

## POSIBILIDADES TERAPÉUTICAS DE LAS CÉLULAS MADRE Y EL USO DE EMBRIONES EN INVESTIGACIÓN

Bernat Soria

### 1. Ética y necesidad de la divulgación científica

**E**N ESTE TRABAJO procuraré utilizar una terminología que sea accesible. Uno de los problemas que tiene comunicar la ciencia a un público culto, pero no necesariamente científico, es que no puedes utilizar los mismos términos que se utilizan en tu trabajo diario en la comunicación entre científicos. En biomedicina, campo de investigación al que me dedico, los términos tienen un significado único, haciendo que la comunicación sea muy precisa. Cada palabra significa una cosa y sólo una. Exactamente lo contrario que en la poesía que nos atrapa en la múltiple significación de un término o de un planteamiento. El precio que se paga en ciencia es que necesitamos muchos términos nuevos y su significación es única y precisa, por lo que acaba siendo accesible solamente a quienes trabajan en dicho campo. Eso hace que el lenguaje de la física atómica o de la ingeniería de materiales sea inaccesible para un biólogo molecular y viceversa [1]. Dicha brecha es aún mayor si se trata un lector culto e informado, pero no necesariamente familiarizado con el lenguaje científico. La sensación es que el lenguaje que utilizamos en nuestra rama de la ciencia se convierte en un lenguaje críptico. El problema al que nos enfrentamos tiene que ver con la transmisión de información sin que se pierda el contenido real, sin que el lector interprete una cosa distinta de lo que se desea comunicar. En este sentido haré todo lo posible por utilizar un lenguaje que sea a la vez accesible, correcto y capaz describir la realidad, pero

creo importante que seamos conscientes de las limitaciones a la hora de transmitir un mensaje con un lenguaje que no acostumbro a utilizar. La misión de los científicos no es tanto dar nuestra opinión, sino aportar información objetiva de las razones por las que pensamos que una cosa es de una determinada manera. La información correcta, honesta y adecuada permite que cada cual obtenga sus propias conclusiones.

La extraordinaria capacidad del método científico para analizar la realidad y generar conocimiento y bienestar ha generado en la sociedad la impresión de que la ciencia lo va a resolver todo. Cualquier mensaje que llegue en un formato «seudocientífico» tiene muchas posibilidades de ser fácilmente aceptado, de modo que los nuevos charlatanes nos venden «dietas milagro» y/o panaceas con pretendida base física, química o biológica. Quienes desde la ciencia intentan comunicar sus conceptos, contenidos y posibilidades se enfrentan al problema ético de comunicar sin deformar y hacer fácil entender conceptos no necesariamente simples. La democracia traslada la decisión al ciudadano. La construcción de una sociedad democrática exige ciudadanos informados que tomen la mejor de las decisiones posibles. Por otra parte, los descubrimientos científicos entran en colisión con quienes desde distintas opciones religiosas tipo integrista defienden posturas como el creacionismo o se oponen a la fertilización «in-vitro» o a la investigación con células madre.

Con cierta periodicidad las revistas científicas de prestigio como *Science* o *Nature* se preguntan acerca de los



retos no resueltos. Al listado siempre largo en el que aparecen los agujeros negros, la estructura del universo o las nuevas enfermedades, habría que añadir la urgente necesidad de aumentar la educación científica de los ciudadanos de forma tal que se aleje el peligro de una sociedad en manos de charlatanes y integristas, lo que nos hundiría de nuevo en un período de oscuridad donde las «verdades reveladas» de los integristas no permitiesen crecer a las «verdades demostradas» de la ciencia [2].

