emocional es integrada en el cerebro durante los procesos de toma de decisiones. El modelo GAGE se suma a un modelo anterior desarrollado por ambos denominado HOTCO (hot cognition) en el se mostraba cómo las emociones interactuaban con las creencias.



El modelo de coherencia emocional no sólo puede, sino que debe ser también aplicado a la toma de decisiones de los científicos. Las emociones son una parte esencial de la cognición científica sea o no plato de buen gusto.

“Today, scientists are often taken as the paragons of rationality, and scientific thought is generally assumed to be independent of emotional thinking.

But current research in cognitive science is increasingly challenging the view that emotions and reason are antagonistic to each other. Evidence is accumulating in cognitive psychology and neuroscience that emotions and rational thinking are closely intertwined”²⁶⁷

La emoción permea la actividad científica en los tres principales contextos donde se realiza la investigación científica²⁶⁸:

²⁶⁷ Thagard, P. (2002) “The passionate scientist: emotion in scientific cognition” en Carruthers, P; Stich, S, & Siegal M. (Eds), *The Cognitive Basis of Science*, Cambridge, Cambridge University Press.

²⁶⁸ Aunque Thagard diferencia teóricamente entre los tres contextos, él mismo afirma que en la práctica están imbricados.

1. Investigación
2. Descubrimiento
3. Justificación

• **Contexto de investigación:** relacionado con qué investigar²⁶⁹. Aquí entran en juego las emociones epistémicas que son aquéllas que ayudarían al buen hacer del científico: interés, curiosidad, etc. Y las no epistémicas que serían las que guiarían la investigación de forma fraudulenta o contraria al propio proceso científico: miedo, enfado²⁷⁰, etc.

“Decisions concerning what topics to research are much more frequently based on emotions than on rational calculations. It is rarely possible for scientists to predict with accuracy what choice of research areas, topics, and questions will pay with respect to understanding, truth, or personal success (...) Because rational calculation of maximal utility is effectively impossible, it is appropriate that scientists rely on cognitive emotions such as interest and curiosity to shape the direction of their inquiries”²⁷¹

²⁶⁹ En nuestra controversia existen 4 programas principales (capítulo 3):

- i. Células madre adultas.
- ii. Células madre embrionarias procedentes de embriones sobrantes.
- iii. Células madre embrionarias procedentes de embriones sobrantes, creados y SCNT
- iv. Células madre pluripotentes *iPS*.

²⁷⁰ ¿Hasta qué punto puede considerarse el asco como una emoción no epistémica? En el caso de la controversia de las células madre y otros temas como el aborto esta emoción está muy presente en los que no ven con buenos ojos la investigación. Como he ido comentando a lo largo de la tesis si se tiene la creencia de que un blastocisto es equiparable a un ser humano la investigación se hace insostenible. Probablemente a lo largo de la historia otras investigaciones científicas suscitarían el mismo asco o repulsión, como el propio Kass señala. Investigaciones que actualmente son aceptadas hoy. Sin duda es un tema interesante repasar esta historia y comprobar como prácticas que sufrían de un rechazo visceral fueron aceptadas a lo largo de la historia.

²⁷¹ Thagard, P. (2002) “The passionate scientist: emotion in scientific cognition” en Carruthers, P; Stich, S, & Siegal M. (Eds), *The Cognitive Basis of Science*, Cambridge, Cambridge University Press.

Una vez que se han generado las cuestiones, los procesos cognitivos implicados en intentar generar respuestas interactúan con las emociones positivas y negativas.

- **Contexto de descubrimiento:** emociones que se desatan ante un descubrimiento científico. Quizá es en este contexto donde las emociones son más palpables. Emociones ante la idea o el hecho de haber encontrado la solución a un problema en el que se venía trabajando desde hace tiempo. O de haber encontrado una nueva teoría que explica un fenómeno o una hipótesis. La literatura científica está cuajada de ejemplos de este tipo.

“Curiosity drives me. I believe that there is a group of scientists who are kind of voyeurs, that they have the splendid feeling, almost a lustful feeling, of excitement when a secret of nature is revealed”²⁷²

“Nada es comparable a la excitación de un nuevo descubrimiento. No sucede a menudo, ni siquiera con los más grandes físicos. Uno se dice: “Aquí estoy, la única persona en el planeta que sabe esto. Pronto lo sabrá el resto del mundo, pero por el momento soy el único”²⁷³

- **Contexto de justificación:** entre las emociones que se suceden en esta etapa son prominentes aquéllas que hacen que la teoría sea superior a otra en competencia. Entre los criterios utilizados se encuentra encontrar la teoría bella, simple, etc. El mismo Thagard admite que estas emociones pueden considerarse irrelevantes par la evaluación de las teorías científicas que son aceptadas o rechazadas en base a una adecuación con los datos empíricos y otras teorías. No obstante,

²⁷² Wolpert, L. & Richards, A. (1998) *Passionate Minds: The Inner World of Scientists*, New York, Oxford University Press p. 137.

²⁷³ Susskind, L. (2007) *El paisaje cósmico. Teoría de cuerdas y el mito del diseño inteligente*. Barcelona. Crítica.

no hay que olvidar que los juicios cognitivos generan a su vez juicios emocionales.

“A theory is justified if inferring it maximizes coherence, but assessment can also involve an emotional judgment. Theories consist of hypotheses which are comprised of concepts. According to the theory of emotional coherence, these representations not only have a cognitive status of being accepted or rejected, they also have an emotional status of being liked or disliked”²⁷⁴

Cuando una nueva teoría es presentada provoca y necesita de cambios conceptuales y también de cambios emocionales. A menudo nuestras creencias, nuestro *background* cognitivo, necesitan de un ajuste emocional cuando se socavan y tocan temas a los que tenemos emociones prominentes asociadas. Pensemos por ejemplo, en teorías que se suceden en muchos campos de investigación que no son relevantes emocionalmente o que no suscitan ningún valor emocional, como por ejemplo un campo marginal de las matemáticas o la astrofísica. Está claro que el ajuste emocional en este caso será mucho menos necesario que el de una teoría que socava creencias fuertemente mantenidas por una persona. La teoría copernicana, la teoría darwiniana son sólo ejemplos de teorías que necesitaron de un ajuste emocional. Ambas cuestionaban valores y creencias acerca del ser humano y su lugar en el planeta. Para ser aceptadas fue necesario hacerles un hueco no sólo cognitivamente sino también emocionalmente (Fig. 6.30)

²⁷⁴ Thagard, P. (2002) “The passionate scientist: emotion in scientific cognition” en Carruthers, P; Stich, S, & Siegal M. (Eds), *The Cognitive Basis of Science*, Cambridge, Cambridge University Press.

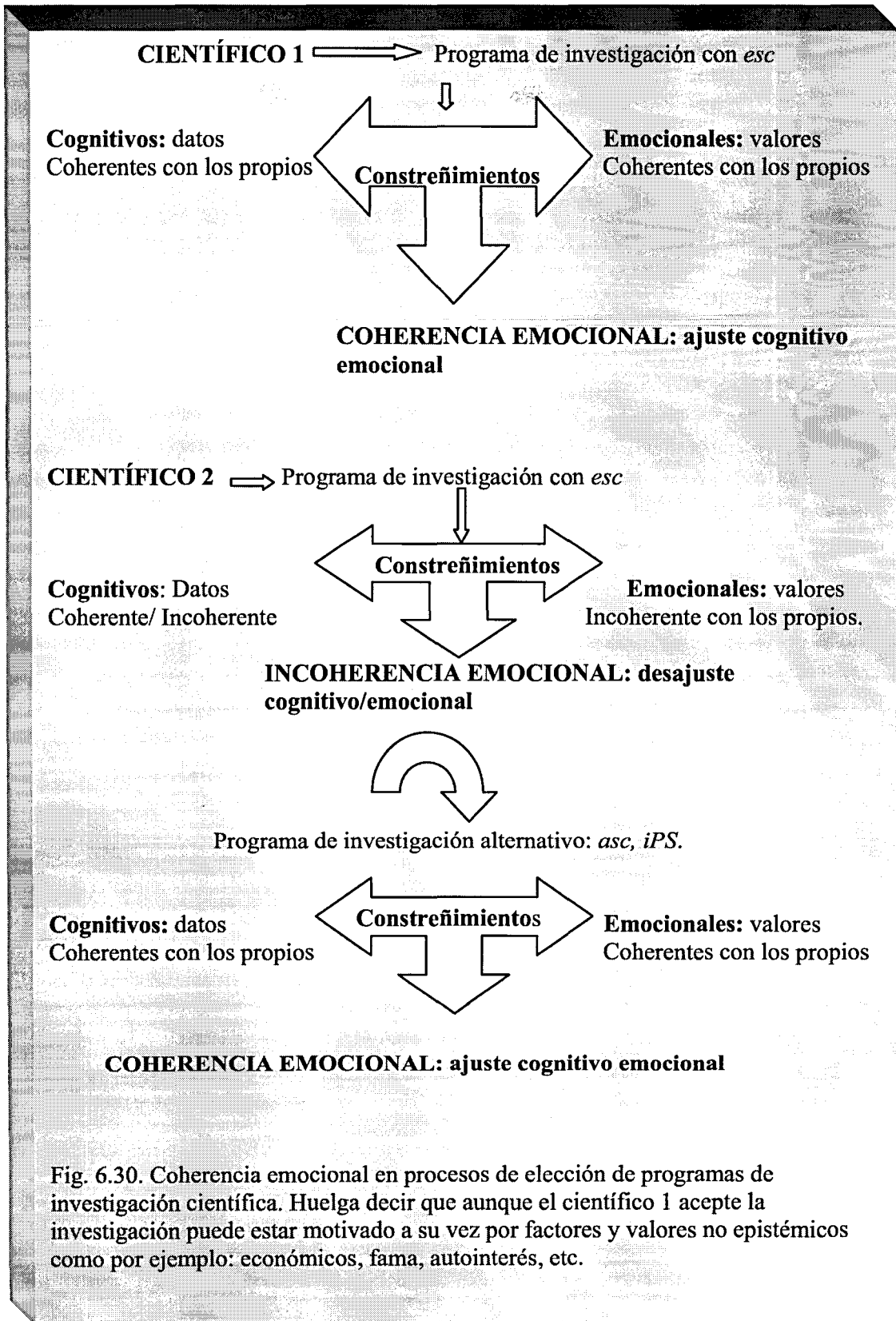


Fig. 6.30. Coherencia emocional en procesos de elección de programas de investigación científica. Huelga decir que aunque el científico 1 acepte la investigación puede estar motivado a su vez por factores y valores no epistémicos como por ejemplo: económicos, fama, autointerés, etc.

En momentos de controversias la situación es análoga. Las investigaciones llevadas a cabo suscitan emociones fuertemente relacionadas con las dudas acerca de cuál será el daño de la aceptación de las hipótesis o teorías en juego. Cuanto más rechazo emocional produzca una determinada teoría mayor será la duda del posible daño. Podemos considerar la duda como un tipo de incoherencia emocional. Se produce un choque entre lo que creemos contra la nueva información que podemos o no integrar. Este choque se produce tanto a nivel cognitivo como emocional.

La duda no siempre es razonable (Thagard, 2004). Cuando existe la suficiente información seguir dudando y recelando de las hipótesis del contrario se torna irrazonable.

“When gastroenterologists first encountered the bacterial theory of ulcers, they had strong negative emotional reactions in part because it was incoherent with their beliefs about the causes of ulcers and the absence of bacteria in the stomach, but also because of being concern about people being treated inappropriately. Their doubts about Barry Marshall’s views were reasonable in 1983, because there was little evidence then that bacteria cause ulcers and none that killing the bacteria could cure ulcers. By 1994, however, the situation had changed dramatically as the result of carefully designed studies that showed that many people’s ulcers had been cured by the right combination of antibiotics. At this point, coherence with the relevant medical information required acceptance of the bacterial theory of ulcers, so doubt was unreasonable”²⁷⁵

Tomemos de nuevo como marco de referencia la controversia de las células madre. El rechazo emocional que suscita entre algunos investigadores puede verse incrementado ante la duda de qué consecuencias puede acarrear la investigación. Algunas de las dudas podrían ser:

²⁷⁵ Thagard, P. (2004) “What is doubt and when is it reasonable?” en Ezcurdia, M. Stainton, R. Viger, C. (eds) *New Essays in the Philosophy of Language and Mind*, Canadian Journal of Philosophy, 30: 391-406.

- ¿Provocará un aumento de los abortos?
- ¿Se pasará de la obtención de *esc* procedentes de SCNT a la clonación reproductiva?
- ¿Se convertirá el ser humano en simples piezas de repuesto?
- ¿Se crearán mercados de ovocitos produciéndose una explotación de la mujer en la investigación?
- ¿Serán las terapias futuras accesibles a todo aquel que las necesite?

Estas son sólo algunas dudas que puede generar la controversia. Es necesario que estas dudas y el daño posible que puede acarrear investigar con *esc* sean regulados por la ley. Pero esta regulación implica una reflexión acerca de qué duda es razonable y cuál no lo es. Particularmente la duda de que de la investigación con SCNT se pase a clonar a las personas no me parece razonable. No existen ni las técnicas ni la voluntad de la comunidad científica seria que se plantee clonar, ¿para qué? Por tanto, seguir rechazando la investigación aludiendo a estas dudas no me parece razonable. Hay que diferenciar en la controversia de las células madre qué dudas son razonables y cuáles por el contrario no lo son. Un ejemplo de duda razonable es la regulación del uso de ovocitos en la investigación o cuestiones de justicia social como quien podrá acceder a las terapias cuando éstas sean una realidad. Es necesario diferenciar cuándo estas dudas responden a cuestiones epistémicas y cuando no son más que un rechazo emocional disfrazado de supuestos razonamientos epistémicos.

La incursión de la emoción en el proceso científico amenaza los presupuestos de objetividad y racionalidad científica. Pensar en que las emociones juegan un papel en la ciencia, y por ende en las controversias científicas, remite a pensar en una ciencia distorsionada y poco menos que neutral. Ahora bien, ¿es posible eliminar este componente emocional del proceso científico?

“I think it would be a mistake to demand that scientists strive to eliminate emotions from the cognitive processes that enable them to do science. First, severing the cognitive from the emotional is probably impossible. As I mentioned in the

introduction, there is abundant evidence from psychology and neuroscience that cognitive and emotional processes are intimately intertwined. The ethical principle that *ought* implies *can* applies: we cannot insist that a person's thinking should be emotion free when it is biologically impossible for people to think that way (...) Second, even if scientists could become free of the sway of emotions, it is likely that science would suffer as a result (...) Moreover, emotions help to focus scientific research on what it is important"²⁷⁶

Una vez que ha quedado demostrada la incursión de la emoción en los procesos de toma de decisiones de los científicos debemos pensar cómo lidiar con ella. Que la emoción sea parte del sistema cognitivo humano no garantiza que su incursión sea siempre beneficiosa para la ciencia. Un ejemplo de esta afirmación es la controversia de las células madre donde existe un fuerte rechazo emocional. Y en base al mismo se están legislando en numerosos países en contra del avance del estudio de las células madre embrionarias.

Si aceptamos que un científico elige las acciones que reciben una evaluación positiva y que ésta evaluación no sólo se basa en datos sino también en sus emociones, ¿cómo lograr que éstas coincidan con las metas del proceso científico?, ¿cómo conseguir que los valores de los científicos coincidan con los valores epistémicos?

6.2.1 Sesgando sesgos

Thagard es consciente de que las emociones pueden distorsionar el trabajo de un científico (Thagard, 2004) Cuestión que se relaciona con la ética interna de la ciencia que ya fue planteada por Merton y que dio como fruto los valores epistémicos o CUDOS (capítulo 1.)

