



ISSN 1666-7948

www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar

Revista **QuímicaViva**

Número 3, año 5, diciembre 2006

quimicaviva@qb.fcen.uba.ar

Ciencia y mercado. Balance del caso Hwang

MA Ana María Vara

Centro de Estudios de Historia de la Ciencia José Babini

Escuela de Humanidades – UNSAM

E-mail: amvara@unsam.edu.ar

Recibido el 5/12/06. Aceptado el 11/12/06.

[Versión para imprimir](#) 

“La caída de Woo Suk Hwang representa quizás el caso de más alto perfil en la lamentable historia de la inconducta científica. El drama shakesperiano que implica el eclipse del biólogo celular coreano, rodeado de cortesanos adulones y complots de acólitos y enemigos, todo frente a las cámaras de televisión, ha dejado a muy pocos científicos, en cualquier disciplina, en cualquier parte del mundo, sin saber de sus circunstancias.

“Pero lo que realmente hace que el caso de Hwang sea especial es la importancia de los resultados que han sido impugnados (H.S. Hwang *et al.* *Science* **303** 1669-1674; 2004 y **308** 1777-1783; 2005). La clonación de embriones humanos que dijo haber logrado colocó a Hwang en el liderazgo de la investigación en células madre, quizás la esfera más aclamada y contenciosa de la ciencia moderna. Es también el primer caso de fraude que ocurre en la era de la biología cuidadosamente patentada, en la que los científicos pueden aspirar no sólo a la fama, sino también a la fortuna.” *Nature* [1]

Riverside - El comienzo del editorial de *Nature*, publicado a pocos días de confirmado el fraude sobre clonación terapéutica del investigador coreano Woo Suk Hwang, exhibe un tono de alarma que las publicaciones científicas reservan para ocasiones excepcionales. En perfecta síntesis, presenta una serie de elementos que contribuyeron a convertirlo en un caso difícil de olvidar: un investigador de primer nivel, admirado en el mundo y aclamado como héroe en su país; una línea de trabajo sobre la que se concentran enormes expectativas terapéuticas y económicas, a la vez que controversias éticas y políticas; dos publicaciones pioneras en uno de los *journals* más influyentes; el interés de los medios de comunicación; y la mentira. La mentira,

descubierta gracias a la preocupación de jóvenes investigadores y a la audacia rayana en el sensacionalismo de periodistas de su propio país.

¿Qué paso? ¿Cómo fue posible que *Science* no advirtiera el engaño? ¿Qué consecuencias tuvo para la investigación en clonación terapéutica, y en el trabajo en células madres embrionarias en general? ¿Cómo quedó la biotecnología coreana tras el escándalo? ¿Qué es hoy de Hwang y sus socios? En el presente artículo, revisaremos algunos de los aspectos que están detrás del caso Hwang, para comprender en qué contexto fue posible, cómo se descubrió el fraude, y qué pocas enseñanzas ha dejado. En tiempos en que la ciencia puede ser un negocio muy redituable, algo ha cambiado para que todo pueda seguir igual.

Dos primeras veces

En 2004 y 2005, el investigador coreano Woo Suk Hwang publicó en *Science* dos trabajos pioneros. En el primero, informaba haber obtenido una línea de células madres embrionarias clonadas por transferencia nuclear a partir de intentos con 242 ovocitos [2]. Súbitamente, quedaba atrás el trabajo de la empresa norteamericana *Advanced Cell Technologies*, liderado por el investigador argentino José Cibelli, cuyo primer intento de clonación humana en 2001 a partir de 19 ovocitos no había superado las primeras divisiones del embrión y que, consecuentemente, había sido publicado en una publicación de menor jerarquía, *The Journal of Regenerative Medicine* [3]. El impacto del trabajo de Hwang fue inmediato: esencialmente, venía a demostrar que, aunque difícil, era posible obtener células madre clonadas para usarlas con fines terapéuticos. Y que el secreto estaba en Corea del Sur —aunque Cibelli había sido consultado, y aparece como coautor del trabajo. Fue entonces cuando *QuímicaViva* dedicó un número a explorar los aspectos científicos y éticos de la clonación terapéutica: una puerta se abría, y había que estar preparados [4].