## 2. Células Madre: ¿qué son? ¿dónde están?

Una célula madre o célula troncal (esta es la mejor traducción de «stem cell»), es como un tronco del cual van apareciendo ramas. Las células madre se encuentran por todo el árbol, pero mientras que las del tronco pueden dar cualquier tipo de célula, las de una rama sólo pueden dar lugar a unos pocos tipos celulares. Así podemos entender cuál es la diferencia que hay entre las células de origen embrionario, y las células de origen adulto: las de origen embrionario están cerca de la base del tronco (tienen mayor capacidad de proliferación y diferenciación), mientras que las de origen adulto están cerca de las últimas ramificaciones y tienen unas posibilidades más restringidas. Es decir, están más comprometidas con determinados tejidos y no abiertas a cualquier opción [3].

Una célula madre es una célula que se puede convertir en otro tipo celular. Por ejemplo, en mi laboratorio hemos obtenido neuronas (células nerviosas) a partir de células madre embrionarias: se trata de células con prolongaciones similares a las células nerviosas (neuritas), que hacen contactos entre ellas (sinápsis) y así establecen circuitos (como el cerebro, que es un conjunto de circuitos complejos). Este es uno de los retos de la investigación con células madre. Ser capaces de obtener células diferenciadas a partir de células no diferenciadas. A este procedimiento le llamamos diferenciación «in-vitro». No es fácil. Pero si se consiguen resolver los mecanismos moleculares para inducir la diferenciación hacia células diferenciadas tendríamos de una fuente ilimitada para reparar tejidos dañados en el corazón (infarto miocárdico), cerebro (enfermedades neurodegenerativas), etc. En principio, allí donde haya una enfermedad causada por un defecto en un tipo de célula, en teoría, la terapia celular nos puede ayudar. Es decir, podríamos utilizar células madre para hacer células nerviosas, células de la médula ósea, para el corazón, etc. Pero para ello necesitamos saber cómo dirigir estas células desde la base del tronco (embrionarias) hasta estas últimas ramificaciones. ¿Cómo se reproduce en el laboratorio un proceso que en el desarrollo normal de un embrión o feto puede ocupar meses? ¿No sería más fácil utilizar células

procedentes de tejidos adultos que están más cerca de la célula buscada?

Las propiedades de las células procedentes de tejidos adultos o células madre del adulto, hacen que se encuentren muy comprometidas con la diferenciación hacia un tipo celular. Por ejemplo, las células madre de la piel sirven para hacer piel pero no para fabricar otros tipos de células. Aunque no hay que descartar que algunos tipos celulares presentes en el adulto sean pluripotentes, es decir que puedan convertirse en tipos celulares muy distintos (transdiferenciación o plasticidad de las células madre adultas) este es un proceso que los científicos se resisten a aceptar. La principal razón tiene que ver con las bases moleculares del propio proceso. Para que una célula (por ejemplo de la piel) se convierta en otra (por ejemplo del cerebro) tiene que sufrir cambios muy profundos en el patrón genes que tiene activos e inactivos (algo característico de cada tipo celular). Si una célula se escapa de dicho patrón suele ser una célula cancerosa por lo que tenemos que aprender a reprogramar células adultas sin que se conviertan en cancerosas.

## 3. Diabetes

La diabetes es una enfermedad con una prevalencia (número personas afectadas) muy alta. En el año 2001, la revista Nature publicaba las siguientes cifras: de 150 millones de enfermos en año 2000, se pasaría a 220 millones en el año 2010 y 300 millones el año 2025. Cuando se anunciaron, algunos las calificaron de alarmistas; desgraciadamente, la cifra 220 millones pacientes se alcanzó en el año 2003. Es decir, la prevalencia es alta, y la velocidad a la cual está aumentando es también muy alta. Afecta, por lo tanto, a un gran porcentaje de la población mundial. Aproximadamente un 5-10% son diabéticos tipo 1 y el resto diabéticos tipo 2. Antes del descubrimiento de la insulina la diabetes tipo 1 era una enfermedad aguda y mortal. Gracias a la insulina, se convierte en una enfermedad crónica. La insulina, desde su descubrimiento en los años 20 del siglo pasado hasta ahora, ha salvado muchas vidas, pero no lo ha resuelto todo. La insulina, por ejemplo, no ha resuelto las complicaciones de la diabetes. Así, en el mundo occidental diabetes es la primera causa de ceguera, por retinopatía diabética, es la primera causa de fallo renal, los riñones dejan de funcionar y los pacientes deben conectarse a una máquina de diálisis, hasta el punto de que hoy el 30 o 40% de los pacientes sometidos a diálisis son diabéticos; el riesgo de padecer una enfermedad cardiovascular (infarto miocárdico, ictus) se duplica o, incluso, cuadruplica; es la primera causa de amputación no traumática de los pies, debido a la gangrena conocida como