²⁷⁶ Thagard, P. (2002) "The passionate scientist: emotion in scientific cognition" en Carruthers, P; Stich, S, & Siegal M. (Eds), *The Cognitive Basis of Science*, Cambridge, Cambridge University Press.

- Los científicos, en ocasiones, avanzan en su trabajo fabricando o distorsionando datos para apoyar sus propias hipótesis. Su principal motivación es más la potenciación de sus carreras que la búsqueda de la verdad o explicación.
- En ocasiones sabotean la publicación de teorías que destituirían las suyas propias fabricando problemas inexistentes.
- Autoengaño ante nueva evidencia de que la teoría propia es superior a otra propuesta.
- Los científicos a veces han dejado de lado la objetividad científica en pos de ideologías políticas del momento como fue el caso del rechazo nazi de la física einsteniana o el caso Lysenko.

Si los valores y emociones remiten a valores no epistémicos, la ciencia que producirá este científico o grupo de científicos con esos mismos valores tiene muchas probabilidades de convertirse en mala ciencia (fig. 6.31). Es vital por tanto, potenciar la relación entre los valores epistémicos y los de los propios científicos. Una forma de conseguir esto es mediante el entrenamiento al que se someten durante su aprendizaje. Este aprendizaje puede potenciar actitudes emocionales positivas a percepciones de valor incluidos los valores epistémicos.

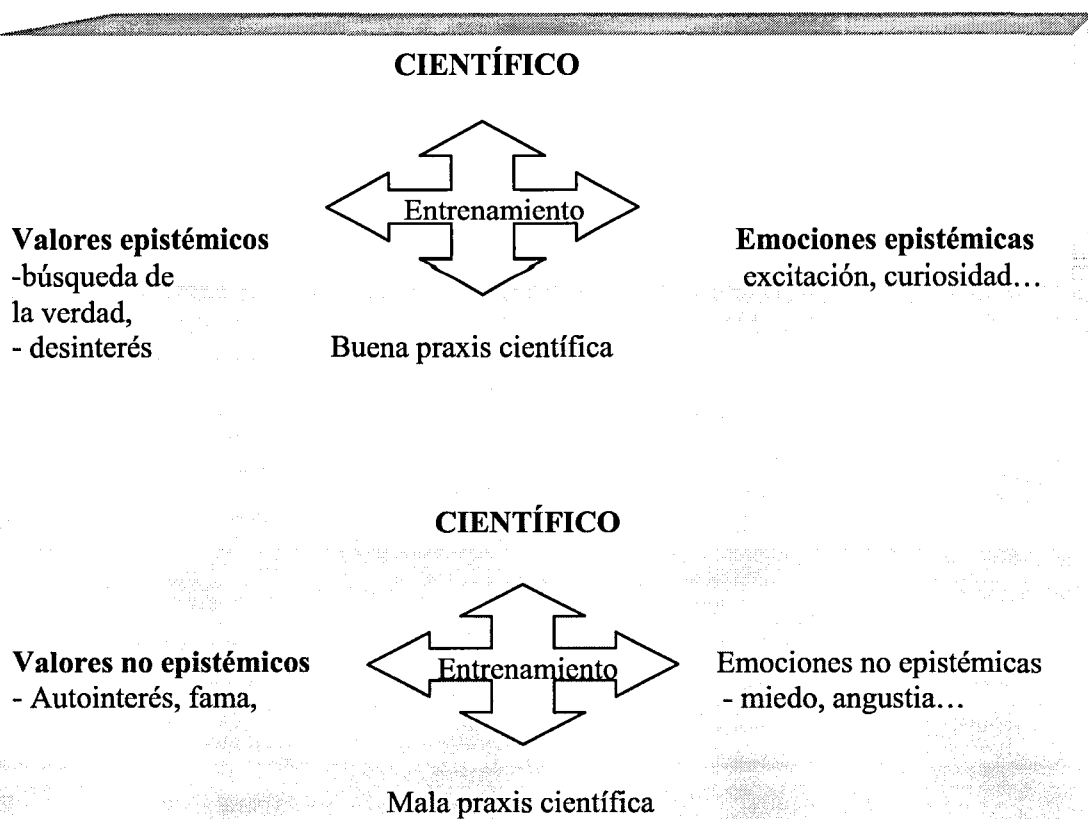


Fig. 6.31 Relación entre valores y emociones en el aprendizaje científico.

No obstante, ningún científico es una isla y la ciencia, especialmente en el siglo en el que nos encontramos, es una actividad que se realiza en grupo. El modelo que Thagard utiliza para neutralizar los posibles sesgos desencadenados por procesos de incoherencia emocional lo denomina CCC (consensus= coherence + communication). En el modelo propuesto por Thagard la comunicación entre científicos es vital para intercambiar información acerca de las diferentes hipótesis y evidencias.

“In any scientific community, exchange of information is not perfect, so that some scientists may not hear about some of the evidence and hypotheses. Moreover, different scientists have

different antecedents belief systems, so the overall coherence of a new hypothesis may be different for different scientists”²⁷⁷

En un mismo grupo de investigación el consenso surge fruto de una coherencia emocional y explicativa. Pero, ¿qué pasa si el todos los miembros del grupo siguen valores no epistémicos? ¿Cómo podemos neutralizar los sesgos de este grupo de investigación? Anna Estany ofrece una solución partiendo de un enfoque en ciencia cognitiva: la cognición socialmente distribuida o CSD. (Estany, 2001)

La cognición distribuida no es un tipo de cognición sino más bien un acercamiento al estudio de la cognición que parte de la hipótesis de que los procesos cognitivos están distribuidos de alguna forma. Un ejemplo de ello sería gente trabajando en equipo. La cognición se distribuye entre cerebros, cuerpos, materiales, etc.

Uno de los principales exponentes de la CSD en el campo de las ciencias cognitivas es Edwin Hutchins. Su tesis está desarrollada principalmente en su obra *Cognition in the Wild* (1995). En ella Hutchins enfatiza la idea de que los procesos cognitivos están distribuidos entre personas y tecnología, entre personas y a través del tiempo, en el desarrollo del contexto social y material para el pensamiento. Para demostrar esta idea Hutchins estudia una cabina de navegación y cómo la interacción del cuerpo con el mundo material se implica en los procesos cognitivos. La idea de Hutchins supone la reconsideración de la cognición vista como una actividad mental solitaria y la cognición como una actividad socialmente distribuida.

La cognición se distribuye a través del tiempo, entre personas, entornos e individuos. Algunos de los presupuestos de la CSD podrían resumirse como sigue:

- ❖ Como las tareas físicas, las tareas cognitivas pueden distribuirse entre personas y artefactos.

²⁷⁷ Thagard, P. (2004), “Rationality and science” en Mele, A. & Rawlings, P. (2004) *Handbook of Rationality*, Oxford, Oxford University Press.

- ❖ Los grupos sociales pueden tener propiedades cognitivas que son diferentes de las propiedades de los miembros individuales que componen el grupo.
- ❖ Una persona que interactúe con artefactos cognitivos puede tener propiedades cognitivas diferentes a las de una persona sola. De la misma manera que existen artefactos que potencian nuestra fuerza física, existen los que amplifican nuestras capacidades cognitivas

Estany parte de la CSD y remarca su relevancia para la problemática en torno a los valores epistémicos en la ciencia y lo más relevante para esta tesis, cómo neutralizar los posibles sesgos fruto del modelo de coherencia emocional desarrollado por Thagard.

“El problema del que partíamos era que no hay un algoritmo para asignar pesos a los valores epistémicos y así establecer una jerarquía entre ellos. La elección, por tanto, está mediatizada por el modelo cultural que interviene en la interpretación de los fenómenos estudiados. Es lo que Hutchins llama “sesgo de confirmación”. Pero, según Hutchins, los modelos de simulación muestran que, incluso manteniendo las propiedades de los individuos constantes, los grupos exhiben propiedades cognitivas distintas en función de cómo se organiza la comunicación entre los miembros del grupo. El grupo puede generar una diversidad de interpretaciones que no puede un individuo por sí sólo.

Lo que se desprende de las propiedades cognitivas del grupo es que permite neutralizar los sesgos, revirtiendo en una menor probabilidad de error, y por tanto, en una mayor confianza en el conocimiento surgido de la investigación en grupo”²⁷⁸

La idea que ofrece Estany es sin duda interesante y ofrece una solución ante el problema de los sesgos en la actividad científica. El trabajo de Thagard pone en

²⁷⁸ Estany, A. (2001) Ventajas epistémicas de la cognición socialmente distribuida, *Contrastes*, 6: 351-375.

evidencia cómo los científicos en su práctica diaria están expuestos a estas variables cognitivas cálidas²⁷⁹ como las emociones. Y cómo las mismas son las productoras de sesgos si no coinciden con los valores considerados epistémicos en la actividad científica.

En las controversias científicas y especialmente en aquellas que suscitan reacciones fuertemente emocionales, el choque entre valores y emociones es más común que en otras de carácter más puramente epistémico. Y es que, los valores de los científicos no siempre coinciden con los de los otros científicos y el proceso de conseguir una coherencia emocional no siempre es posible:

“Whereas scientific controversies can be settled largely by evaluating the explanatory coherence of hypotheses with respect to evidence, ethical and other value controversies require integration of the constraints of deliberative coherence. And whereas scientists are required to take seriously the evidence presented by other scientists, decision makers may not share the goals of other decision makers, and there is no immediate normative reason why they should. (...) The emotional valences that you attach to different hypotheses and possible actions need not correspond to my emotional valences”²⁸⁰

El problema es aún mayor si algunos de los científicos implicados en la controversia tampoco comparten ni las metas ni los valores de los otros científicos en la controversia. ¿Es posible llegar a un consenso que facilite una clausura de la controversia? De nuevo la controversia de las células madre servirá como referente.

²⁷⁹ Thagard diferencia entre una cognición fría: aquella donde es el frío cálculo de probabilidades su *modus operandi*, y la cognición cálida (*hot cognition*) donde las emociones tienen un papel fundamental para.

²⁸⁰ Thagard, P. (2000) *Coherence in Thought and Action*, Cambridge (Mass), MIT Press. P. 241.

6.3 Controversias emocionales

“Because the opponents of embryonic stem cell research claim that adult stem cells can do everything that’s needed to cure disease, considerable confusion has arisen over the relative potential of the two types of stem cells. However the possibility that adult stem cells can give rise to even a large number of cell types is far from proven.”

Eve Herold, 2006.

La controversia de las células madre puede ser considerada como una controversia emocional. Mi tesis es que aunque existen numerosos factores científicos implicados, la columna principal de la controversia está formada por problemas éticos y morales más que científicos. Una de las controversias que podía ser considerada eminentemente científica era la referente a la potencialidad de las células madre adultas en comparación a las embrionarias. No obstante, los datos que sustentan esta controversia están bastante claros científicamente. Actualmente, las células madre embrionarias son superiores a las adultas en cuanto a potencialidad se refiere. Es posible que las adultas lo sean en relación a otras propiedades, ya hemos visto que estas células no causan rechazo, pero atendiendo en cuanto a la potencialidad todo parece indicar que el partido lo han ganado las embrionarias. Por tanto, la razón de que esta controversia perdure no se sostiene si atendemos a datos puramente epistémicos.

Aún así que esta controversia perdura es innegable. Hace poco en televisión se discutía acerca del nacimiento de primer *bebé medicamento* en España. Entre la algarabía de la discusión un contertulio afirmaba que la investigación con células madre embrionarias era poco más que innecesaria puesto que se había demostrado

que las células madre adultas eran igual de plásticas que las primeras. Además de que se evitaba el *asesinato* de miles de embriones. Esto plantea cuestiones muy graves. En primer lugar puede crear una gran confusión entre aquéllas personas que no tienen una información, y que no tienen por qué tenerla, muy extensa sobre el tema. Estas personas pueden pensar que esta investigación que actualmente es legal en España es innecesaria. Además de que esta desinformación se traducirá en una actitud negativa hacia la misma especialmente si sus valores coinciden con los del tertuliano detractor de la investigación. En segundo lugar, la actitud negativa hacia la investigación puede traducirse en grupos de presión que intenten sabotearla basando sus premisas en supuestos datos científicos.

A donde quiero llegar es que podemos afirmar que la controversia acerca de la potencialidad de las *asc vs esc* está cerrada de forma epistémica pero no de forma emocional. Aún sigue coleando el tema y los argumentos que se utilizan están basados en datos científicos. Datos que encubren un rechazo moral pero que siguen vivos en la controversia y se utilizan de forma legítima en los medios de comunicación.

Como muy bien señalaba Thagard (Thagard, 2000) en una controversia acerca de datos puramente epistémicos es mucho más fácil llegar a un consenso. Finalmente, son los resultados de los experimentos, los datos, quienes hacen inclinar la balanza hacia un lado. Con esto no quiero decir que las emociones en este tipo de controversias no tengan ningún peso. Las emociones forman parte de nuestro aparato cognitivo y siempre están ahí. No podríamos quitarnos el aparato emocional aunque quisiésemos. Pero es cierto que en este tipo de controversias las emociones desencadenadas no son significativas por lo que su papel en ellas es menor. La clausura de estas controversias es más fácil de conseguir porque es más sencillo lograr un consenso cognitivo-emocional. Estaríamos ante una clausura por resolución en terminología de McMullin o por argumento sólido / resolución en terminología de Beauchamp (capítulo 2)

La clausura se complica extraordinariamente cuando uno de los principales problemas a los que se tiene que enfrentar una controversia remite a los valores y creencias morales de las personas implicadas en la controversia. A medida que se disecciona una multiplicidad de factores implicados salen a la luz. Problemas de derechos, problemas de justicia, problemas económicos y problemas morales. Mi

tesis es que los últimos son los más relevantes para el desarrollo de la controversia y lo serán también para el tema de la clausura.

Ante la controversia de las células madre es inevitable que se formen juicios morales. Cada persona que se enfrente a ella tiene que formarse una opinión acerca de si considera ético o no investigar con unas células extraídas de un blastocisto humano. En estos juicios morales la emoción juega un papel fundamental (capítulo 5). Los estudios de Greene muestran cómo las áreas emocionales se activan ante la contemplación de daños personales. Investigar con *esc* puede considerarse como un daño personal. Si sostenemos la creencia de que ese blastocisto es un ser humano dañarlo es claramente un daño personal. Es comparable a un asesinato. Choca, no obstante, que los que están en contra de que se investigue con *esc* no piensen en que estos embriones están congelados. Es decir, se utilicen o no para investigar con ellos acabarán desapareciendo, muriendo. Sin duda, aquí no existe una respuesta emocional saliente porque este daño es impersonal. Es decir, es como tirar de la palanca. No te implicas como en el primer caso²⁸¹.

La principal diferencia entre los que están en contra de la investigación y los que no reside en sus valores. Valores que remiten a creencias de qué es un ser humano y cuándo comienza una vida humana. Estos valores están inextricablemente ligados a emociones que nos acompañan en nuestra vida diaria.

“El mayor modo que tenemos de asignar valor a las cosas o a los acontecimientos y experiencias consiste en asociarlas a nuestras propias emociones y sentimientos y, por tanto, a los estados corporales que estos producen. Esos estados actúan entonces como marcadores somáticos, es decir, como experiencias sentidas en el propio cuerpo que acabamos de considerar como el valor de aquellos”²⁸²

²⁸¹ Con el tema de la eutanasia tengo la intuición de que pasa algo parecido. Existe algo que diferencia entre dejar morir a una persona: desconectarle de una máquina que necesita para seguir viviendo, ofrecer morfina en los últimos días de un paciente con cáncer, etc. Que asistir a una persona para que muera como fue el caso de Ramón Sampederro. El primero caso no genera el mismo rechazo emocional que el segundo. El primero puede ser considerado como un dilema impersonal mientras que el segundo puede ser considerado como un dilema personal.