El elevado número de ovocitos necesarios para obtener una línea celular hacía la técnica de Hwang, todavía, muy tosca. Un segundo aspecto que ensombrecía el hallazgo estaba relacionado con éste: la extrema discreción con que los científicos coreanos se referían al origen de los ovocitos utilizados despertó algunas suspicacias. A diferencia del equipo de *Advanced Cell Technologies*, que comunicó a la prensa que había pagado como compensación por cada ciclo ovulatorio 4.000 dólares, los investigadores coreanos sostenían haber obtenido sus ovocitos de 16 donantes altruistas a través de “contactos personales”, pero no daban más detalles, ni siquiera a la inquisitiva periodista norteamericana Gina Kolata [5]. Inmediatamente se encendieron las sospechas. El *journal Nature* hizo una investigación y encontró en Seúl que grupos preocupados por los “derechos civiles” y expertos en bioética ya estaban señalando la falta de transparencia en relación con la obtención de los ovocitos. Incluso, *Nature* llegó a entrevistar a una estudiante de doctorado, coautora del artículo, quien inicialmente le comentó que había sido donante —una práctica cuestionable, dado que coloca a la potencial donante en posición de ser presionada. Declaración que luego negó, alegando su pobre comprensión del idioma inglés [6]. Con acentos premonitorios, *Nature* se refirió al problema en un editorial:

Lo último que necesitan los científicos que trabajan en clonación terapéutica es más controversias éticas. Sin embargo, una tormenta parece avecinarse sobre el artículo más prominente en este campo hasta el presente —la comunicación, en febrero, de que un grupo de Corea del Sur había logrado derivar una línea de células madre embrionarias a partir de un embrión humano clonado (W. S. Hwang *et al. Science* **303**, 1669–1674; 2004). Se alzaron voces preguntando cómo habían podido los científicos reclutar tantas mujeres preparadas para donar sus óvulos para el proyecto. Una de esas preguntas es por qué una estudiante de doctorado, coautora del trabajo, le dijo inicialmente a *Nature* que fue donante de óvulos y luego cambió su versión [7].

La respuesta fue muy tibia. Se realizó una investigación que no llegó a ningún hallazgo concluyente; y la *Korean Society of Molecular and Cellular Biology* discutió un código de ética que fue declarado oficial en octubre de 2005 [8]. El primer trabajo de Hwang, sin embargo, era insuficiente, precisamente porque la cantidad de ovocitos utilizados hablaba de una técnica ineficiente. Además, se habían utilizado ovocitos de la propia mujer clonada, lo que todavía dejaba abierta la posibilidad de que se tratara de una división por simple partenogénesis. Por eso, su segundo trabajo, publicado en mayo de 2005 también en *Science*, fue celebrado como un hito. Hwang y su equipo —al que se había asociado un prestigioso investigador norteamericano de la University of Pittsburg, Gerald Schatten, responsable de la primera clonación de un mono rhesus en 2000— informaban que habían logrado 11 líneas de células madres embrionarias utilizando sólo 185 ovocitos. Y algo más importante: las líneas estaban hechas a la medida de 9 pacientes con problemas tales como daños en la médula espinal, diabetes e hipogammaglobulinemia congénita, de donde habían sido tomados los núcleos celulares [9]. La clonación terapéutica parecía una realidad. Hwang se convirtió en una *celebrity* de la ciencia internacional. Y en Corea, confirmó su ascenso al estatus de héroe nacional: recibía premios, aparecía en una estampilla en la que un paralítico dejaba su silla, se le dio el calificativo de “científico supremo” de la nación, y se le asignó un estipendio anual de 3 millones de dólares. Se inició una campaña —“grotesca y bizarra”, según una feminista local— para promover la donación de ovocitos. También se puso en marcha una impresionante maquinaria científico-financiera: el 19 de octubre de ese año se anunció la creación de un *World Stem Cell Hub*, donde se esperaba crear unas cien líneas celulares por año, según estimaciones de Schatten, quien presidiría el *board of trustees* de la Fundación a cargo de Hub. Con base en la Seoul National University (SNU) y filiales en San Francisco y el Reino Unido —de donde llegarían ovocitos y financiación— esta fundación internacional representaba para los norteamericanos la posibilidad de sortear las restricciones del presidente George W. Bush a la investigación con células madre embrionarias, que impiden el uso de fondos federales en este tipo de investigaciones.