«pie diabético», etc. Todo esto son malas noticias, y es lógico preguntarse qué podríamos hacer. El principal problema es que tres o seis inyecciones diarias de insulina nunca reproducen exactamente el comportamiento del páncreas, que funciona continuamente, cada minuto, cada segundo. Por lo tanto, la única terapia sustitutiva de verdad sería que los enfermos diabéticos recuperaran aquellas células que no tienen. La diabetes existe porque se pierde un tipo célula: la célula beta ( $\beta$ ) pancreática; concretamente, las células  $\beta$  desaparecen como consecuencia de un ataque autoinmune. Desafortunadamente, el diagnóstico de diabetes sólo se puede hacer cuando estas células se han reducido a un 10% de la masa original, momento en el cual es muy difícil diseñar estrategias de regeneración. Incluso, la mayor parte a veces se llega a una situación de carencia total de estas células.

En condiciones normales, nuestro sistema inmunitario se encarga de reconocer las células propias y de las ajenas. Por esto, cuando entra un microbio, las células inmunitarias lo reconocen como ajeno y lo eliminan. En las enfermedades autoinmunes, el sistema inmunitario se equivoca y mata a células propias creyendo que son extrañas [4]. En la diabetes tipo 2 también hay una disminución de estas células, pero el mecanismo es distinto y no desaparecen todas, como en la tipo 1. La diabetes tipo 1 es la que se da en los niños y en los adolescentes, mientras que la tipo 2 suele aparecer en los adultos: personas de 40 o 50 años, con obesidad o algo de sobrepeso, vida sedentaria, colesterol alto... Todo esto hace que se entre en una dinámica en la cual, al principio, el páncreas intenta hacer frente a este sobrepeso pero en el que, finalmente, ya no es capaz y se empiezan a perder células. Así, tanto con respecto a la diabetes tipo 1 como en el tipo 2, al final no hay suficientes células —y debemos hablar de terapia sustitutiva—.

¿Cómo podemos solucionar este problema? Las células beta se organizan en unos agregados llamados islotes pancreáticos. Un conjunto de unas dos mil células de las que el 80% son células productoras de insulina. En los últimos 20 años mi grupo ha estudiado en profundidad los mecanismos de acoplamiento estímulo secreción y la fisiología de estos agregados celulares [5-8]. Una posibilidad sería trasplantar islotes pancreáticos procedentes de donantes en muerte cerebral. Por lo tanto, si aislamos islotes a partir del páncreas de donantes y los trasplantamos a un paciente diabético podremos comprobar si la terapia celular funciona. La buena noticia es que sí que funciona. Cuando a un enfermo diabético se le trasplantan islotes de un donante, ya no necesita pincharse insulina y (lo que es más interesante) las complicaciones desaparecen o incluso empiezan a regenerarse órganos afectados. Por ejemplo, se detiene la progresión