²⁸² Morgado, I. (2007) *Emociones e inteligencia social. Las claves para una alianza entre los sentimientos y la razón*. Barcelona. Ariel. P. 84

Los valores reflejan la preferencia de un agente por una situación o acción. Cuando estos valores son violados o atacados de alguna manera se producen respuestas emocionales que, en su mayoría, son negativas. El modelo de cognición emocional ofrecido por Thagard explica la integración de procesos cognitivos, como el razonamiento, con procesos emocionales mediante los cuales se fijarían los valores con representaciones mentales.

Ahora bien, ¿existe alguna manera de transmitir estos valores emocionales? Sin duda conocer los procesos mediante los cuales se transmiten estos valores que tanto peso tienen en los juicios que formamos será de vital importancia si queremos intentar conseguir un consenso o clausura de la controversia, y si es o no posible.

Los valores emocionales básicamente se transmiten por aprendizaje basado en el apego, analogías emocionales y por contagio emocional.

- **Aprendizaje basado en el apego:** Según Marvin Minsky nuestros valores y metas están influenciadas por la gente a la que nos sentimos unidos. Al menos en los primeros años, nuestra fijación de valores está fuertemente unida a lo que gente a la que queremos nos transmite.

“Some of our strongest emotions come when we are near the persons to whom we’ve become attached. When we’re praised or rejected by people we love, we don’t just feel Pleasure or Dissatisfaction; instead we tend to feel Pride or Shame (...) those particular feelings may play unique and peculiar roles in how humans develop new values and goals (...) What happens when a young child’s Imprimers go absent? Shortly, we’ll see some evidence that this usually leads to severe distress. However, older children better tolerate this, presumably because each child makes “internal models” that help them to predict their Imprimers’ reactions. Then each such model would serve its child an “internalized”

system of values –and this could be how people develop what we call ethics, conscience, or moral sense²⁸³



En el caso de valores religiosos no tolerantes, que en la controversia parecen ser los que causan el rechazo emocional de la investigación, es probable que se hayan transmitido a partir de este aprendizaje basado en el apego al que se refiere Minsky.

- **Analogías emocionales:** esta forma de transmitir valores es muy interesante y tiene repercusiones claras para las teorías de comunicación científica. Como comenté en el capítulo 4, la comunicación científica, y lo más importante cómo llegar al público, no depende de la prolijidad de la misma. Al contrario, como dice Nisbet somos avaros cognitivos y reunimos sólo la información necesaria para tomar o reafirmarnos en una decisión. Una información compuesta por datos y más datos científicos no producirá ninguna reacción por parte del público y no tendrá ninguna influencia en sus valores. La única manera de que se produzca una comunicación con el público es dirigir la información a sus valores, a las emociones de las personas y qué mejor que con analogías emocionales.

Las analogías emocionales en el caso de las células madre son muy populares. Ambos bandos las utilizan para *tocar* a sus partidarios. El bando anti normalmente utiliza analogías que hacen referencia a embriones y a su destrucción como muestran las siguientes imágenes.

²⁸³ Minsky, M. (2006) *The Emotion Machine: Commonsense Thinking, Artificial Intelligence, and the Future of the Human Mind*. New York, Simon & Schuster. Pp. 38, 50.

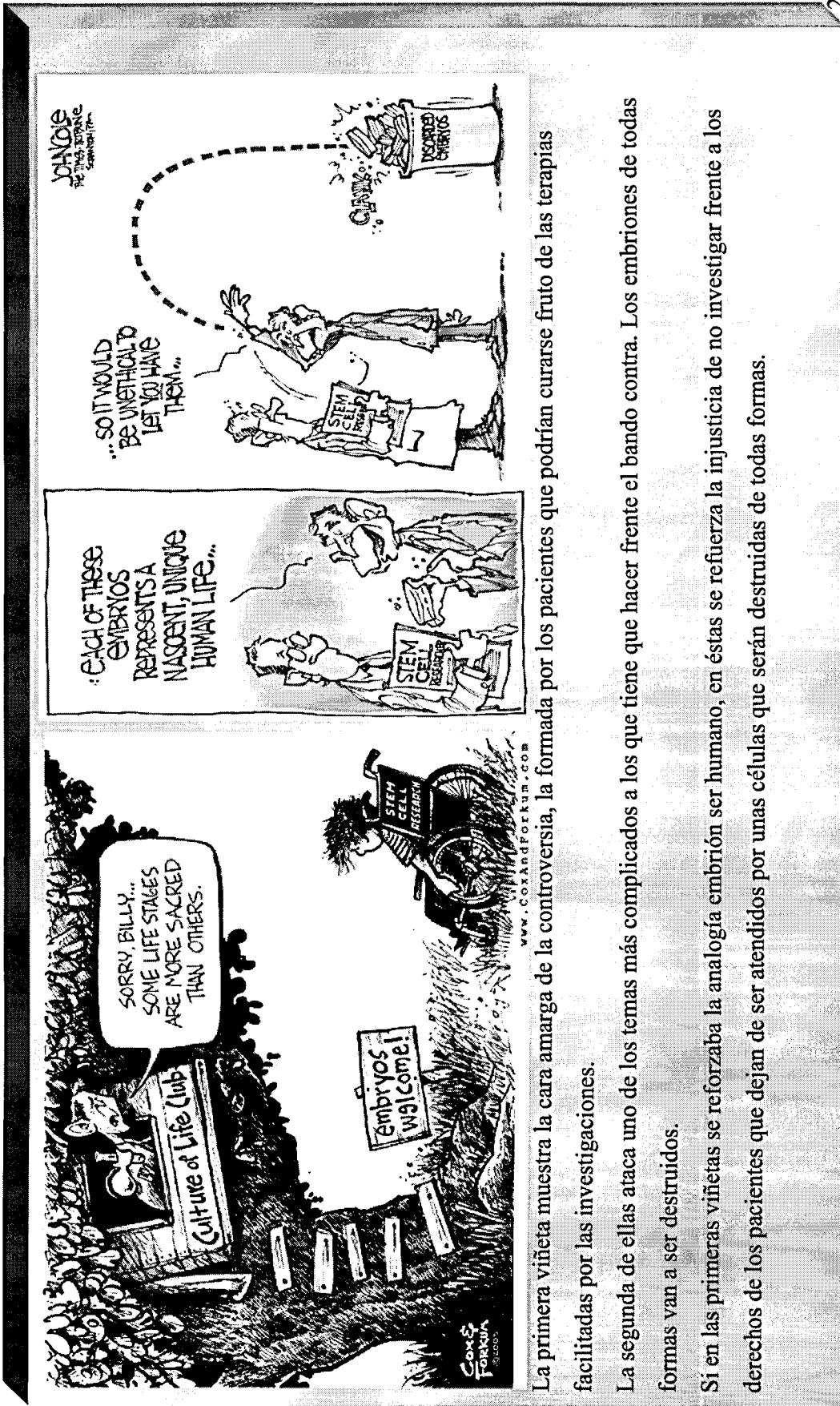
Todos fuimos embriones



En ambas imágenes la analogía está muy clara, ambas remiten al embrión como vida humana. La primera imagen la sucesión es inequívoca y unidireccional. Blastocisto → cigoto → feto → niño → familia feliz.

La segunda viñeta relaciona el precio a pagar por salvar algunas vidas humanas: la destrucción de otras. El niño que aparece era el embrión sacrificado para curar a otras personas.

Ambas ilustran el poder de las analogías emocionales puesto que tocan las creencias personales de las personas.



La primera viñeta muestra la cara amarga de la controversia, la formada por los pacientes que podrían curarse fruto de las terapias facilitadas por las investigaciones.

La segunda de ellas ataca uno de los temas más complicados a los que tiene que hacer frente el bando contra. Los embriones de todas formas van a ser destruidos.

Si en las primeras viñetas se reforzaba la analogía embrión ser humano, en éstas se refuerza la injusticia de no investigar frente a los derechos de los pacientes que dejan de ser atendidos por unas células que serán destruidas de todas formas.

Estas analogías tendrán más influencia en las personas con valores afines a las mismas. Es decir, si pienso que un embrión es análogo a un ser humano las analogías emocionales que remitan a este tema despertarán más reacciones emocionales que si mis creencias acerca de cuándo comienza la vida no coinciden con un embrión de 6 días. Por tanto, el contagio emocional causado por estas analogías será más fácil de conseguir entre grupos de personas con valores afines. Subrayando de nuevo la idea de que son los valores el primer filtro necesario que hay que pasar para que otras consideraciones se tengan en cuenta (capítulo 4).

- **Contagio emocional:** una de las principales formas de contagio emocional es la empatía. La empatía es una de las emociones morales señaladas por Blair y una de las que tendrían un papel fundamental en los juicios morales (capítulo 5). Al ponernos en el lugar del otro podemos desencadenar una serie de emociones análogas a las que siente la persona. Recientemente, se han descubierto en el cerebro humano un tipo de neuronas denominadas “neuronas espejo”. Lo increíble de estas investigaciones es la relación existente entre las neuronas espejo y la empatía. Estas neuronas se activarían cuando observamos las emociones y sensaciones de otras personas. Es más, la base de la empatía consistiría en este ser capaz de sentir como otro, de situarse en el lugar de otra persona.

“Buena parte de nuestras interacciones con el entorno y con nuestros propios comportamientos emotivos depende de nuestra capacidad para percibir y comprender las emociones ajenas (...) Las ventajas adaptativas que ofrecen estas formas de resonancia emotiva son evidentes. No sólo permiten a cada organismo hacer frente de manera eficaz a eventuales amenazas (u oportunidades), sino que también hacen posible la

instauración y consolidación de los primeros vínculos interindividuales”²⁸⁴

No obstante, los tres mecanismos por los que se transmiten los valores emocionales requieren que sean comunes a los que las personas poseemos. Es decir, si tenemos una creencia muy firme acerca de cuándo comienza una vida humana no aprobaremos la investigación con *esc*, aunque los enfermos puedan despertarnos algún tipo de empatía. Sin duda, puede que se sienta compasión de estas personas pero la reacción emocional no es lo suficientemente fuerte como para que se produzca un ajuste emocional.

Las creencias y los valores que poseemos, aunque es complicado cambiarlos, no es imposible y existen casos donde ha sido posible un reajuste tanto a nivel cognitivo como emocional. El caso más representativo lo forma la familia Reagan. De todos es sabido de las ideas fuertemente conservadoras que mantenían, sin embargo, a partir de la enfermedad del fallecido presidente (Alzheimer) se volvieron partidarios de la investigación con células madre embrionarias que anteriormente habían rechazado. Sin duda, este caso es un ejemplo de que los valores no son inamovibles y de que pueden cambiar en relación a las circunstancias, a la amenaza de las metas.

La clausura de una controversia científica siempre es un proceso muy complicado. Nunca es una cuestión de blancos o negros pudiendo asistir dentro de la controversia a la clausura de unos temas y la supervivencia de otros. Como indiqué en el capítulo 2 de la tesis, el análisis de la controversia de las células madre podía verse enriquecido si se hacía desde la definición de “campos de controversias” desarrollada por Vallverdú (Vallverdú, 2002). Este tipo de controversias se caracterizan por la multiplicidad de factores y agentes implicados en la misma. Por lo que no es de extrañar que puedan clausurarse algunos temas mientras otros continúan abiertos.

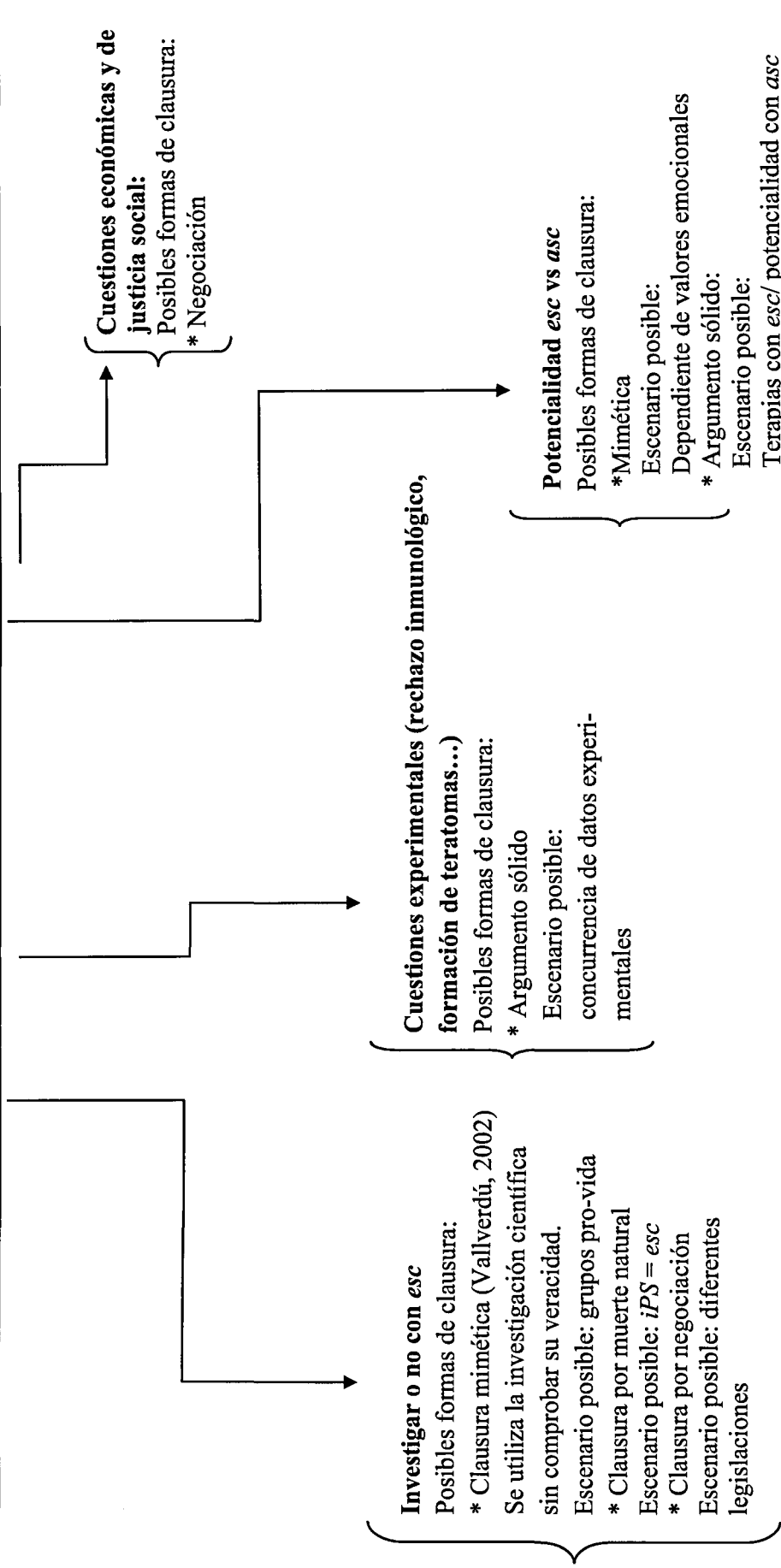
La controversia de las células madre añade un factor a este campo de controversias que en mi opinión es fundamental. En esta controversia los valores

²⁸⁴ Rizzolatti, G & Sinigaglia, C. (2006) *Las neuronas espejo. Los mecanismos de la empatía emocional*. Barcelona, Paidós. P. 170.

ético/morales de la controversia están siendo definitivos en el desarrollo de la misma y lo serán para su clausura. La existencia de estos valores, en este caso los morales, en la actividad científica deja obsoleta la tipología ofrecida por el propio Merton. Estos valores se cuelan y permean la actividad científica y tienen un peso definitivo en la clausura de esta controversia puesto que pueden llegar a frenar el desarrollo de la ciencia.