“Para avanzar, los científicos necesitamos un refugio seguro”, justificó Schatten en declaraciones al *New England Journal of Medicine (NEJM)*. “Las implicancias legales y éticas

son importantes, pero lo más importante es hacer descubrimientos que sean confirmados de manera independiente.” Haciendo una comparación con la historia de los trasplantes de órganos, Schatten contaba con que la oposición a la clonación terapéutica se diluiría frente a los resultados médicos. Otro científico norteamericano que pensaba colaborar con Hwang era Evan Snyder, un neurólogo que trabaja con células madre en el *Burnham Institute* de La Jolla, California. “Creo que los coreanos reconocen que la biología, en sí misma, ha avanzado más rigurosamente en los Estados Unidos”, sostuvo en el mismo artículo del *NEJM* con tono competitivo. “Pero ven esta oportunidad, porque nosotros estamos detenidos, y ellos lo convirtieron en una prioridad nacional.” Arnold R. Kriegstein, director del Institute for Stem Cell Research and Tissue Biology de la University of California en San Diego (UCSD), fue más prudente, y manifestó que, antes de incorporarse a la iniciativa, su centro esperaba a que se estandarizaran las normas bioéticas para la donación de embriones y ovocitos. Otro investigador del sistema de UC, Michael German de la University of California en San Francisco, pareció poner más el acento en las cuestiones de propiedad intelectual, al sostener que no le entusiasmaba que todo quedara “en unas pocas manos” [10].

El gobierno coreano, que ya había otorgado 65 millones de dólares al laboratorio de Hwang, prometió otros 11 millones para este emprendimiento. Estos números, sin embargo, dicen muy poco: es difícil estimar cuánto podría haber recaudado el Hub, dadas las expectativas generadas. Un poco antes de publicarse el artículo de 2005 de Hwang, las acciones biotecnológicas en Corea triplicaron su valor. En mayo de ese año, el volumen de acciones que se negociaba diariamente de la empresa MacroGen —pionera de la genómica en Corea y un importante inversor en MgenBio, una *venture* biotecnológica creada por la SNU y puesta en marcha por las investigaciones de Hwang— era superior a los 81 millones de dólares en promedio. Eso representaba alrededor de la mitad del volumen negociado por la mayor empresa coreana, Samsung Electronics, una compañía con un valor de mercado 500 veces superior al de MacroGen. Las expectativas de los enfermos eran igualmente desbordantes, y ésta es la contracara más dura del fraude: el 1 de noviembre, el primer día que se atendieron solicitudes de pacientes en el Hub, los llamados fueron 3.500 [11].

No es una locura coreana. No deben perderse de vista iniciativas similares, y las expectativas económicas y de salud que también despertaron —y siguen despertando. En las elecciones de 2004 en el estado de California los ciudadanos votaron a favor de una enmienda, la Proposición 71, para otorgar 3.000 millones de dólares en 10 años a la investigación con células madre, a través de la creación del *California Institute for Regenerative Medicine* (CIRM). Y, dado lo controvertido del tema, en previsión de que los fondos tardaran en llegar por cuestiones legales, Robert N. Klein —padre de un joven con diabetes y gestor de la iniciativa— estimaba que antes de marzo de 2006 podría recaudar unos 50 millones de dólares de particulares. En California hay muchos millonarios que temen el paso del tiempo. Entre ellos se cuenta el *entrepreneur* de los sistemas de audio Ray Dolby, quien tempranamente donó 5 millones. Nuevamente, las ganancias no serían sólo humanitarias: según estimaciones, estas investigaciones podrían dar al estado de California ingresos por *royalties* de entre 500 y 1.200

millones de dólares en 35 años [12]. Ya son varios los investigadores que se mudaron a California para aprovechar esta política de promoción. Como sostuvo un observador a mediados de 2005, “la Proposición 71 va a contribuir a configurar el futuro de la investigación con células madre en los Estados Unidos y en el mundo.[13]”

Cómo se descubrió el engaño

El comienzo del fin fue un e-mail, anterior a la segunda publicación. Según una investigación periodística de *Science*, [14] el 1 de junio de 2005, productores del programa coreano *PD Notebook*, de la cadena Munhwa Broadcasting Corp., recibieron un mensaje de un ex colaborador de Hwang que había dejado el equipo, según decía, por problemas éticos y técnicos. El mensaje puso en marcha una investigación que también tendría ribetes controvertidos. Fingiendo estar realizando un trabajo sobre la biotecnología en Corea, productores del programa entrevistaron a varios miembros del equipo de Hwang, y comprobaron que ninguno de ellos había tenido acceso a las líneas celulares. Una entrevista fue particularmente tramposa: en octubre, entrevistaron en Pittsburgh a un colaborador de Hwang, Sun Jong Kim, que estaba trabajando con Schatten. Le hicieron creer que tenían pruebas sobre el fraude, y que en Corea ya estaba en marcha una investigación judicial.