de las complicaciones como la retinopatía diabética (que es la causante la ceguera), el riñón se empieza a regenerar, el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares vuelve a normalizarse, etc. ¿Podemos concluir que con esta técnica el problema está solucionado? Sólo aparentemente, ya que si usamos las matemáticas, veremos que no es así: incluso en España, que es el primer país del mundo en donación de órganos (en términos relativos, con unos 1.300 donantes por año y por millón de habitantes), sólo se podrían trasplantar entre 400 y 500 enfermos anuales, porque no todos los órganos pueden aprovecharse. Esta ya es una cifra muy alta, pero ¿qué es esto comparado con más de 125.000 diabéticos tipo 1, y más 2 millones de diabéticos tipos 2? Así, la primera conclusión es que aunque este sistema funcione, no se puede aplicar a todo el mundo, porque no tenemos células suficientes para todos. Por lo tanto tenemos que buscar una fuente de células que nos permita atender a la necesidad real: «células para todos». El segundo de los problemas es cómo los islotes proceden de otro individuo (cadáver), nuestro cuerpo tiene tendencia a rechazar el órgano. Por lo tanto, hace falta que el paciente trasplantado tome inmunosupresores para evitar el rechazo. El paciente cambia los pinchazos de insulina por unas pastillas de inmunosupresores. Y la inmunosupresión no está exenta de riesgo, por lo que sería bueno poder evitarla. Las células madre nos pueden ayudar a solucionar ambas cosas. Para que esta aproximación sea útil, debemos ser capaces de convertir una célula madre en una célula productora insulina.

Queremos ir desde una célula no diferenciada a una célula productora de insulina. Se trata de un camino muy largo (mucho más complejo de lo que parece, porque tiene muchos pasos, tiene muchas instrucciones) hasta llegar a un tipo celular diferenciado. ¿Cómo podemos conseguir este objetivo de ir de un lugar a otro si todavía no sabemos demasiado bien el camino? Esta es otra pregunta interesante, porque si yo supiera el camino, si me dieran un mapa, posiblemente podría llegar sin problemas, pero ¿si todavía no tengo el «mapa», si no sé el camino exactamente, cómo puedo llegar? El método desarrollado por mi grupo consiste en combinar la diferenciación dirigida y la selección del tipo celular diferenciado [9].

Para ello partimos de células embrionarias de ratón (ahora estamos empezando a hacerlo con células humanas). Pero ¿cuál es el truco por llegar de un lugar a otro, si he dicho que no sabía demasiado bien el camino? En realidad, es un tanto más complejo, pero intentaré hacerlo simple. Utilizamos la estrategia que usan los padres de hijos adolescentes los fines de semana. ¿Qué hacen los padres? Les dan un teléfono móvil y les dicen

«Cuando llegue la hora de volver me llamas por teléfono e iré a recogerte». Nosotros le dimos un teléfono móvil a las células embrionarias: un trozo de ADN que reconoce si una célula está produciendo insulina o no. Cuando una célula produce insulina, al mismo tiempo produce otra proteína que le da resistencia a un antibiótico, y este es el truco. Al principio no sabíamos el camino, pero pensamos: «Si alguna llega, nos llamará». Al final del ensayo añadimos neomicina (que es el antibiótico para el cual son resistentes las células que cumplen las dos condiciones: tener el gen de la insulina activado y llevar el trozo de ADN dentro), las células que lleguen serán resistentes a la neomicina, y sólo nos quedarán las células que tienen insulina. Esto es lo que hemos estado haciendo los últimos 5 años. Estamos aprendiendo el camino. Cada vez tenemos mejores protocolos de diferenciación, y no sólo les damos un teléfono móvil, sino que además ya sabemos por dónde van nuestros hijos (esto es «una discoteca», esto es «un bar», esto es «un barrio»...) y vamos conduciéndolos por el camino que deben seguir y al final los recogemos. Este proceso lo hemos probado hasta ahora más de 150 veces y nos ha funcionado. Quizás alguien no se dé cuenta de lo que esto significa: este proceso, en total, ocupa entre 2 y 6 meses, y esto quiere decir que muchas veces empezamos un experimento cuando todavía no sabemos cómo ha quedado el anterior, y así vamos probando distintas estrategias [10-15].