¿Es posible una clausura en la controversia de las células madre? Como he comentado anteriormente la controversia de las células madre no clausurará de forma definitiva todos sus problemas asociados. Concebir la controversia como campo de controversias dificulta extraordinariamente este proceso. En mi opinión, sí se clausurarán otras controversias más internalistas que tienen como nicho la controversia de las células madre (fig. 6.34).

CONTROVERSIA DE LAS CÉLULAS MADRE



La controversia más difícil de clausurar será la que hace referencia acerca de la legalidad o no de investigar con *esc*. Como he demostrado a lo largo de la tesis, la opinión que tengamos al respecto, científicos incluidos, depende de los valores emocionales anclados en nuestras creencias. Las decisiones que se tomen para intentar clausurar este aspecto crucial para la controversia de las células madre deben tener en cuenta que el consenso no sólo necesita de información factual, sino también a nivel emocional logrando una convergencia entre creencias y valores emocionales.

Los valores morales y la emoción anclada en ellos mediante el análisis de esta controversia han demostrado ser un factor inherente no sólo en la práctica científica, sino también en su actividad epistemológica. Que existan estas emociones no debe conducirnos a pensar que la racionalidad científica queda minada. Al contrario, el correcto funcionamiento de los procesos racionales requiere de la emoción como demuestran los estudios de Damasio. La práctica científica necesita de estas emociones epistémicas que conducen a que el científico que las posee lleve a cabo un buen trabajo. No obstante, la concurrencia de la emoción no siempre es positiva para la tarea científica. En la controversia de las células madre esto queda ejemplificado por aquéllos científicos que se empeñan en negar la evidencia acerca de la potencialidad de las *asc* encubriendo un rechazo moral a investigar con las embrionarias. La existencia de estas emociones no epistémicas son las que representan un peligro para la actividad epistémica²⁸⁵. Puesto que en la información generada por estos científicos se están basando leyes, grupos de presión que influyen en las decisiones legales, opiniones de la sociedad civil, etc. Es decir, no es un hecho aislado sino que pueden repercutir, y de hecho lo está haciendo, en la dinámica científica.

El análisis de valores en la ciencia no es algo nuevo. Lo que he intentado subrayar en esta tesis es que estos análisis siempre han tratado a los valores como ajenos al proceso científico, si se admitían algunos eran los puramente epistémicos. La controversia de las células madre constituye un excelente estudio de caso porque

²⁸⁵ Un buen científico debería diferenciar, cuando realiza su trabajo, qué valores son incompatibles con su práctica científica y cuáles no, y cuando un posicionamiento ante un problema o en una controversia está motivado por emociones epistémicas y cuándo no. En el caso de Prentice, por supuesto que no va a cambiar sus creencias personales, pero lo crucial reside en su actitud. Desinforman a la población basándose en sus valores religiosos, y disfrazan esta información de datos científicos. Es obvio que nadie va a obligarle a investigar con *esc*, pero él con sus argumentos puede retirar del mercado una investigación prometedor no sólo para la ciencia aplicada, sino también para la ciencia básica.

muestra cómo los valores considerados no epistémicos no sólo están anclados en la práctica científica, sino también en la epistemológica a raíz de las emociones que en ellos van ancladas. Las emociones forman parte de la racionalidad humana y la actividad científica es una forma de expresión de esta racionalidad.

Las controversias científicas son momentos vulnerables donde nuestras emociones pueden jugar un papel protagonista. La noción de controversia emocional me ha servido para ilustrar esta idea. Forma una parte inextricable de este campo de controversias formado por la controversia de las células madre. Un tipo de controversia científica donde son los juicios morales el primer criterio al que recurrimos para situarnos en la misma. La neuroética ofrece algo muy valioso para el análisis de la controversia: muestra que estos valores morales no son ajenos a la práctica científica sino que son inherentes a la misma, puesto que están anclados en la toma de decisiones siendo consustanciales a la propia racionalidad científica.

7. EPÍLOGO: CONSIDERACIONES FINALES

“Biomedical science can be seen as morally more problematic than other sciences, because it actively transforms the human body and thereby affects and alters our understandings of what is to be human”

C. Hauskeller, 2004.

A lo largo de la tesis he mostrado cómo en una controversia científica no sólo la evidencia, basada en los hechos, sino los valores tienen que ser considerados factores clave para intentar explicar y justificar cómo los científicos en definitiva forman sus creencias. No obstante, admitir la importancia de estos valores, y con ello voy más allá de los puramente epistémicos, no significa sucumbir o ceder terreno a posiciones más relativistas. Puesto que, gracias a los estudios cognitivos y en este caso la neuroética y la neurociencia afectiva, podemos afirmar que estos valores forman parte de la racionalidad misma y de la toma de decisiones científica.

En la tesis han sido analizadas dos perspectivas en el estudio de controversias subrayando la necesidad de introducir una tercera (Tabla 7.10)

PERSPECTIVA	CENTRADA EN	VALORES
Internalista	Autonomía científica	Epistémicos
Externalista	Contexto	No epistémicos
Híbrida	Autonomía + contexto	Epistémicos + no epistémicos

La necesidad de incluir una tercera viene amparada por la consideración de las dos primeras acerca de los valores no epistémicos. En ninguna de ellas fueron considerados ni como nexos ni como primarios en la investigación, aunque a menudo sí lo fueron. Científicos como David Prentice me han servido para mostrar cómo justamente estos valores constituían nexos de unión entre la sociedad y la ciencia. Estos valores, constituyen en sí mismos un mecanismo subyacente de las controversias convirtiéndose en factores esenciales de las mismas. Es más, es en base a estos valores que las comunidades científicas se aúnan y forman grupos. En el caso de la investigación con células madre se revela cómo los científicos están tomando partido por una teoría concreta, manteniéndose escépticos hacia algunos resultados y aceptando acríticamente otros.

En el tema de la potencialidad de las células madre adultas lo comentado anteriormente cobra fuerza. La fe que en su momento se depositó en ellas y la que

actualmente se está depositando en las células pluripotentes inducidas, se basa más en una aceptación acrítica que en datos puramente epistémicos. Estos últimos, en el grado de desarrollo de la controversia, son insuficientes como pongo de relieve en el capítulo 3. En otras palabras, la biología de las células madre aún no está lo suficientemente desarrollada como para que en base a ella se afirme y en algunos casos se exija, el abandono de los programas de investigación con células madre embrionarias, partiendo de la premisa de que las células madre adultas o las pluripotentes inducidas tienen el mismo potencial biológico y terapéutico.

La incertidumbre y desconocimiento que rodea la investigación es grande y los datos empíricos insuficientes. Estos factores me llevan a afirmar que son los valores de tipo moral los que actualmente manejan el timón de estas opiniones y los que motivan esta actitud. Que la controversia de las células madre está dominada y es porosa hacia factores morales es indiscutible. El hecho de que las células madre embrionarias requieran de embriones humanos para su consecución la coloca en la primera línea de la problemática moral. Estos valores a menudo vienen soportados por religiones que ofrecen un conjunto de normas morales a seguir. ¿Puede esto conducirnos a un relativismo científico?

Uno de los objetivos de la tesis ha sido mostrar que aun incluyendo estos valores morales en la actividad científica, se podía mantener y afirmar la racionalidad de la ciencia. La introducción en la tesis de los estudios realizados en neuroética contaba precisamente con esa función. Puesto que desde la misma se apunta a que esos valores están intrínsecamente relacionados con las emociones. Los estudios de fMRI han mostrado que justamente los centros emocionales del cerebro son más activos cuando tomamos decisiones morales en base a nuestras reacciones viscerales. Reacciones que son más salientes si tratamos o si nuestras creencias más arraigadas son amenazadas. En el contexto de la controversia de las células madre, nuestras creencias acerca de qué es un ser humano y cuándo comienza a serlo. Estas convicciones son un reflejo de nuestros valores morales, y por ende de nuestras emociones más que de una verdad objetiva y moral.

A partir de aquí, podemos afirmar que el sesgo en la controversia de las células madre es la moral/religión de cada uno, especialmente, la de aquéllos que mantienen una actitud negativa hacia la investigación con células madre embrionarias. Y justamente, gracias a la neuroética podemos trazar un puente entre la emoción y la moral. Puesto que las actitudes emocionales de los actores

implicados en la controversia reflejan los valores de quienes las sostienen. La preferencia por un tipo de investigación o por otro se encuentra asociada a emociones positivas (las que están a favor), y a emociones negativas (las que se encuentran en contra). En otras palabras, una persona con fuertes valores religiosos que tiene unas creencias férreas acerca de cuándo un ser humano comienza a serlo, destruir un embrión para agenciarse sus células madre es poco menos que inaceptable. La idea probablemente le causará un rechazo automático e intuitivo y su juicio moral será negativo hacia la investigación. Leon Kass o el propio Prentice son ejemplos de personas a las que esta investigación les produce el *efecto ¡puaj!*

El principal problema derivado de este hecho es que investigaciones prometedoras se están frenando en base a estas reacciones instintivas, aunque se argumente que se está haciendo en base a datos puramente epistémicos. Y es que, para que podamos aceptar una teoría o práctica científica debemos alcanzar un consenso cognitivo emocional. Sin él, es muy difícil que se acepte una práctica o teoría. Y es debido al mismo por el que fallan:

- Modelos de déficit cognitivo en la comunicación científica: aunque exista una prolijidad en la información ofrecida ésta es inocua ante las actitudes tomadas ante determinadas prácticas científicas.
- Impacto en las posibles formas de clausura de la controversia: especialmente en aquéllas con alto contenido emocional como la controversia de las células madre. Para que la clausura sea posible deben converger en un punto común nuestras creencias y nuestros valores emocionales.

Una controversia científica se caracteriza porque no existe una información bien verificada y contrastada. Es más, esa es una de sus principales características. Existen estudios que demuestran que ante la falta de información los seres humanos usamos la heurística disponible para formar nuestras opiniones. En mi opinión, en momentos de controversia pasa lo mismo. Ante el desconocimiento de la disciplina y del posible futuro que acarreará la aplicación de la misma, usamos nuestra heurística basada en valores y emociones. Es necesario, integrar en los análisis de

controversias este factor emocional para discernir cuándo la emoción está guiando bien una actitud y cuándo no. Esto es de vital importancia si asumimos que los científicos que están implicados en la investigación y que a menudo determinan la investigación a seguir son a su vez agentes emocionales que como todos los seres humanos eligen las acciones que reciben la mejor evaluación no sólo cognitiva, sino también emocional²⁸⁶. Por tanto, es un nuevo factor en el análisis de controversias que hasta el momento se había o bien ignorado, o infravalorado.

En este punto, es necesario introducir una nueva tipología de controversias que recoja esta nueva dimensión del análisis de las mismas que ha sido posible gracias a la investigación recogida en esta tesis.

²⁸⁶ Podemos considerar que no sólo los hechos son *theory-laden* y *value-laden*, también *emotional-laden*.

7.1 Tipología de controversias

Dentro del estudio de las controversias científicas podemos diferenciar entre controversias cognitivas y ético/ emocionales. Esta separación no es excluyente. Es decir, las controversias cognitivas contienen elementos emocionales puesto que las evaluaciones emocionales forman parte de nuestro aparato cognitivo. No obstante, no todas las evaluaciones son igual de salientes. En otras palabras, en este tipo de controversias los elementos que anidan en ella tienen un contenido emocional poco relevante, lo que las hace que no sean tan purulentas en cuanto a discusión sobre valores y emociones se refiere.

Todo lo contrario sucede con las ético/ emocionales que aun teniendo también su parte cognitiva no es la más importante. En este tipo de controversias coexisten elementos muy salientes emocionalmente y a los que tenemos valores asociados fuertemente. Entre ellas destaco las que he denominado “controversias emocionales”. Controversias científicas cargadas afectivamente y donde mayor peso tienen nuestras respuestas valorativo/ emocionales en detrimento de criterios epistémicos objetivos. La controversia de las células madre es un buen ejemplo de este tipo de controversias. Los elementos con los que trata: embriones, clonación, aborto, etc. todos ellos tocan nuestras creencias y nuestro valores.

Dentro de las controversias científicas podemos diferenciar entre (Tabla 7.11)

TIPOLOGÍA DE CONTROVERSIAS CIENTÍFICAS

COGNITIVAS

- **Cognoscitivas:** disputas acerca del conocimiento de una disciplina.
- **Sociales:** centrada en cuestiones no científicas. (Martin, Richards)

ÉTICO/EMOCIONALES

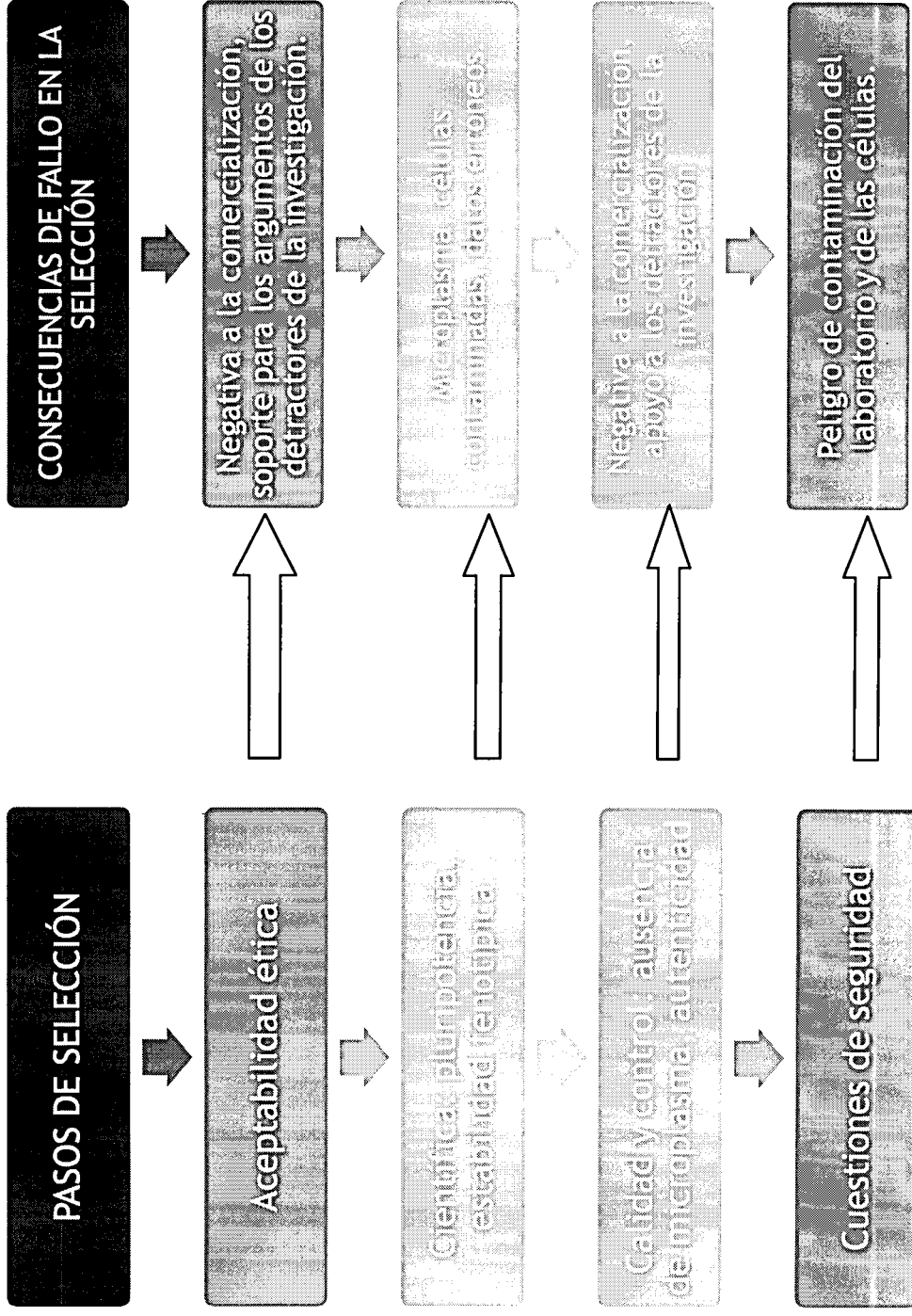
- **Políticas y económicas:** se implican factores de interés público como los medioambientales, sanidad, etc.
- **Riesgos:** relacionada con la anterior. Los riesgos están asociados a prácticas industriales y comerciales.
- **De derechos:** se enfrentan los derechos individuales frente a las metas comunitarias. (Nelkin)
- **Ético/Religiosas; Controversias emocionales:** están implicadas consideraciones morales y/o éticas y religiosas. (Nelkin, Delgado)
- **De hecho:** disputas acerca de datos obtenidos.
- **De teoría:** dos o más teorías se cuestionan.
- **Principios:** no sólo la metodología sino también la ontología está en jaque.
- **Mezcladas:** confluyen alguno o todos los elementos anteriores. (McMullin)

Esta nueva tipología en la que he incluido las controversias emocionales me plantea el tema de la clausura de las mismas. En este caso el de la controversia de las células madre embrionarias. En el anterior capítulo hacía un pequeño énfasis en las posibles vías de clausura de la multiplicidad de controversias que anidan en la misma. Éste análisis de posible clausura es una reflexión acerca de su posibilidad teórica de esta controversia de tan alto nivel emocional: la referente a investigar o no con células madre embrionarias.