Sin saber que estaba siendo filmado, Kim reconoció que Hwang le había dado instrucciones para hacer parecer que las fotografías de dos líneas de células madre correspondían en realidad a once. La primera emisión del programa, el 22 de noviembre, denuncia la obtención inadecuada de ovocitos: no era cierto que las donaciones fueron anónimas y altruistas, como se había sostenido en los artículos de *Science*. En ese momento, Hwang renuncia a la dirección del Hub. El 2 de diciembre, los productores del programa dan una conferencia de prensa para anunciar que tienen pruebas sobre el fraude. Pero, a esta altura, ellos también habían sido denunciados —por Kim y un colega— por fallas éticas. La opinión pública local sostiene a su héroe: unos 20.000 mensajes de irritados televidentes saturan la casilla de e-mail del programa, y las amenazas bloquean las líneas telefónicas. Los más fanáticos hasta ponen fotos de familiares de los productores en Internet, y amenazan con matarlos. Los doce anunciantes del programa cancelan sus auspicios. Finalmente, *PD Notebook* pide disculpas y suspende la emisión del segundo informe.

Llega entonces el séptimo de caballería en la forma de otro e-mail, esta vez dirigido a un foro de Internet destinado a científicos, el *Biological Research Information Center*. El 5 de diciembre, el autor propone a sus colegas que revisen las fotos de líneas celulares del artículo de Hwang en busca de duplicaciones. El intercambio generado es tan intenso que llega a *Science* y es mencionado en la prensa coreana, de donde salta al periodismo internacional. El 12 de diciembre, la SNU anuncia el comienzo de su investigación. El 15 sale el segundo programa de *PD Notebook*, con la cámara oculta a Kim. Y el 16, Hwang y Schatten comunican a *Science* que quieren “retirar” su artículo, reconociendo sus fallas.

Finalmente, la investigación del fraude a cargo de la SNU dejó en claro que Hwang y su equipo no habían logrado ni una sola línea de células madres, es decir, rechaza los resultados de los

dos artículos publicados en *Science*. Sí reconoce un logro no trivial: que lograron obtener embriones por clonación, y que estos llegaron hasta la etapa de blastocisto, con una tasa de éxito del 10 por ciento de los intentos. Otro logro importante confirmado por el comité de la SNU es Snuppy, el perro afgano clonado, cuyo informe se publicó en *Nature* en 2005, y en el que Schatten también aparece como coautor.

Con respecto a la obtención de los ovocitos, los hallazgos de la investigación de la SNU fueron muy preocupantes: en lugar de los 427 informados, se demostró que el equipo de Hwang había usado 2.221, provenientes de 119 donantes, 66 de las cuales recibieron una compensación económica. Hwang no pudo alegar desconocimiento con respecto a la presión sobre sus jóvenes colaboradoras: una de ellas fue literalmente llevada de la mano a la clínica MizMedi por él. Y dos meses más tarde, colaboradores del equipo pidieron a las técnicas del laboratorio que firmaran un formulario ofreciéndose como donantes. Por otra parte, los efectos adversos documentados fueron importantes: de las 79 mujeres reclutadas en la clínica MizMedi, 15 debieron recibir tratamiento por el síndrome de hiperestimulación ovárica —relacionado con la administración de hormonas para inducir hiperovulación, y que puede causar desde náuseas hasta daño hepático y renal, o aun llevar a la muerte. De hecho, dos donantes debieron ser hospitalizadas [15].