#### 4. Uso de embriones humanos y células de origen embrionario

El problema con el cual nos encontramos en estos estudios es que, para que el proceso tenga una utilidad clínica debe realizarse con células humanas, es decir necesitamos embriones humanos: el producto de la fecundación de un óvulo por parte de un espermatozoide. Se trata de un agregado de 50-200 células donde no hay organogénesis (nada que se parezca a la cabeza, las manos, el hígado, etc.). Se trata de agregados de células no diferenciadas, por lo tanto, no se puede hablar de células madre embrionarias y mostrar una imagen de un feto de 8 o 10 semanas, o de 4 o 5 meses donde ya hay brazos, piernas, cerebro, etc. Los embriones que utilizamos son embriones sobrantes de procesos de fertilización in-vitro, también llamados preembriones o un embriones preimplantatorios (porque este embrión todavía no se ha implantado en el útero, por lo tanto, no ha empezado la diferenciación y la gestación). Y lo necesitamos precisamente por eso, porque se trata de células no diferenciadas. Esto es importante saberlo. Evidentemente, si alguien piensa que un embrión de una sola

célula ya es un ser humano, es lógico que se piense que estos experimentos no se deben hacer ya que un ser humano es un fin en sí mismo y no un medio para resolver los problemas de otro ser humano. Por eso mismo estamos en contra de la esclavitud, de la explotación laboral y de la explotación sexual.

La pregunta que necesitamos contestar es si un embrión de una sola célula o de unas pocas células, es o no es un ser humano. Yo podría devolver la pregunta y pedirle al lector que me indicase que criterios reúne un ser humano, y analizar si esta célula o este grupo de células los cumple. Intentaré contestarla sin necesidad de poner en un compromiso a nadie. No obstante, hemos de tener en cuenta que diferentes culturas tienen diferentes valores éticos, y lo que en una cultura se considerado una virtud, en otra puede ser considerada un delito. Por lo tanto, si queremos buscar una contestación que sea útil aquí y en cualquier lugar, no podemos basarnos en una cultura o en una creencia de un determinado grupo. Es necesario hacer esta observación porque todos nosotros vivimos dentro de un contexto cultural. A mí me gustaría reflexionar algo sobre la cuestión. Sólo utilizaré tres aproximaciones de las muchas que podría utilizar. Y espero que nos ayude en la búsqueda de una respuesta.

La primera reflexión estaría basada en el programa genético. La proposición puede ser: un embrión de una sola célula ya posee el programa genético, por lo tanto, en ese momento empieza a existir un nuevo ser humano. Un embrión humano de una sola célula es el producto de la fertilización de un óvulo por un espermatozoide. El embrión de una sola célula posee dos pronúcleos: el pronúcleo que aporta el óvulo de la madre y el pronúcleo que aporta el espermatozoide del padre. Si en el núcleo de la célula ya está el programa genético, este embrión ya es un ser humano, porque en el programa genético ya está todo lo que debe ser un ser humano. Esto es un argumento poderoso a favor de que un embrión de una sola célula sea un ser humano, sin embargo, no resiste las siguientes reflexiones.

El programa genético es un programa, y no el resultado final. Esto parece una afirmación de Perogrullo, tanto como afirmar que el árbol es distinto de la semilla. Sin instrucciones adecuadas un programa no llega a generar un nuevo producto. Es más, la forma con la que se expresa el programa puede ser muy distinta. Y esto es así porque el programa genético condiciona sólo el 50% de lo que un individuo será después. Así, la probabilidad que una persona tiene de sufrir cierta enfermedad, o presentar una cierta forma ser, en base a este programa genético, no es del 100%, sino que también