7.2 Hacia una clausura de las controversias emocionales

Tom Beauchamp ofrece algunas claves para intentar solucionar el dilema de cómo clausurar controversias con un alto contenido emocional. Retomo lo escrito en el capítulo 2 de esta tesis e intentando aplicarlo a la controversia de las células madre.

- **Obtener información factual:** esclarecer cuáles son los hechos científicos y bien contrastados de la controversia de las células madre. Algunos de los procedimientos por los que lograrlo pasan por: replicación de experimentos, protocolos internacionales de investigación y metodologías a seguir en la derivación, proliferación y diferenciación y creación de Bancos Mundiales de células madre a partir de los criterios anteriores.



• **Análisis conceptual:** tema central y de especial relevancia en la controversia y en cómo los términos científicos son utilizados en ella. Muchos de ellos acarrear características y asociaciones a los que van ancladas emociones a menudo negativas. Tal es el caso de “clonación terapéutica”. Aun siendo un procedimiento diferente al de la clonación reproductiva, la palabra “clonación” tiene tantas connotaciones negativas²⁸⁷ que la técnica es más difícil de aceptar que otra que maneje términos más neutrales. La retórica se ha convertido en una dimensión más en la batalla en torno a la investigación con células madre. Como comenté en el capítulo anterior, el lenguaje utilizado a menudo sirve de vehículo para el traspasamiento de los valores emocionales. El lenguaje y la carga emotiva del mismo puede influirnos y conectar con nuestros propios valores. No obstante, este es un proceso interrelacionado entre ciencia y sociedad. Es cierto, que desde el sector científico se intentan utilizar los términos más neutrales posibles. Esta es la razón por la que a menudo se escuchan a los políticos hablar de “blastocistos” o “pre-embriones” en lugar de embriones, o el caso comentado anteriormente acerca de la clonación terapéutica. A menudo, a la ciencia se le imponen diferentes términos por el propio ambiente social, puesto que los científicos son en múltiples maneras parte del público. En Alemania por ejemplo, la propia definición de embrión (espermatozoide que penetra en un ovocito) excluye el término “pre-embrión” que en otros países es utilizado para nombrar al ovocito fecundado pero que aún no ha llegado a un punto de desarrollo determinado.

No hay que subestimar el lenguaje utilizado en una controversia, parte del éxito de que el público acepte un desarrollo científico depende literalmente de la terminología usada para describirlo. Y cuanto más neutral sea esta terminología, más desconectada estará de nuestra imaginación emocional y tendrá mayor probabilidad de que cause menor rechazo emocional. Pensemos si no en las analogías emocionales y en la

²⁸⁷ Un artículo recoge este hecho e intenta dar una solución ofreciendo una nueva terminología para la técnica de clonación reproductiva y es la de “transferencia nuclear”. Volgelstein, B et al. (2002) “Please don’t call it cloning!” *Science*, 295: 1237.

campana de *WiCell*, y en cómo se intentaba desgajar a la célula madre Stanley de su origen embrionario. Puesto que si se nombra corremos el riesgo de chocar contra los valores morales de la persona a la que va dedicada tal campana y superar los mismos no es una tarea sencilla.

- Adoptar un marco común de principios morales: a pesar de los valores morales que hay implicados y la dificultad para cambiar los mismos, ¿es posible alcanzar un mínimo de principios morales? Es necesario intentar conseguir esta ética de mínimos que permita enfrentarnos no sólo a los desafíos que plantea la investigación con células madre, sino que afronte los retos a los que cada vez con mayor frecuencia nos colocan las ciencias actuales y la biotecnología. Hay que intentar encontrar un nicho común desde el que analizar esta nueva realidad que no podía ser pensada anteriormente. No es el objeto de esta tesis infiltrarme en este tema, sin duda apasionante, sino sólo remarcar la urgencia de ser capaces de construir en un espacio común de interacción, un conjunto de normas lo suficientemente plásticas como para que pueda ser aplicado actualmente.

- Uso de ejemplos y contraejemplos/ exponer las debilidades y consecuencias inesperadas: una forma de encontrar este marco común consiste en exponer de forma lo más objetiva posible, las consecuencias de la investigación. En el caso de la investigación con células madre hay que aplicar lo propuesto por Thagard acerca del daño que puede causar una biotecnología. Parte del capítulo 3 tenía como función mostrar hasta qué punto estos riesgos podían ser considerados racionales y cuáles estaban motivados por malas evaluaciones emocionales. En mi opinión, el miedo del daño que pueda causar la técnica de clonación reproductiva no está justificado. En cambio, el miedo al daño que pueda producir la demanda de ovocitos sí debería tenerse en cuenta.

Basándonos en estos principios deberíamos ser capaces de poder llegar a un acuerdo que permitiese favorecer legislaciones que apoyasen aquéllos sectores de la controversia que contase entre sus huestes a los que mantuviesen creencias más consistentes y coherentes con el resto para poder alcanzar una clausura.

La controversia de las células madre sigue adelante y no sabemos si algún día logrará ser clausurada. Su definición como controversia de máxima magnitud, me permite afirmar que algunas de sus disputas serán algún día cerradas. Quizá la más purulenta, la referente al estatuto del embrión, muera por muerte natural o logre apaciguarse gracias a legislaciones favorables que permitan a los científicos investigar con ellas. Lo que he querido remarcar en esta tesis es que a menudo estos tipos de controversias tocan nuestras creencias y nuestros valores más profundos acerca de qué somos como especie. Y bajo esas circunstancias son nuestros valores los que dictan la dirección a seguir. En ocasiones, esos valores nos impedirán evaluar positivamente una determinada investigación puesto que va contra nuestras metas de preservar la dignidad humana, pero para otras personas estos valores le remarcarán la urgencia por aceptar una investigación que puede salvar y mejorar la calidad de vida de muchos otros.

Este trabajo me ha servido para reflexionar e iniciar una investigación acerca de este peso emocional en la ciencia y, especialmente en la cognición científica, que parece ser más importante en la racionalidad de lo que en filosofía de la ciencia se había imaginado. Y ver hasta dónde llega y qué aporta al análisis de las controversias científicas, parte inextricable de la actividad científica.

BIBLIOGRAFÍA

- Aldhous, P (2006), "Stem cells, miracle postponed?" *New Scientist*, 2542: 42.
- ; (2007), "Fresh questions on stem cell findings" *New Scientist*, 2596: 12-13.
- Aldhous, P. & Reich, S, (2007), "Flawed stem cell data withdrawn" *New Scientist*, 2591: 12.
- Adolphs, R. et al. (1998), "The human amygdala in social judgment" *Nature*, 393: 470-474.
- Adolphs, R. (2003), "Cognitive neuroscience of human social behavior" *Nature Neuroscience*, 4: 165-178.
- Alsop, S (1999), "Understanding understanding: a model for the public learning of radioactivity" *Public Understanding of Science*, 8: 267-284.
- Altimore, M. (1982), "The social construction of scientific controversy: comments on press coverage of the recombinant DNA debate" *Science, Technology and Human Values*, 7 (41): 24-31.
- Álvarez- Dolado, M. et al (2003), "Fusion of bone-marrow-derived cells with Purkinje neurons, cardiomyocytes and hepatocytes." *Nature*, 425: 968-973.
- Amit, M. et al. (2000), "Clonally derived human embryonic stem cell lines maintain pluripotency and proliferative potential for prolonged periods of culture" *Developmental Biology*, 227: 271-278.
- Anderson, S.W et al. (1999) "Impairment of social and moral behaviour related to early damage in human prefrontal cortex" *Nature Neuroscience*, 2 (11): 1032-1037.
- Anderson, D. et al. (2001), "Can stem cell cross lineage boundaries?" *Nature Medicine*, 7: 303-395.
- Andrews, P. (2006), "The selfish stem cell." *Nature biotechnology*, 24:325-326.
- Ashby, F.G et al. (1999) "A neuropsychological theory of positive affect and its influence on cognition" *Psychological Review*, 106(3): 529-550.

- Bardí, A. & Schwart, S. (2003), "Values and behavior: strength and structure of relations" *Personality and Social Psychology Bulletin*, 29: 1207-1220.
- Barnes, A. & Thagard, P. (1996) "Emotional decisions" *Proceedings of the Eighteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society*, Erlbaum: 426-429.
- Barsade, S. (2002) "The ripple effect: emotional contagion and its influence on group behaviour" *Administrative Science Quarterly*, 47:644-675.
- Bechara, A. (2002), "The neurology of social cognition" *Brain*, 125(8): 1673-1675.
- Behringer, R. (2007), "Human-animal chimeras in biomedical research" *Cell Stem Cell*, 1: 1-4.
- Björklund A. & Lindvall O. (2000), "Cell replacement therapies for central nervous system disorders." *Nature Neuroscience*, 3:537-544.
- Bjorson, C.R.R. et al. (1999), "Turning brain into blood: a hematopoietic fate adopted by neural stem cells in vivo." *Science*, 283: 534-537.
- Blair, R. J. R (1995), "A cognitive developmental approach to morality: investigating the psychopath" *Cognition*, 57:1-29.
- ; (2008) "The cognitive neuroscience of psychopathy and implications for judgments of responsibility" *Neuroethics*, 1:149-157.
- Blair, K.S et al. (2007), "Modulation of emotion by cognition and cognition by emotion" *NeuroImage*, 35: 430-440.
- Bloor, D. (1988), *Conocimiento e imaginario social*, Barcelona, Gedisa.
- Bongso, A. et al. (1994), "Fertilization and early embryology: Isolation and culture of inner cell mass cells from human blastocysts" *Human Reproduction*, 9, (11): 2110-2117.
- Brante T. & Hallberg M. (1991), "Brain or heart? The controversy over the concept of death" *Social Studies of Science*, 21 (3): 389-413.
- Brante T; Fuller S; Lynch W. (1993), *Controversial Science, from Content to Contention*, New York, State University of New York.
- Brivanlou, A. et al. (2003), "Setting standards for human embryonic stem cells" *Science*, 300: 913-916.
- Broker, V (2002), "A live issue and a moving target." *EMBO Reports*, 4: 5-7.

- Bromley, A. (2002), "Science, technology and politics" *Technology in Society*, 24: 9-26.
- Burns, T.W et al. (2003), "Science communication: a contemporary definition" *Public Understanding of Science*, 12: 183-202.
- Byrne, J.A et al. (2007), "Producing primate embryonic stem cells by somatic cell nuclear transfer" *Nature*, 6357: 1-6.
- Calvert, J. (2006), "What's special about basic research?" *Science, Technology and Human Values*, 31 (2): 199-220.
- Campbell, K. H. S. et al. (1996), "Sheep cloned by nuclear transfer from a cultured cell line" *Nature*, 380 (6569): 64-66.
- Canli, T. & Amin, Z. (2002) "Neuroimaging of emotion and personality: scientific evidence and ethical considerations" *Brain and Cognition*, 50: 414-431.
- Capshew, J. & Rader K. (1992), "Big Science: Price to present" *Osiris*, 7: 2-25.
- Carey, S. (1996), "Science as core knowledge" *Philosophy of Science*, 63 (4): 515-533.
- Carruthers, P; Stich, S, & Siegal M. (Eds) (2002), *The Cognitive Basis of Science*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Carruthers, P; Laurence, S; Stich, S (Eds) (2005), *The Inmate Mind: Structure and Contents*, New York, Oxford University Press.
- Casabona, C. (2004), *Investigación con células troncales*, Barcelona, Monografias Humanitats. Fundació Medicina y Humanidades mèdicas.
- Casacuberta, D. (2000), *Qué es una emoción*, Barcelona, Crítica.
- Cascalho, P. (2001), "The immunological barrier to xenotransplantation." *Inmunity*, 14: 437-446.
- Casebeer, W.D. (2003) "Moral cognition and its neural constituents" *Nature Neuroscience*, 4: 841-846.
- Casebeer, W. D. & Churchland, P.S (2003), "The neural mechanisms of moral cognition: a multiple-aspect approach to moral judgment and decision-making" *Biology and Philosophy*, 18: 169-194.
- Castro, R. et al (2002), "Failure of bone marrow cells to transdifferentiate into neural cells in vivo." *Science*, 297: 1299.

- Chalmers, D. & Nicol, D. (2004), "Commercialisation of biotechnology: public trust and research" *International Journal of Biotechnology*, 6 (2-3): 116-133.
- Check, E. (2007), "The hard copy" *Nature*, 446: 485- 486.
- Christofori, G. (2006) "New signals from the invasive front" *Nature*, 441: 444-450.
- Chung et al. (2005) "Embryonic and extraembryonic stem cell lines derived from single mouse blastomeres." *Nature*, 439: 145-147
- Churchland, P.M. (1995), *The Engine of Reason, the Seat of Soul*, Cambridge (Mass) The MIT Press.
- Clarke, D. L. et al. (2000)"Generalized potential of adult neural stem cell." *Science*, 288: 1660-1663.
- Clarke, M. & Fuller, M. (2006) "Stem cells and cancer: two faces of Eve" *Cell*, 124: 1111-1115.
- Cohen. C (2000) "Use of "excess" human embryos for stem cell research: protecting women's rights and health". *Women's health issues*, 10:121-126
- Cohen, J.D (2005) "The vulcanization of the human brain: a neural perspective on interactions between cognition and emotion" *Journal of Economic Perspectives*, 19(4): 3-24.
- Collins. H.M (1985) *Changing Order: Replication and Induction in Scientific Practice*. London, SAGE Publications.
- Cook, G. (2004) "From adult stem cells come debate" *The Boston Globe*, 1 Nov.
- Critchley, C. (2008) "Public opinion and trust in scientist: the role of the research context, and the perceived motivation of stem cell researchers" *Public Understanding of Science*, 17: 309-327.
- Cushman, F. et al. (2006), "The role of conscious reasoning and intuition in moral judgement. Testing three principles of harm" *Psychological Science*, 17(12): 1082-1088.
- Cyranoski, D. (2008) "5 things to know before jumping on the iPS bandwagon" *Nature*, 452: 406-408.
- Cyranoski, D. & Baker, M. (2008) "Stem-cell claim gets cold reception" *Nature*, 452: 132.