La nueva financiación de la ciencia

¿Cómo se hace ciencia en la actualidad? La imagen del científico solitario, encerrado en su laboratorio haciéndose preguntas y tratando de responderlas para el bien de sus semejantes, utilizando recursos provenientes de fondos públicos, ya no corresponde a la realidad. Dos elementos cambiaron sustancialmente la escena. El primero es el ingreso masivo de fondos privados a la investigación en institutos y universidades. El segundo es la entrada de la ciencia en la bolsa. Los dos son consecuencia de la preocupación del gobierno norteamericano, a mediados de los setenta, por la caída de la productividad y de la competitividad de sus empresas en el mercado global, atribuida a la falta de innovación. El problema, como escribió Paul Gray del Instituto Tecnológico de Massachussets, era la falta de transferencia. La administración de Jimmy Carter puso en marcha la maquinaria legislativa, que comenzaría a funcionar durante el gobierno de Ronald Reagan. En 1980 se sancionó la *Stevenson-Wydler Technology Transfer Act*, pensada para facilitar la cooperación entre laboratorios públicos, universidades y grandes y pequeñas empresas. Ese mismo año, la *Bayh-Dole Act*, una enmienda a las leyes de patentes, otorgó a las universidades y centros de investigación la posibilidad de percibir derechos de propiedad intelectual por trabajos realizados con fondos públicos. Una tercera medida fundamental fue permitir, en 1986, que los científicos pudieran formar acuerdos cooperativos con empresas para comercializar descubrimientos realizados con fondos públicos.

Las patentes en poder de universidades crecieron significativamente, ya que la legislación sobre propiedad intelectual acompañó estos cambios: en 1980 la Corte Suprema de los Estados Unidos otorgó la primera patente sobre un organismo vivo, una bacteria modificada

genéticamente para degradar petróleo. Prácticamente todo producto biológico acabó pudiendo ser patentado: desde un gen a un ratón. Era el inicio de la industria biotecnológica. Y de la presión internacional para que todos los países pagaran *royalties*. Como explica el investigador en temas de ciencia y sociedad Sheldon Krinsky: “Las patentes y la protección a la propiedad intelectual se convirtieron en la solución elegida para proteger la posición competitiva de los Estados Unidos en una economía global.” En este contexto, los científicos de todo el mundo se vieron sometidos a un nuevo mandato: además de buscar y difundir nuevos conocimientos — su tarea tradicional— ahora debían también ser capaces de “usar ese conocimiento para el desarrollo de productos comercializables”, como describe Krinsky.

Esta nueva obligación, sin embargo, no llegaba sin recompensa: los principales accionistas de las nuevas empresas biotecnológicas eran los propios descubridores. Herbert Boyer, creador de la técnica Cohen-Boyer de ADN recombinante —un procedimiento para transferir genes de un organismo a otro, recurso fundamental de la industria biotecnológica— fue el fundador de la empresa Genentech en 1976 —que luego sería comprada en gran parte por la multinacional Roche, un destino común para las *start-ups* exitosas. Como accionista de Genentech, en apenas cinco años las acciones en poder de Boyer valían 40 millones de dólares, mientras que su salario en la University of California era de 50.000 dólares [16].

Un ejemplo más reciente y más impresionante: la empresa Celera, fundada por el científico norteamericano Craig Venter para secuenciar el genoma humano privadamente. Su creación fue la “tormenta perfecta”, según el consejero en inversiones Tom Jacobs. Cuando quedó claro que el método de secuenciamiento desarrollado por Venter era mucho más veloz que el que estaba usando el proyecto público y que Celera podría quedarse con patentes sobre gran parte del genoma humano, las acciones subieron de 7,34 dólares en junio de 1999 a 247 dólares el 6 de marzo de 2000: 35 veces en 9 meses.

Después llegó el anuncio conjunto de los dos proyectos —que hicieron Bill Clinton y Tony Blair en 2000— y la burbuja se desinfló: en junio de 2005 las acciones de Celera costaban 10 dólares. La empresa acumuló capital para trabajar durante cinco años, aunque muchos inversores quedaron en el camino [17]. Y ya comentamos el impacto del artículo de 2005 de Hwang en la bolsa coreana.