depende del ambiente. Por ejemplo, si durante la gestación la madre tiene un déficit de ácido fólico el cerebro no se desarrollará adecuadamente y el neonato nacerá sin él o con grandes defectos en su cerebro. Sin cerebro, es difícil aceptar que exista un ser humano: este es, justamente, el criterio de muerte cerebral. Entonces... ¿es el ácido fólico el que permite que se sea o no un ser humano? ¿Es el programa genético? ¿Son las hormonas tiroideas? Porque (y este es otro posible escenario) si la madre tiene un déficit de la glándula tiroideas, y tiene poca cantidad de hormonas tiroideas, las neuronas de la corteza cerebral no harán suficientes contactos (sinapsis) y el recién nacido sufrirá una subnormalidad (su coeficiente intelectual será muy bajo). Dando esta importancia al programa genético, se está afirmando que la dignidad humana depende de una secuencia química: la secuencia de bases que constituye el genoma. Y así, ahora que sabemos la secuencia del genoma del ser humano podríamos «secuenciar» el genoma del lector y escribirlo sobre un papel (que será muy largo), y afirmar que lo que hay sobre el papel es un ser humano, es decir, Vd. lector. ¿O es sólo un trozo de papel con una secuencia? Porque esta es la pregunta que estamos contestando. Un ser humano es un ser humano, ¿o es el trozo de papel?, ¿la secuencia?

Parece muy difícil sostener que un ser humano es una secuencia de nucleótidos, un programa genético. Por ejemplo, si tomamos el núcleo de una célula adulta y lo transferimos al interior de un óvulo, al que hemos retirado previamente el pronúcleo, y se activa externamente la división celular se empieza a formar primero la mórula, luego la blástulo o blastocisto, es decir un embrión. Dicho embrión puede ser transferido al útero, iniciar la gestación y desarrollarse. Este procedimiento funciona para otros mamíferos lo suficientemente próximos (la oveja, la vaca, la cabra, el conejo, el ratón...). Entonces, vamos a plantear la siguiente hipótesis: si cogemos el núcleo de una célula de la piel del lector, y lo transferimos a un óvulo enucleado y obtenemos un nuevo individuo por clonación reproductiva, ¿esto quiere decir que cualquiera de las células del lector ya tiene el programa genético? La respuesta es sí: en cualquiera de las células de la piel, el hígado o el cerebro hay un programa genético. Por lo tanto, si ser o no ser un ser humano es tener un programa genético, ya podemos adelantar que dicho programa genético está en cualquiera de estas células. Si cuando se tose se expulsan unas gotitas llamadas gotitas de Pflüggers y en esas gotitas hay alguna célula viva, que las suele haber, y en cada una de ellas un núcleo que tenía un programa genético: ¿podríamos decir que cuando se tose se expulsan por la boca 100 o 200 seres humanos? Porque si este es el caso, yo soy un homicida, una persona que ha matado, voluntariamente

además, a 100 o 200 seres humanos. Y cuando se afeita alguien y arrastra 1.000 o 1.500 células vivas, y cada célula hay un núcleo, y si el núcleo tiene el programa genético... ¿Esto quiere decir que allá hay un ser humano? ¿Que esta mañana muchos de nosotros, al afeitarnos, hemos cometido 1.000 o 1.500 homicidios involuntarios? ¿Esto es ser humano? ¿Tener el programa genético? Evidentemente, debemos volver a pensar sobre este tema. La afirmación con la que se empieza el párrafo no se sostiene.