- Dalgleish, T. & Power, M. (Eds) (1999) *Handbook of Cognition and Emotion*, London, Wiley.
- D'Amour K. & Gage F. (2002) "Are somatic cells pluripotent or lineage restricted?" *Nature Medicine*, 8: 213- 214.
- Damasio, A. (1996), *El error de Descartes*, Barcelona, Crítica.
- , (2001), *La sensación de lo que ocurre*. Madrid, Debate.
- , (2005), *En busca de Spinoza. Neurobiología de la emoción y los sentimientos*. Barcelona. Crítica.
- Dana Foundation, The (2002), *Neuroethics: Mapping the Field*. The Dana Press.
- Davis, S. M et al. (1984) "Cerebral blood flow and cerebrovascular CO₂ reactivity in stroke-age normal controls" *Neurobiology*, 33:391-399.
- Davson-Galle, P.(2002) "Science, values and objectivity" *Science and Education*, 11: 191-202.
- De Sousa, R. (2008) "Epistemic feelings" en Brun, G, Doguoglu, U. & Kuenzle, D. (eds) (2008) *Epistemology and Emotions*, Aldershot, Ashgate.
- Delgado, M. & Vallverdú, J. (2007) "Valores en controversias: la investigación con células madre" *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 9 (3): 9-31.
- Desmond. J.E & Chen, A. (2002), "Ethical issues in the clinical application of fMRI: factors affecting the validity and interpretation of activations" *Brain and Cognition*, 50: 482-497.
- Devine, S. (2002) "Mesenchymal stem cells: will they have a role in the clinic?" *Journal of Cellular Biochemistry Supplement*, 38: 73- 79.
- Devolver K. (2005), "Human embryonic stem cell research: Why the discarded-created-distinction cannot be based on the potentially argument." *Bioethics*, 19: 167-185
- Dolan, RJ. (1999), "On the neurology of morals" *Nature Neuroscience*, 2(11): 927-929.
- Donovan & Gearhart J. (2001), "The end of the beginning for pluripotent stem cells." *Nature*, 414: 92-97
- Douglas, H. (2000), "Inductive risk and values in science", *Philosophy of Science*, 67 (4): 559-579.

- Draper, J. et al. (2004), "Recurrent gain of chromosomes 17q and 12 in cultured human embryonic stem cells." *Nature biotechnology*, 22: 53-54.
- Edwards, B. E. et al. (2000), "The human pluripotent stem cell: impact on medicine and society" *Fertility and Sterility*, 74 (1): 1- 7.
- Edwards, R. G. (2001) "IVF and the history of stem cells." *Nature*, 413: 349-351.
- Engelhart H. T. & Caplan A. (ed.) (1987) *Scientific Controversies: Case Studies in the Resolution and Closure of Disputes in Science and Technology*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Estany, A. (1999) *Vida, muerte y resurrección de la conciencia. Análisis filosófico de las revoluciones científicas en la psicología contemporánea*, Barcelona, Paidós.
- , (2001) *La fascinación por el saber. Introducción a la teoría del conocimiento*, Barcelona, Crítica.
- , Estany, A. (2001) Ventajas epistémicas de la cognición socialmente distribuida, *Contrastes*, 6: 351-375.
- Evans, G & Durant, J. (1995) "The relationship between knowledge and attitudes in the public understanding of science in Britain" *Public Understanding of Science*, 4: 57-74.
- Faden, R. et al. (2003) "Considerations of justice in stem cell research and therapy" *Hasting Center Reports*. November- December.
- Farah, M.J. & Root Wolpe, P (2003), "Brain research and neuroethics" *Cardiff Centre on Ethics, Law and Society*. Septiembre.
- , "Monitoring and manipulating brain function. New neuroscience technologies and their ethical implications" *Hastings Center Report*, 34(3): 35-45.
- Farah, M. (2004), "Neurocognitive enhancement: what can we do and what should we do?" *Nature Neuroscience*, 5: 421-425.
- , (2005), "Neuroethics: the practical and the philosophical" *Trends in Cognitive Sciences*, 9(1): 34-40.
- Fishel S; Edwards, R.G, Evans C.J (1984), "Human chorionic gonadotropin secreted by preimplantation embryos cultured in vitro." *Science*, 223: 816-818

- Fox, C. (2007) *Cell of Cells. The Global Race to Capture and Control the Stem Cell*. New York, Norton.
- Frazzetto, G (2004) “Embryos, cells and God” *EMBO reports*, 5 (8): 553-555.
- Freeland H. (2006) *Anatomía del fraude científico*. Barcelona. Crítica.
- Fuchs, E. & Segre, J. (2000) “Stem Cells: a new lease on life” *Cell*, 100: 143-155.
- Galison, P. (1987) *How experiments end*. London; The University of Chicago Press.
- Galison P. & Hevly B. (ed) (1992) *Big Science. The Growth of Large-Scale Research*. Stanford. Stanford University Press.
- Galli, R. et. Al. (2000) “Skeletal myogenic potencial of human and mouse neural stem cells” *Nature Neuroscience*, 3: 986-991.
- Gardner, H. (1988) *La nueva ciencia de la mente*; Paidós, Barcelona.
- Gazzaniga, M. (2000) “Cerebral specialization and interhemispheric communication. Does the copus callosum enable the human condition?” *Brain*, 123: 1293-1326.
- , (2006) *El cerebro ético*. Barcelona, Paidós.
- Gearhart, J. (1998) “New potential for human embryonic stem cells” *Science*, 282 (5391): 1061-1063.
- Giere, R. (1986) “Cognitive models in the philosophy of science” *PSA Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*; 2: 319-328.
- , (1988) *Explaining Science: A Cognitive approach*, Chicago, The University of Chicago Press.
- , (1990) “Implications of the cognitive science for the philosophy of science” *PSA Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*. Vol 2: Symposia and Invited Papers: 419-430.
- , (Ed), (1992) *Cognitive Models of Science*, Minneapolis, University of Minnesota Press.
- Giles, J. (2006) “The trouble with replication” *Nature*, 442: 344-347.
- Glannon, W. (2005), “Neurobiology, neuroimaging, and free will” *Midwest Studies in Philosophy*, 29: 68-82.
- Goldman, A. (ed) (1993) *Readings in Philosophy and Cognitive Science*, Cambridge (Mass), The MIT Press.

- , (1993) *Philosophical Applications of Cognitive Science*, San Francisco, Westview Press.
- González, M., López, J. y Luján J. (1996) *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid. Tecnos.
- Gopnik, A. (1996) “The scientist as child” *Philosophy of Science*, 63 (4): 485-514.
- Graf, T. (2002) “Differentiation plasticity of hematopoietic cells.” *Blood*, 99: 3090-3101.
- Graff G. (1997) “Agonistics: eight controversial propositions on controversy” *Transactions of the American Philological Association*, 127: 389-393.
- Graham, R. (1981) *Between Science and Values*, New York. Columbia University Press.
- Greene, J. et al. (2001), “An fMRI investigation of emotional engagement in moral judgement” *Science*, 294: 2105-2108.
- Greene, J. & Haidt, J. (2002) “How (and where) does moral judgement work?” *Trends in Cognitive Science*, 6 (12): 517-523.
- Greene, J. (2003), “From neural ‘is’ to moral ‘ought’: what are the moral implications of neuroscientific moral psychology?” *Nature Neuroscience*, 4: 847-850.
- , (2007) “Why are VMPFC patients more utilitarian? A dual-process theory of moral judgment explains” *Trends in Cognitive Science*, 11(8): 322-323.
- Greene, J et al. (2004) “The neural bases of cognitive conflict and control in moral judgment” *Neuron*, 44: 389-400.
- Greene, J. et al. (2008) “Cognitive load selectively interferes with utilitarian moral judgment” *Cognition*, 107: 1144-1154.
- Grompe, M. (2007) “Alternative energy for embryonic stem cell research” *Nature Reports Stem Cells*.
- Gross, J.J (Ed) (2007), *Handbook of Emotion Regulation*, New York London, Guilford Press.
- Guasch, G. & Fuchs, E. (2005) “Mice in the world of stem cell biology” *Nature Genetics*, 37:1201-1206.

- Gurdon, J. & Murdoch, A. (2008) "Nuclear transfer and iPS may work best together" *Cell Stem Cell*, 2: 135- 138.
- Haidt, J. (2001), "The emotional dog and its rational tail: a social intuitionist approach to moral judgement" *Psychological Review*, 108(4): 814-834.
- Hall, S (2003) "The quest for a smart pill" *Scientific American*, 289(3): 54-65.
- Hamman, S. (2001), "Cognitive and neural mechanisms of emotional memory" *Trends in Cognitive Science*, 5(9): 394-400.
- Hanahan, D. & Weinberg, R. (2000), "The hallmarks of cancer." *Cell*, 100: 57-70.
- Hansson, M. G. et al. (2007), "Isolated stem cells: patentable as cultural artifacts?" *Stem Cells*, 25:1507-1510.
- Hauser, M (2006), *Moral Minds. How Nature Designed our Universal Sense of Right and Wrong*. New York, HarperCollins.
- Hauser, M et al.(2007), "A dissociation between moral judgements and justifications" *Mind & Language*; 22(1): 1-21.
- Hawley R. & Sobiesky D. (2002), "Somatic stem cell plasticity: to be or not to be..." *Stem Cells*, 20: 195-197.
- Herold, E. (2006), *Stem Cell Wars*, New York, Palgrave Macmillan.
- Hoechedlinger, K. & Jaenisch, R. (2003), "Nuclear transplantation, embryonic stem cells, and the potential for cell therapy." *The New England Journal of Medicine*, 339: 275-286.
- Holden, C. (2006), "Scientists create human stem cell line from "dead" embryos" *Science*, 313: 1869.
- Illes, J. & Raffin, T.A (2002) "Neuroethics: an emerging new discipline in the study of brain and cognition" *Brain and Cognition*, 50: 341-344.
- Illes, J. et al. (2005) "International perspectives on engaging the public in neuroethics" *Nature Neuroscience*, 6: 977-982.
- Illes, J. (2006) *Neuroethics. Defining the issues in theory, practice, and policy*. New York, Oxford University Press.
- International Stem Cell Initiative, The (2007), "Characterization of human embryonic stem cell lines by the International Stem Cell Initiative" *Nature Biotechnology*, 25(3): 803-816.
- Janzen, V. & Scadden, D. (2006), "Good, bad and reformable" *Nature*, 441: 418- 419.

- Jasanoff, S., Markle, G., Petersen, J., Pinch, T. (Eds) (1995), *Handbook of Science and Technology Studies*, London, Sage Publications.
- Jasper, J. (1988), "The political life cycle of technological controversies" *Social Forces*, 67 (2): 357-377.
- Jiang et al. (2002) "Pluripotency of mesenchymal stem cells derived from adult marrow." *Nature*, 418: 41-49.
- Kahn, R. & Kellner, D (2004) "New media and Internet activism." *New Media & Society*; 6: 87-95
- Kahneman, D, Slovic, P. Tversky, A. (1982) (eds) *Judgement under uncertainty: Heuristics and biases*. New York, Cambridge University Press.
- Kahneman, D. (1992) "Objective happiness" en Kahneman, D. Diener, E. Schwarz, N (ed) *Well-Being: The Foundations of Hedonic Psychology*. New York, Russell Sage Foundation.
- Kanatsu-Shinohara, M & Shinohara, T. (2006) "The germ of pluripotency" *Nature Biotechnology*, 24 (6): 663-664.
- Kass, L. R (1997) "The Wisdom of Repugnance." *New Republic*, 216 (22).
- Keller, G. & Snodgrass, H. R. (1999) "Human embryonic stem cells: the future is now." *Nature medicine*, 5 (2): 151-152.
- Kim, Kyung- Man, (1994) *Explaining scientific consensus. The case of Mendelian genetics*, New York. The Guilford Press.
- Kim, J. et al. (2002) "Dopamine neurons derived from embryonic stem cells function in an animal model of Parkinson's disease" *Nature*, 418:50-56.
- Knorr-Cetina K. & Mulkay M.(ed) (1983) *Science Observed: Perspectives on the Social Study of Science*, London, SAGE Publications.
- Koenigs, M. et al. (2007) "Damage to the prefrontal cortex increases utilitarian moral judgement" *Nature*, 446: 908-911.
- Koenig, M. & Tranel, D. (2007) "Irrational economic: Decision-making after ventromedial prefrontal damage: evidence from the ultimatum game" *The Journal of Neuroscience*, 27(4): 951-956.
- Koertge, N. (ed) (1998), *A House built on Sand. Exposing Postmodernists Myths about Science*. New York. Oxford University Press.
- , (2000) "Science, values, and the value of science" *Philosophy of Science*, 67: 545-557.

- Kohlberg, L. (1969) "Stage and sequence: the cognitive-developmental approach to socialization" en, Goslin, D. A (ed) *Handbook of Socialization Theory and Research*, Chicago, Rand McNally.
- Kriegeskorte, K & Bandettini, P. (2007), "Analyzing for information, not activation, to exploit high-resolution fMRI" *NeuroImage*, 38: 649-662.
- Kuhn, T. (1971), *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica.
- Kureczka, J (2006), "Why media relations matter." *Nature Biotechnology*, 24: 387-389.
- Lachmann, P. (2001), "Stem cell research, why is it regarded as a threat?" *EMBO reports*, 2 (3): 165-168.
- Lane, R. D & Nadel, L. (Eds) (2000) *Cognitive Neuroscience of Emotion*, New York, Oxford University Press.
- Lanza, R. et. al (Eds) (2006), *Essentials of Stem Cell Biology*, Amsterdam etc. Elsevier Academic Press.
- Lahteenmäki R, & Lawrence S. (2006), "Public Biotechnology 2005- the numbers." *Nature Biotechnology*, 24:625-635
- Latour, B & Woolgar, S. (1995), *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*. Madrid, Alianza Universidad.
- LeDoux, J & Armony, J. (1992) "Can neurobiology tell us anything about human feelings?" en Kahneman, D. Diener, E. Schwarz, N (ed) *Well-Being: The Foundations of Hedonic Psychology*. New York, Russell Sage Foundation.
- Lengner, C. et al. (2007), "*Oct4* expression is not required for mouse somatic stem cell self-renewal" *Cell Stem Cell*, 1:403-415.
- Lensch, W. M. et al. (2007), "Teratoma formation assays with human embryonic stem cells: a rationale for one type of human-animal chimera" *Cell Stem Cell*, 1: 1-6.
- Lieberman, M.D (2000) "Intuition: a social cognitive neuroscience approach" *Psychological Bulletin*, 126(1): 109-137.
- Litt, A. et al. (2008) "Neural affective decision theory: choices, brains and emotions" *Cognitive Systems Research*, 9(4): 237:330.

- Longino, H. (1981), "Beyond 'bad science': skeptical reflections on the value freedom of scientific Inquiry", *Science, Technology and Human Values*, 8 (1): 7-17.
- Lovell- Badge, R. (2001), "The future for stem cell research." *Nature*, 414: 88-91.
- Machamer, P.; Pera, M. & Baltas, A. (Eds.) (2000), *Scientific Controversies: Philosophical and Historical Perspectives*, New York, Oxford University Press.
- Markle, G. E. & James C. (1981), "Controversies in science and technology- A protocol for comparative research" *Science, Technology and Human Values*, 6 (34): 25-30.
- Marsella, S. & Gratch, J. (2002) "A step toward irrationality: using emotion to change belief" *Proceedings of the first international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems*: 334- 341.
- Marshak, D; Gardner, R; Gottlieb, D. (Eds) (2001), *Stem Cell Biology*, Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Marshall, E. (1998) "Claim of human-cow embryo greeted with skepticism." *Science*; 282: 1390- 1391
- Marshall, E. (2000) "The business of stem cells" *Science*, 28: 1419-1421.
- Martin-Rendon, E. & Watt, S.M. (2003) "Exploitation of stem cell plasticity." *Transfusion Medicine* 2003; 13: 325-349.
- McHugh, P.R (2004), "Zygote and "clonote" –The ethical use of embryonic stem cells" *New England Journal of Medicine*, 351(3): 209-211.
- McLaren, A. (2001) "Ethical and social considerations of stem cell research." *Nature*, 414:129-131
- McMullin, E. (1982)"Values in science" *Philosophy of Science Association*, 2: 3-28.
- Meletis K; & Frisen J. (2001) "Have the bloody cells gone to our heads?" *The Journal of Cell Biology*, 155: 699-702.
- Merkle, F.T et al. (2007) "Mosaic organization of neural stem cells in the adult brain" *Science*, 317 (5836): 381-384.
- Merton, R.K (1964) *Teoría y estructuras sociales*. México. Fondo de Cultura Económica.