Estos nuevos horizontes de financiamiento, en apariencia ilimitados, representan posibilidades y riesgos para la ciencia. Por supuesto, amplían significativamente los recursos disponibles. Pero, por otro lado, han introducido valores, procedimientos e intereses muy diferentes. Si el mandato tradicional ha sido siempre, para los investigadores “publicar o perecer”, las patentes introducen el secreto: los resultados de las investigaciones con posible valor comercial no son publicados hasta ser protegidos por patentes: ¿dónde está el “comunitarismo” de la ciencia, del que hablaba el sociólogo Robert Merton? [18] Por otra parte, surge el problema de los conflictos de interés. Hay abundante bibliografía que muestra que la financiación privada distorsiona los resultados, introduciendo un sistemático *bias* [19]. Un caso dramático ha sido el de Jesse Gelsinger, quien murió durante un ensayo clínico de terapia génica. Las autoridades norteamericanas comprobaron que durante el ensayo se había violado el protocolo de

investigación varias veces. De manera notable, se advirtió tardíamente que el director del estudio era fundador de la empresa que tenía las patentes del tratamiento que se estaba probando.

En este sentido, no es casual que la *General Accounting Office* (GAO) de los Estados Unidos —una suerte de oficina de auditoría general, que reporta al Congreso de ese país— haya presentado en 2001 un informe sobre conflicto de interés, cambiando sustancialmente el eje de su preocupación con respecto a la aplicación de la *Bayh-Dole Act*. En efecto, los informes previos del GAO de 1991 y 1998 tenían que ver con si la enmienda cumplía el propósito de promover la transferencia, revisando las políticas en relación con el patentamiento de invenciones del gobierno y de las universidades. En 2001, en cambio, el foco del trabajo fueron los conflictos de interés; en el informe se revisaba cómo manejaban este problema las universidades e institutos de investigación que recibían fondos federales, a través del *Department of Health and Human Services* (HHS) [20]. La discusión persiste, porque no se ha logrado armonizar una política en ese país, y mucho menos en la comunidad científica internacional. En este sentido, la investigación con células madre embrionarias es una parte muy pequeña de un complejo panorama que, puede decirse, involucra a prácticamente toda la investigación en ciencias biomédicas.

La respuesta al escándalo

“En nuestra opinión, es muy importante que la respuesta al escándalo Hwang no incluya la imposición de regulaciones gubernamentales sin criterio, legislación draconiana, o criminalización. [21]” Estas palabras, escritas por Snyder a pocas semanas de la explosión del caso Hwang en el *NEJM*, parecen muy ponderadas. Sin embargo, como comentamos, Snyder planeaba asociarse a Hwang, de manera que su comentario, como otros que se oyeron tempranamente, no es del todo desinteresado.

Afortunadamente, hubo análisis del caso más equilibrados. Nos interesaría comentar dos. Uno de ellos, a cargo de los expertos en bioética Mildred K. Cho, Glenn McGee y David Magnus, fue publicado en la propia *Science*; el otro, orientado hacia el área de los estudios sociales de la ciencia, fue realizado por David B. Resnik, Adil E. Shammo y Krinsky, y publicado en el *Journal Accountability in Research* [22]. Ambos tocan un abanico de cuestiones.

Cho *et al.* apuntan a aspectos específicos del sistema científico en Corea, como una regulación ética insuficiente en el momento en que se realizó la investigación y un bajo conocimiento de los investigadores de ese país de cuestiones básicas de esta área, como la Declaración de Helsinki; también critican la concentración de financiamiento y expectativas en un solo grupo. Pero señalan asimismo aspectos delicados de la regulación norteamericana. En este sentido, destacan la paradoja de que medidas tomadas para proteger la privacidad de los donantes, como el anonimato de la donación, pueden limitar la capacidad de investigar fallas éticas. Si ese hubiera sido el caso en el escándalo Hwang, se hubiera dificultado enormemente o hubiera sido imposible saber de dónde provinieron los ovocitos. Este anonimato también protege a los

inescrupulosos, porque interrumpe la circulación de la información entre los involucrados en la investigación.

Resnik *et al.*, en tanto, señalan cuatro puntos. En primer lugar, destacan la necesidad de que se busque una estandarización internacional de los criterios de la llamada “conducta responsable en investigación” —“responsible conduct of research”, o RCR. En este sentido, mencionan la importancia de la Declaración de Helsinki, así como las propuestas del *Council for the International Organization of Medical Sciences* (CIOMS), publicadas en 2002. En segundo lugar, recomiendan que se eduque a los investigadores en la RCR, como sugirió en Estados Unidos la *Office for Research Integrity* (ORI) en 2000. En tercer lugar, se refieren al sistema de revisión por pares, que analizaremos enseguida. En cuarto lugar, recomiendan que universidades y centros de investigación implementen medidas para auditar la información durante la investigación, tanto en laboratorios con antecedentes de problemas, como al azar. Reconocen que esto tendría un costo extra, pero creen que es tolerable y que resultaría en un reaseguro del sistema.