Vamos a pasar a otro argumento, que es muy similar al anterior y con el que no quiero ofender a ningún creyente (porque no va en contra ninguna creencia, sino que simplemente viene a decirnos que hace falta replantearse las cosas). Una de las formas con las que los científicos analizan un problema es aceptando que una hipótesis es cierta. Vamos a hablar de la hipótesis «alma», si a nadie le molesta la expresión. Mucha gente piensa que el alma existe, y yo no digo que no exista, es más, la religión en la cual yo fui educado dice que, en el preciso momento en que aparece un embrión de una sola célula, Dios crea un alma y la inserta en este embrión, y el alma es eterna, única e indivisible. Vamos a aceptar que esta es la hipótesis correcta. Empieza la división celular y llegamos a la etapa de blastocisto, el embrión de una semana. Con mucha frecuencia (2-4 veces de cada mil partos) la masa celular interna se parte en dos espontáneamente y aparecen dos gemelos homocigóticos (ustedes conocen muchos, son estos gemelos que son casi iguales), gemelos que tienen el mismo genoma, lo que en biología denominamos clones. ¿Qué ha pasado con el alma? ¿Se ha partido en dos? No, porque es única e indivisible. ¿Quién de los dos se ha llevado el alma, y quién se ha quedado sin alma? O hace falta crear otra alma, y en este caso, unas células que primero eran «Miguel» después son «Manolo». Yo no estoy diciendo que el alma no exista, no estoy diciendo que Dios no cree un alma, pero si la hipótesis «alma» es cierta, el alma se ha de incorporar al embrión con posterioridad a este momento. Quienes están en contra de la investigación con embriones deberían aportar las pruebas. En un estado de derecho la carga de la prueba la tiene quien la prohíbe. Mientras el embrión se pueda dividir, la hipótesis «alma», tal y como a mí me la explicaron, no funciona. Pero no pasa nada, esto no es incompatible con ninguna creencia, no es un tema de creencias. Y este es el problema: querer hacer leyes a partir de las creencias.

Acabaré con el tercer ejemplo, que trata sobre el cerebro. Si observamos imágenes de embriones de 5-7 días vemos unas pocas células y allí no hay nada parecido a un cerebro, ya que se trata de células no diferenciadas y no ha habido formación del cerebro. Por lo tanto,

en un embrión de 5-7 días no hay cerebro. ¿Cuál es el criterio de muerte?, cuando decimos que una persona ha muerto, ¿a qué nos referimos? Muerte es muerte cerebral, decimos que alguien ha muerto cuando se le muere el cerebro. Aunque el corazón puede continuar latiendo, y el hígado y el riñón están funcionales, la muerte cerebral nos permite decir que esta persona está muerta, y entonces podemos extraerle los órganos y trasplantarlos a otro enfermo. Esto es lo que dice la Ley española. Y ahora nos podemos preguntar: si en un embrión no hay cerebro, ¿no podríamos aceptar que el embrión está en muerte cerebral, y coger estas células y utilizarlas para la terapia de otros enfermos? Si los científicos defienden que se han de utilizar los embriones en investigación, no es porque sea gente que no defiende los derechos humanos, al contrario, las sociedades científicas tienen una larga tradición de defensa de los derechos humanos. Más de 270 sociedades científicas internacionales y más 70 premios Nobel se han posicionado a favor de la investigación con embriones. Y ninguna en contra. Si me preguntan de qué lado estoy, si estoy junto al señor Bush (que está en contra de la investigación con embriones, pero a favor de bombardear seres humanos iraquíes) o si estoy junto a los científicos (que están en contra de bombardear Irak y a favor de la investigación en embriones), yo estoy junto a los científicos. Los científicos han demostrado muchas veces que están a favor de los Derechos Humanos. Pero no quiero utilizar el argumento de autoridad, no quiero decir «Hemos de aceptar esto porque lo dicen 70 Premios Nobel». Por eso he explicado las razones. Porque la Ciencia es la verdad demostrada, y la Religión es la verdad revelada, y los científicos estamos siempre obligados a demostrar qué base tiene nuestra línea de pensamiento. Si los datos muestran lo contrario cambiamos la hipótesis.