- Mezey, E. et al. (2000) "Turning blood into brain: cells bearing neuronal antigens generated in vivo from bone marrow" *Science*, 290 (5497): 1779-1782.
- Mikhail, J. (2007) "Universal moral grammar: theory, evidence and the future" *Trends in Cognitive Science*; 11(4): 143-152.
- Miller, J. D (2004) "Public understanding of, and attitudes toward, scientific research: what we know and what we need to know" *Public Understanding of Science*; 13: 273-294.
- Minsky, M. (2006) *The Emotion Machine: Commonsense Thinking, Artificial Intelligence, and the Future of the Human Mind*. New York, Simon & Schuster.
- Moll, J. et al. (2002) "The neural correlates of moral sensitivity: a functional magnetic resonance imaging investigation of basic and moral emotions" *The Journal of Neurosciences*; 22(7): 2730-2736.
- Moll, J. et al. (2002) "Functional Networks in emotional moral and nonmoral social judgements" *NeuroImage* 16: 696-703.
- Moll, J. et al. (2003) "Morals and the human brain: a working model" *NeuroReport*, 14 (3): 299-305.
- Moll, J. et al. (2005), "The neural basis of human moral cognition" *Nature Neuroscience*; 6: 799-809.
- Moll, J. & Oliveira-Souza, R, (2007) "Moral judgments, emotions and the utilitarian brain" *Trends in Cognitive Science*, 11(8): 319-321.
- , "Response to Greene: Moral sentiments and reason: friends or foes?" *Trends in Cognitive Science*, 11 (8): 323-324.
- Moll, J, et al. (2008), "The neural basis of moral cognition. Sentiments, concepts, and values" *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1124: 161-180.
- Moore K. & Lemischka R.(2006) "Stem cells and their niches." *Science*, 311: 1880-1885.
- Mora, F. (2007). *Neurocultura. Una cultura basada en el cerebro*, Madrid, Alianza Editorial.
- Morgado, I. (2007) *Emociones e inteligencia social. Las claves para una alianza entre los sentimientos y la razón*. Barcelona. Ariel.

- Morris, J. S (2002) "How do you feel?" *Trends in Cognitive Sciences*, 6 (8): 317-319.
- Morrison, S. J. & Kimble, J. (2006), "Asymmetric and symmetric stem-cell divisions in development and cancer" *Nature*, 441: 1068-1074.
- Morshead, C. et al. (2002), "Hematopoietic competence is a rare property of neural stem cells that may depend on genetic and epigenetic alterations" *Nature Medicine*, 8 (2): 268-273.
- Nakagawa, M. et al. (2008), "Generation of induced pluripotent stem cells without Myc from mouse and human fibroblasts". *Nature Biotechnology*, 26 (1): 192-106.
- Nelkin, D. (1971) "Scientists in an environmental controversy. *Science Studies*, 1 (3/4): 245-261.
- , (1975) "The political impact of technological expertise" *Social Studies of Science*, 5 (1) : 35-54.
- , (1976) "Changing images of science: new pressures on old stereotypes" *Newsletter of the Program on Public Conceptions of Science*, 14: 21-31.
- , (1992) *Controversy: Politics of Technical Decisions*, USA, Sage.
- , (2004) "God talk: confusion between science and religion" *Science Technology and Human Values*, 29 (2): 139-152.
- Nelissen, R. M. A et al. (2007) "Emotions and goals: assessing relations between values and emotions" *Cognition and Emotion*; 21(4): 902-911.
- Nersessian, N. (1995) "Opening the black box: cognitive science and history of science" *Osiris*, 2nd series, 10, *Constructing Knowledge in the History of Science*, 10: 194-211.
- , (2005). "Interpreting scientific and engineering practices: Integrating the cognitive, social, and cultural dimensions." En Gorman, M. R. Tweney, D. Gooding, & A. Kincannon, eds. *Scientific and Technological Thinking*, Erlbaum.
- Nichols, S. (2002), "Norms with feeling: towards a psychological account of moral judgement" *Cognition*, 84: 221-236.
- Nichols, S & Mallon, R. (2006), "Moral dilemmas and moral rules" *Cognition*, 100: 530-542.

- Nisbet, M. (2004) "Public opinion about stem cell research and human cloning." *Public Opinion Quarterly*, 68: 131-154.
- , (2005) "The competition for worldviews, values, information, and public support for stem cell research" *International Journal of Public Opinion Research*; 17(1) 90-112.
- Nisbet, M.C & Goidel, R.K (2007) "Understanding citizen perceptions of science controversy: bridging the ethnographic-survey research divide" *Public Understanding of Science*: 16: 421-440
- Nishikawa, S. et al. (2007) "Embryonic stem-cell culture as a tool for developmental cell biology" *Molecular Cell Biology*, 8: 502-507.
- Niwa, H. et al. (2000), "Quantitative expression of Oct-_{3/4} defines differentiation or self-renewal of ES cells." *Nature genetics*, 24: 372-376.
- Nola, R. (2000) "Saving Kuhn from the sociologists of science" *Science & Education*, 9: 77-90.
- Nussbaum, M. C (2008) *Paisajes del pensamiento. La inteligencia de las emociones*. Barcelona, Paidós.
- Oatley, K. & Jenkins, J.M (1992) "Human emotions: function and dysfunction" *Annual Review Psychology*, 43:55-85.
- Olson, S. (2005) "Brain scans raise privacy concerns" *Science*, 307: 1548-1550.
- Oschner, K.N. et al. (2002) "Rethinking feelings: an fMRI study of the cognitive regulation of emotion" *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14(8): 1215-1229.
- Oschsner, K.N. & Gross, J. (2005), "The cognitive control of emotion" *Trends in Cognitive Sciences*, 9(5): 242-249.
- Owen- Smith. O, & McCormich, (2006), "An international gap in human ES research." *Nature Biotechnology*, 24:391-392.
- Panksepp, J. (1998) *Affective Neuroscience. The Foundations of Human and Animal Emotions*, New York, Oxford University Press.
- Parsons, G. & Rueger, A. (2000), "The epistemic significance of appreciating experiments aesthetically" *British Journal of Aesthetics*, 4(4): 407-423.
- Pearson, H. (2006) "Health effects of egg donation may take decades to emerge" *Nature*; 442: 607-608.

- Peduzzi-Nelson, J (2006) "Adult cells are behind much of stem cell success so far" *Milwaukee Journal Sentinel*, 2 Sept.
- Perry, D. (2000), "Patient's voice: the powerful sound in the stem cell debate" *Science*; 285: 1423.
- Peters, T. (2001) "The stem cell controversy" *Dialog: A Journal of Theology*, 40(4): 290-298.
- Petersen, B.E. et al. (1999) "Bone marrow as a potential source of hepatic oval cells." *Science*, 284: 1168-1170.
- Petersen, B. E. & Terada, N. (2001) "Stem cells: a journey into a new frontier" *Journal of the American Society of Nephrology*, 12: 1773- 1780.
- Phan, K et al. (2002), "Functional neuroanatomy of emotion: a meta-analysis of emotion activation studies in PET and fMRI" *NeuroImage*, 16: 331-348.
- Pierce, B. (2006) *Genética. Un enfoque conceptual*. Madrid. Editorial Médica Panamericana.
- Pinch, T. (1981) "The sun-set: the presentation of certainty in scientific life" *Social Studies of Science*, 11(1) : 131-158.
- Pittenger, M. F. et al. (1999) "Multineage potencial of adult human mesenchymal stem cells." *Science*, 284: 143-147.
- Pompe, S. et al. (2005) "Stem cell research: the state of the art" *EMBO Reports*; 6: 297-300.
- Prentice, D. (2005) "Live patients & dead mice" *Chistianity Today*, 30/9.
- Prentice, D. et al. (2007) "Treating diseases with adult stem cells" *Science* 315: 328.
- Rabino, I. (1991) "The impact of activist pressures on recombinant DNA research" *Science, Technology and Human Values*, 16 (1):70-87.
- Racine, E. et al. (2005) "fMRI in the public eye" *Nature Neuroscience*, 6: 159-164.
- Rajasekhar, V. K et al. (2008) "The 5th International society for stem cell research (ISSCR) annual meeting. June 2007" *Stem Cells*, 26:292-298.
- Ramalho-Santos M. et al. (2002) " "Stemness": transcriptional profiling of embryonic and adult stem cells" *Science* 298: 597- 600.
- Ramalho- Santos, M. & Willenbring, H. (2007) "On the origin of the term "stem cell"" *Cell Stem Cell*, 1: 35-38.

- Rando, T. A. "Stem cells, ageing and the quest for immortality" *Nature*, 441: 1080-1086.
- Reed, D. (2004) "Paralysis, Roman Reed, and a ban on stem-cell research." *The Lancet*; 364: 219.
- Reichhardt, T. et al. (2004) "Religion and science: studies of faith" *Nature* 432: 666-669.
- Reya et al. (2001) "Stem cells, cancer, and cancer stem cells." *Nature* 414: 105-111.
- Reyes M. et al. (2001) "Purification and ex vivo expansion of postnatal human marrow mesodermal progenitor cells" *Blood* 98 (9): 2615- 2625.
- Reubinoff, B. et al. (2000) "Embryonic stem cell lines from human blastocysts; somatic differentiation in vitro." *Nature Biotechnology* , 18: 399-404.
- Richards, M. et al. (2002) "Human feeders support prolonged undifferentiated growth of human inner cell masses and ESC." *Nature Biotechnology*, 20: 933-936.
- Rizzolatti, G & Sinigaglia, C. (2006) *Las neuronas espejo. Los mecanismos de la empatía emocional*. Barcelona, Paidós.
- Root Wolpe, P. (2006) "Reasons Scientists avoid thinking about ethics" *Cell*, 126(6): 1023-1025.
- Roskies, A. (2002), "Neuroethics for the new millenium" *Neuron*, 35(1): 21-23.
- Sangiorgi, E. & Capecchi, M. R (2008) "*Bmi1* is expressed *in vivo* in intestinal cells" *Nature Genetics*
- Santesmases, M.J. (2002) "¿Artificio o naturaleza? Experimentos en la historia de la biología." *Theoria* ; 17: 265-289.
- Sara, S. J (2001) "On the use and usefulness of cognitive enhancing drugs" ESF and Wenner-Gren Foundation Symposium. *Perils and Prospects of the New Brain Sciences*.
- Savulescu, J. (2002) "The embryonic stem cell lottery and the cannibalization of human beings." *Bioethics*; 16 (6): 509-529.
- Scadden, D. (2006) "The stem-cell niche as an entity of action" *Nature*, 441: 1075-1079.
- Schaub, D. (2004) "Mathuselah and US" *The New Atlantis. A journal of technology and society*, 4: 37-42.

- Schuldiner, M. et al. (2000) "Effects of eight growth factors on the differentiation of cells derived from human embryonic stem cells", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 27 (21): 11307-11312.
- Schwarz, N (2000) "Emotion, cognition, and decision making" *Cognition and Emotion*, 14(4): 433-440.
- Schwartz, R. (2000) "The politics and promise of stem-cell research" *The New England Journal of Medicine* 355 (12): 1189-1191.
- Scott, P.; Richards, E. y Martin, B. (1990) "Captives of controversy, the myth of the neutral reasearcher in contemporary scientific controversies" *Science, Technology and Human Values*, 15 (4): 474-494.
- Schaich Borg, J. et al. (2006) "Consequences, action, and intention as factors in moral judgments: an fMRI investigation" *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18(5): 803-817.
- Shamblott, M.J. et al.(1998) "Derivation of pluripotent stem cells from cultured human primordial germ cells." *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95: 13726- 13731.
- Sherr, C. & DePinho R. (2000) "Cellular senescence: mitotic clock or culture shock?" *Cell*, 102: 401-410.
- Shiv, B. et al. (2005) "Decision neuroscience" *Marketing Letters*. 16:3/4: 375-386.
- Siegrist, M et al. (2000) "Salient value similarity, social trust, and risk/benefit perception" *Risk Analysis*; 20 (3): 353-362.
- Sinnott-Armstrong, W. (Ed) (2008) *Moral Psychology* (vol.3) Cambridge, MIT Press.
- Slaughter, S. (1993) "Beyond basic science: research university presidents' narratives of science policy" *Science, Technology and Human Values*, 18 (3): 278-302.
- Slaughter, S. y Rhoades, G. (1996) "The emergence of a competitiveness research and development policy coalition and the commercialization of academic science and technology". *Science, Technology and Human Values*, 21 (3): 303-339.
- Sloep, P. B. (1993) "Methodolgy revitalized?" *The British Journal for the Philosophy of Science*, 44 (2): 231-249.

- Smith, S. et. Al. (2006) "Adult stem cells treatments for diseases?" *Science* 313: 439.
- Snyder et al. (2006) "Can science resolve the ethical impasse in stem cell research?" *Nature Biotechnology* 24: 397-400.
- Solomon, R.C (2007) *Ética emocional. Una teoría de los sentimientos*. Barcelona. Paidós.
- Solter, D. & Gearhart, J. (1999) "Putting stem cells to work" *Science*, 283: 1468-1470.
- Spangrude, G. (2003) "Stem cells and tissue regeneration. When is a stem cell really a stem cell?" *Bone Marrow Transplantation*, 32: S7- S11.
- Spradling, A. et al. (2001) "Stem cells find their niche" *Nature*, 414: 98-104.
- Stafford, N. (2007) "Scientists criticize adult stem cell claim" *The Scientist*, 24 de Septiembre.
- Storbeck, J. & Clore, G. (2007) "On the interdependence of cognition and emotion" *Cognition and Emotion*, 21(6): 1212-1237.
- Sullivan, S; Cowan, C. A; Egan, K. (Eds) (2007) *Human Embryonic Stem Cells. The Practical Handbook*. Cambridge (Ma), Wiley.
- Takahashi, K. & Yamanaka, S. (2006) "Induction of pluripotent stem cells from mouse embryonic and adult fibroblast cultures by defined factors" *Cell*, 126: 663-676.
- Takahashi, K. et al. (2007) "Induction of pluripotency stem cells from adult human fibroblasts by defined factors" *Cell*, 131: 1-12.
- Taylor, P. L. (2007) "Research sharing, ethics and public benefit" *Nature Biotechnology*, 25 (4): 398-401.
- Taylor, S. F. & Liberzon, I. (2007), "Neural correlates of emotion regulation in psychopathology" *Trends in Cognitive Science*, 11(10): 413-418.
- Taymor K. et al.(2006) "The paths around stem cell intellectual property." *Nature Biotechnology*, 24: 411-414
- Terada, N. et al.(2002) "Bone marrow cells adopt the phenotype of other cells by spontaneous cell fusion." *Nature*, 416: 542-545.
- Testa, G & Harris, J. (2005) "Ethics and synthetic gametes" *Bioethics*; 19: 146-166.
- Testa, G. et al. (2007) "Breakdown of the potentiality principle and its impact on global stem cell research" *Cell Stem Cell*, 1: 153- 156.