Esta forma de razonar, que es propia del método científico, ha demostrado ser extraordinariamente útil para generar conocimiento, para avanzar en la construcción de un mundo donde ha aumentado la duración de la vida, se ha atenuado el dolor y el sufrimiento de los pacientes y se ha alcanzado una calidad de vida sin precedentes en la historia de la Humanidad. Quien no esté de acuerdo con esta propuesta no está obligado a beneficiarse del progreso de la humanidad, a título individual puede objetar que no desea recibir dicho tipo de tratamiento, pero carece de argumentos para oponerse a que otros lo hagan.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1) SORIA, B. (2006), Ciencia, innovación, divulgación científica y sociedad. *Revista de Occidente* 296: 58-69.
- 2) SORIA, B., SÁNCHEZ-ANDRÉS, J. V. (2004), Estado, investigación y la polémica de las células madre. *Política Exterior* 100: 163-181.
- 3) SORIA, B. (2004), El potencial terapéutico de las células madre. 2005. Españoles a la Vanguardia de la Ciencia. Fundación Santander Central Hispano (Coordinadores: J. AGUADO, F. MORA, J. M. SEGOVIA DE ARANA). ISBN 84-89913-65-X, pp. 133-158.
- 4) ROCHE, E., REIG, J. A., CAMPOS, A., PAREDES, B., ISAAC, J. R., LIM, S., CALNE, R. Y., SORIA, B. (2005), Insulin-secreting cells derived from stem cells: clinical perspectives, hypes and hopes. *Transpl Immunol.* 15(2): 113-29.
- 5) NADAL, A., ROPER, A. B., LARIBI, O., MAILLET, M., FUENTES E., SORIA, B. (2000), Non-genomic actions of estrogens and xenoestrogens by binding at a plasma membrane receptor unrelated to estrogen receptor alpha and estrogen receptor beta. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 97 (21): 11603- 11608.
- 6) NADAL, A., ROPER, A. B., FUENTES, E., SORIA, B. (2001), The oestrogen plasma membrane receptor: nuclear or unclear. *Trends in Pharmacological Sciences* 22: 597-599.
- 7) QUESADA, I., ROVIRA, J. M., MARTÍN, F., ROCHE, E., NADAL, A., SORIA, B. (2002), Nuclear KATP channels trigger nuclear Ca<sup>2+</sup> transients and gene expression. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 99 (14). 9544-9549.
- 8) QUESADA, I., TODOROVA, M. G., SORIA, B. (2006), Different metabolic responses in alpha-, beta-, and delta-cells of the islet of Langerhans monitored by redox confocal microscopy. *Biophys J.* 90 (7): 2641-50.
- 9) SORIA, B., ROCHE, E., BERNÁ, G., LEÓN-QUINTO, T., REIG, J. A., MARTIN, F. (2000), Insulin-secreting cells derived from embryonic stem-cells normalize glycaemia in streptozotocin-induced diabetic mice. *Diabetes* 49: 157-162.
- 10) SORIA, B., SKOUDY, A., MARTIN, F. (2001), From stem cells to b-cells: new strategies in cell therapy of diabetes mellitus. *Diabetología* 44: 407- 415.
- 11) SORIA, B. (2001), In-vitro differentiation of pancreatic-cells. *Differentiation* 68: 205-219.
- 12) SORIA, B., ANDREU, E., BERNÁ, G., FUENTES, E., GIL, A., LEÓN-QUINTO, T., MARTÍN, F., MONTANYA, E., NADAL, A., REIG, J. A., RIPOLL, C., ROCHE E., SANCHEZ-ANDRÉS, J. V., SEGURA J. (2000), Engineering Pancreatic Islets *Pflügers Archiv-Eur. J. Physiol.* 440: 1-18.
- 13) LEON-QUINTO, T.; JONES, J.; SKOUDY, A.; BURCIN, M.; SORIA, B. (2004) In vitro directed differentiation of mouse embryonic stem cells into insulin-producing cells. *Diabetología*, 47 (8): 1442-51.
- 14) SORIA, B., BEDOYA, F. J., MARTIN, F. (2005), Pancreatic stem cells. *Amer. J. Physiol.*, 289 (2): G177-186.
- 15) VACA, P.; MARTÍN, F.; VEGARA, J. M.; ROVIRA, J. M.; BERNÁ, G.; SORIA, B. (2005) Induction of differentiation of ES cells into islet cells by fetal soluble factors. *Stem Cells* 24 (2): 258-265.