- Thagard, P. (1989) "Welcome to the cognitive revolution" *Social Studies of Science*, 19 (4) : 653-657.
- , (2000) *Coherence in Thought and Action*, Cambridge (Mass), MIT Press.
- , (2002) "The passionate scientist: emotion in scientific cognition" en Carruthers, P; Stich, S, & Siegal M. (Eds), *The Cognitive Basis of Science*, Cambridge, Cambridge University Press.
- , (2004) "What is doubt and when is it reasonable?" en Ezcurdia, M. Stainton, R. Viger, C. (eds) *New Essays in the Philosophy of Language and Mind*, Canadian Journal of Philosophy, 30: 391-406.
- , (2004), "Rationality and science" en Mele, A. & Rawlings, P. (2004) *Handbook of Rationality*, Oxford, Oxford University Press.
- , (2005), "The emotional coherence of religion" *Journal of Cognition and Culture*, 5: 58-74.
- , (2006) *Hot Thought: Mechanisms and Applications of Emotional Cognition*, Cambridge (Ma), MIT Press.
- , (2006) "Critique of emotional reason" en De Waal, C (ed) *Susan Haack: a Lady of Distinctions. The Philosopher Responds to her Critics*. Prometheus Book.
- , (2007) "The moral psychology of conflict of interest: insights from affective neuroscience" *Journal of Applied Philosophy*, 24(4): 367-380.
- , (2008) "How cognition meets emotion: beliefs, desires, and feelings as neural activity" en Brun, G, Doguoglu, U. & Kuenzle, D. (eds) (2008) *Epistemology and Emotions*, Aldershot, Ashgate.
- Thagard, P. & Kroon, F.W (2006) "Emotional consensus in group decision making" *Mind & Society*, 5(1): 85-104.
- Thomson, J. et. al. (1998) "Embryonic stem cell lines derived from human blastocysts." *Science*, 282: 1145-1148.
- Thomson, E. (2007) *Mind in Life*, Harvard University Press.
- Till, J. E; McCulloch E.A.; Siminovitch L. (1964) "A stochastic model of stem cell proliferation, based on the growth of spleen colony-forming cells" *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 51 (1): 29-36.
- Triffitt, J. (2002) "Stem cells and the philosopher's stone" *Journal of Cellular Biochemistry Supplement*, 38: 13-19.

- Tsuchiya, N. & Adolphs, R.(2007) "Emotion and consciousness" *Trends in Cognitive Science*, 11(4): 158-167.
- Turner, D.C. & Sahakian, B.J. (2006), "Ethical questions in functional neuroimaging and cognitive enhancement" *Poiesis Prax*, 4:81-94.
- Vallverdú, J. (2005) "¿Cómo finalizan las controversias? Un nuevo modelo de análisis: la controvertida historia de la sacarina" *Revista CTS*, 2 (5): 19-50.
- , (2006) "Bioethical art. Genome sense construction through artistic interactions" *Aesthetika*, 2 (2): 7-16.
- Varmus, H. (2006) "The new era in cancer research:" *Science* 312: 1162-1165.
- Verfaillie, C. (2002) "Adult stem cells: assessing the case for pluripotency" *Trends in Cell Biology*, 12(11): 502-508.
- Verfaillie, C. M. et al. (2002) "Stem cells: hype and reality" *Hematology* 1:369-390.
- Wagers, A. et al. (2002) "Little evidence for developmental plasticity of adult hematopoietic stem cells." *Science*, 297: 2256-2259.
- Wang, J. & Dick, J. (2005) "Cancer stem cells: lessons from leukemia" *Trends in Cell Biology*, 15:494-501.
- Weber, M. (1967) *El político y el científico*. Madrid. Alianza editorial.
- Wee Eng Lim, J & Bodnar A. (2002) "Proteome analysis of conditioned medium from mouse embryonic fibroblast feeder layers which support the growth of human embryonic stem cell." *Proteomics*, 2: 1187-1203.
- Wells, W. (2002) "Is transdifferentiation in trouble?" *The Journal of Cell Biology*, 157 (1): 15-18.
- Wertz, DC (2002) "Embryo and stem cell research in the United States: history and politics" *Gene Therapy* 9: 674-678.
- Whetton, A. D, et al. (2008) "The time is right: Proteome biology of stem cells" *Cell Stem Cell*, 2: 215-217.
- Wilmut, I. et al. (1997) "Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells" *Nature*, 386 (6619): 810-813.
- Wilmut, I. et al. (2002) "Somatic cell nuclear transfer." *Nature*, 419: 583-587.
- Wilson, A. & Trumpp, A. (2006) "Bone-marrow hematopoietic-stem-cell niches" *Nature Immunology*, 6: 93- 106.

- Wolpert, L. & Richards, A.(1998) *Passionate Minds: The Inner World of Scientists*, New York, Oxford University Press p. 137.
- Wurmser, A. E. & Gage, F. H (2002) "Stem cells: cell fusion causes confusion" *Nature*, 416: 485-487.
- Xu, R. et al. (2002) "BMP4 initiates human embryonic stem cell differentiation to trophoblast." *Nature biotechnology*, 20:1261-1264.
- Yamanaka, S (2007) "Strategies and new development in the generation of patient-specific pluripotent stem cells" *Cell Stem Cell*, 1: 39-49.
- Ying, Q. et al. (2002) "Changing potency by spontaneous fusion." *Nature*, 416: 545-548.
- Yu, J. et al. (2007) "Induced pluripotent stem cell lines derived from human somatic cells" *Science*, 318: 1917-1920.
- Zaehres, H. & Schöler, H. (2007) "Induction of pluripotency: from mouse to human" *Cell*, 131: 834-835.
- Zahn, R. et al. (2008) "The neural basis of human social values: evidence from functional MRI" *Cerebral Cortex*, Mayo.
- Zhu, J. & Thagard, P. (2002) "Emotion and action" *Philosophical Psychology*, 15(1): 19:36.
- Ziman, J. (1998) "Why must scientists become more ethically sensitive than they used to be?" *Science*, 282: 183-184.
- Zwaka, T. & Thomson, J. (2003) "Homologous recombination in hESC." *Nature Biotechnology*, 21:319-321.
- Zwaka, T. (2008) "What comes after iPS?" *Nature Reports Stem Cells*.

ÍNDICE DE CUADROS

1. El ratón doméstico <i>mus musculus</i> como organismo genético modelo	88
2. Protocolo para la manipulación con células madre -----	97
3. La metilación del ADN-----	103
4. Muestra de las principales empresas biotecnológicas. Fuente: <i>Nature Biotechnology</i> -----	137
5. Mapa mundial de investigación con células madre -----	173
6. Falacia naturalista -----	227
7. Dilemas morales-----	231

ÍNDICE DE FIGURAS

1.1 El método científico -----	20.
1.2 Relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad-----	23.
1.3 Etiqueta de Anís del Mono. Fuente: Internet -----	24
1.5 Resolución de controversias -----	27
1.6 Visión jerárquica de ciencia, tecnología y sociedad frente a multidireccional o CTS -----	37
1.7 Mecanismo general de la ciencia: Fuente: Latour, B. <i>Ciencia en acción</i> -----	43
1.8 Relaciones entre ciencia y sociedad mediante valores no epistémicos-----	46
2.9 Diferencias entre macro y microciencia. Fuente: Vallverdú-----	51
2.10 Dinámica interna y externa de una controversia científica -----	58
3.11 Posibles aplicaciones de la investigación con <i>sc</i> . Fuente: <i>NIH</i> -----	79
3.12 Clasificación de las células madre atendiendo a su origen -----	82
3.13 Clasificación de las células madre atendiendo a su plasticidad-----	83
3.14 Células madre pluripotentes. Fuente: <i>Stem Cell Research Foundation</i> -----	84
3.15 Origen de las células madre pluripotentes. Fuente <i>Stem Cell Research Foundation</i> -----	85
3.16 Desarrollo de las capas germinales-----	89

3.17 Procedimiento de clonación terapéutica. Fuente: Internet-----	102
3.18 Diferenciación de las hsc -----	111
3.19 Procedimiento de obtención de las células madre germinales. Fuente: NIH--	124
4.20 Árbol de posibilidades de embriones creados y sobrantes -----	156
4.21 Tres procedimientos diferentes que muchos detractores de la investigación con <i>esc</i> identifican: desarrollo normal, clonación terapéutica y clonación reproductiva. Fuente: <i>The New England Journal of medicine</i> -----	163
4.22 Programa de educación para niños. Fuente: WiCell -----	191
4.23 Programa de educación para niños. Fuente: WiCell -----	192
4.24 Dimensiones de ICCM. Fuente: Alsop (1999)-----	197
4.25 Relaciones entre el contexto de investigación y el apoyo a la investigación con células madre. Fuente: Critchley, 2008-----	200
4.26 Rol de los valores en la aceptación o no de la investigación con células madre -- -----	201
5.27 Diagrama del efecto BOLD -----	216
5.28 Tipos de comunicación sobre neurociencia. Fuente: Racine (2005) -----	219
6.29 Constreñimientos en la toma de decisiones -----	263
6.30 Coherencia emocional en procesos de elección de programas de investigación científica -----	267
6.31 Relación entre valores y emociones en el aprendizaje científico -----	272

6.32 Analogías emocionales----- 281

6.33 Analogías emocionales----- 282

6.34 Formas de clausura de la controversia de las células madre ----- 286

* Las fuentes de las figuras son proporcionadas en las anotaciones. Cuando no exista una referencia a la fuente es debido a que han sido figuras creadas por mí misma para la tesis.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 División de las ciencias -----	20
Tabla 2.2 Características de la investigación en los diferentes acercamientos a las controversias científicas -----	54
Tabla 2.3 Protocolo para el estudio de controversias -----	62
Tabla 3.4 Comparación de msc y hsc -----	94
Tabla 4.5 Protocolo para el estudio de controversias aplicado a la controversia de las células madre-----	77
Tabla 4.6 Diferentes actitudes ante la investigación con <i>esc</i> -----	153
Tabla 5.7 Técnicas de neuroimagen-----	215
Tabla 5.8 Sistemas que contribuyen al juicio moral.-----	239
Tabla 6.9 Problemas de la investigación con células madre -----	248
Tabla 7.10 Perspectivas en el análisis de controversias-----	289
Tabla 7.11 Tipología de controversias -----	293

GLOSARIO

Aneuploidía: alteración en el número de cromosomas que puede dar lugar a enfermedades genéticas. Esta anomalía es típica de las células cancerosas.

Apoptosis: proceso de muerte celular causado por el cese de señales provenientes de otras células que le son necesarios para sobrevivir. Este proceso garantiza que las células sobreviven sólo y cuándo son necesarias.

ASC: del inglés *adult stem cell*, célula madre adulta. Células madre presentes en los tejidos adultos que pueden regenerarse a sí mismas y diferenciarse en células del tejido germinal del que procede.

Astrocito: célula en forma de estrella que ayuda a las neuronas del cerebro a funcionar correctamente.

Autólogo: materiales biológicos como células tejidos u órganos derivados del propio paciente.

Blastocisto: embrión preimplantatorio que contiene entre unas 150-200 células. El blastocisto está formado por una pequeña esfera que contiene una capa externa de células (trofoectodermo) y una cavidad que contiene un grupo de células en su interior: la masa interna. Es ésta la fuente de las esc.

Cariotipo: conjunto de todos los cromosomas de una célula.

Clonogeneidad: que es sensible de ser clonado.

CSC: del inglés *cancer stem cell*, célula madre cancerígena. Células madre que tienen las mismas propiedades que las esc. No obstante, su origen maligno no las hace aptas para su uso terapéutico.

Cuerpo embriode: estructura multicelular compuesta por múltiples tipos celulares formados durante la diferenciación *in vitro* e *in vivo* de células madre embrionarias.

Desdiferenciación: pérdida de la información genética de una célula por la adquisición de una más primitiva. Un ejemplo de desdiferenciación celular se produjo en la clonación de Dolly.

ECC: del inglés *embryonal carcinoma cells*; células madre pluripotentes derivadas de un tumor denominado teratocarcinoma. Normalmente son aneuploides y poco funcionales.

Ectodermo: Capa externa de las tres en que se disponen las células del blastodermo durante el proceso de gastrulación. Dará lugar a la piel y al sistema nervioso.

EGC: del inglés *embryonic germ cell*, células germinales embrionarias con potencia para originar las células germinales maduras.

Endodermo: capa interna de las tres en que se disponen las células del blastodermo durante el proceso de gastrulación. Dará lugar a tejidos como los pulmones y tracto digestivo.

Enucleación: técnica mediante la cual se le extrae a una célula el DNA del núcleo

ESC: del inglés *embryonic stem cell*, células madre embrionarias pluripotentes derivadas de embriones pre-implantatorios.

Exógeno: que hace profiere de otro.

Hematopoyesis: proceso de formación de células sanguíneas.

HSC: del inglés *Hematopoietic stem cell*, células madre hematopoyéticas procedentes de la médula ósea y que son capaces de regenerar cualquier célula sanguínea.

iPS: del inglés *induced pluripotent stem*. Célula madre pluripotente inducida a partir de una célula somática mediante la transducción de cuatro factores de transcripción.

LIF: Del inglés *Leukemia Inhibitory Factor*, factor inhibidor de leucemia. Citoquina que inhibe la diferenciación de las células ES durante su cultivo in vitro. Las células madre embrionarias de ratón necesitan de esta citoquina para no diferenciarse, no sucede lo mismo con las células madre embrionarias humanas.

Mesodermo: capa intermedia de las tres en que se disponen las células del blastodermo durante el proceso de gastrulación. Darán lugar al hueso, músculo y tejido conectivo.

Metaplasia: conversión de un tipo de célula en otra.

Mórula: estructura embrionaria formada por blastómeros totipotentes tras varios ciclos de división celular.

Neurogénesis adulta: proceso mediante el cual se produce la adición de nuevas neuronas en el cerebro que proliferan, diferencian y sobreviven.

Nicho: en el contexto de la investigación de células madre hace referencia al espacio o microentorno donde anidan las células madre adultas. El nicho tiene propiedades homeostáticas induciendo a las células a diferentes estados.

NSC: del inglés *neural stem cell*, células madre neurales capaces de regenerar las células del sistema nervioso.

Oligodendrocito: células poco ramificadas implicadas en la formación de mielina que recubre los axones neuronales.

Oncogén: gen mutado que desencadena células cancerígenas.

Osteoblasto: célula que forma tejido óseo.

Partenogénesis: activación de un ovocito que provoca una división del mismo sin que haya sido fertilizado.

Quimera: animal con tejidos derivados de más de un cigoto. Las quimeras interespecíficas tienen tejidos provenientes de más de una especie.

SCNT: del inglés somatic cell nuclear transfer. Proceso mediante el cual se combina el núcleo de una célula somática con un ovocito previamente desnucleado.

Senescencia: pérdida de la capacidad proliferativa de una célula.

Telomerasa: complejo constituido por RNA y varias proteínas que evita el acortamiento de los telómeros o extremos de los cromosomas a lo largo del envejecimiento celular.

Teratocarcinoma: tumor maligno procedente de las gónadas, formado por células indiferenciadas mezcladas con tejidos diferenciados procedentes de las tres capas germinales.

Totipotencia: capacidad atribuida a las células de la mórula o cigoto y mediante la cual son capaces de generar un organismo completo más el trofoblasto.

Transcripción: proceso de realizar una copia de ARN a partir de una secuencia (gen) de ADN.

Transdiferenciación: pérdida de información genética que dota de identidad genética en pos de una diferente. Puede considerarse un subconjunto de la metaplasia.

Trofoblasto: estructura derivada del blastocisto implicada en la formación de la placenta fetal y otros tejidos extraembrionarios necesarios para la óptima implantación en el útero.

Troncalidad: habilidad de la célula madre para generar otra como (autorrenovación) y otra diferenciada (diferenciación)

Unipotencia: capacidad celular para generar un tipo de célula específica.

Xenotransplante: transplante de células, tejidos y/o órganos entre especies separadas.