Finalmente, ambos trabajos señalan la necesidad de revisar el sistema de revisión por pares, en particular tal como lo implementa *Science*, una de las publicaciones más reticentes a incorporar normativa específica para detectar los conflictos de interés. Si bien ambos trabajos consideran que el sistema de revisión por pares no fue hecho para detectar fraudes, pues se basa en la confianza, Cho *et al.* sugieren la necesidad de una revisión del modo de atribuir responsabilidad a los diferentes autores, tanto adoptando las normas del *Internacional Committee of Medical Journal Editors*, como la noción de “contributor” propuesta por Rennie *et al.*[23] Resnik *et al.* insisten en la necesidad de un escrutinio más cuidadoso de las imágenes y fotografías, que en el caso Hwang hubiera permitido detectar el engaño. En esos dos aspectos, ya hay publicaciones que llevan la delantera.

El propio comité convocado por *Science* para revisar sus políticas de publicación coincide en señalar estos problemas, aunque no hace sugerencias sobre cómo resolverlos. Aclaremos que el comité estuvo conformado mayoritariamente por personas cercanas a *Science*, como tres miembros de su *Senior Editorial Board*, un ex editor de la revista que es actualmente *Executive Editor* en *Nature*, y dos biólogos que trabajan en células madre. Además de las observaciones ya comentadas, hay dos puntos del informe del comité, hecho público como “supporting online material” de la edición del 1 de diciembre de 2006 de *Science*, que merecen especial consideración. El primero es la afirmación de que actualmente *Science* recibe “un pequeño número de artículos que son o bien deliberadamente engañosos” —es decir, fraudulentos— o “sustancialmente distorsionados por el interés propio”. De manera significativa, el comité evita utilizar la frase “conflict of interest” —clásica en la bibliografía— y apela a una expresión más vaga como “self interest”, que parece cargar la responsabilidad más en las personas y menos en las instituciones. Es ciertamente una forma mitigada de hablar de los problemas derivados de la financiación privada de la ciencia y las cuestiones de propiedad intelectual. Otro aspecto interesante es que el comité destaca el valor excepcional de una publicación en *Science*, a la que compara explícitamente sólo con *Nature*:

Science (y *Nature*) han alcanzado un status especial. Publicar en *Science* tiene una significación que más allá de la de una publicación 'normal'. Consecuentemente, el valor para algunos autores de publicar en *Science*, incluyendo una mejora en su reputación, visibilidad, posición o mayores ganancias económicas es suficientemente alto como para que algunos no adhieran a los estándares científicos en su afán por lograr esa publicación.

Por eso, en sus recomendaciones, el comité sostiene que las medidas que adopte *Science* deben estar en armonía con las que adopte *Nature* y "otros pocos *journals* de alto perfil", para evitar que los autores busquen la publicación menos exigente [24]. En su editorial del 1 de diciembre de 2006, *Science* comenta estos aspectos e invita a sus lectores a participar de la discusión sobre qué medidas tomar [25].

Aunque insuficientes —dado que no señalan con el debido énfasis el problema del *bias* generado por los conflictos de interés y el complejo entramado económico-financiero que acompañó al caso Hwang, y que no es privativo de éste, como comentamos— la respuesta de *Science* parece, por lo menos, digna. Y ya vimos que fue drástica la respuesta de la SNU, que realizó una investigación profunda del caso y despidió a Hwang.

Lamentablemente, no fue así la respuesta de la *University of Pittsburg* en su revisión de la intervención de Schatten. Algunos aspectos del informe realizado por un panel de la universidad resultan sorprendentes. En primer lugar, el uso de un eufemismo para referirse a la conducta de Schatten: no se trató de "misconduct", sino de "misbehavior". Imposible intentar una traducción de este galimatías, pergeñado para salvar al acusado de un delito tipificado y que hubiera implicado un baldón en su carrera. Lo cierto es que la investigación del panel demostró que Schatten recibió 40.000 dólares de Hwang; que su participación en el artículo de la clonación del perro afgano se limitó a sugerir la contratación de un fotógrafo profesional; y que su participación en el artículo de clonación humana de 2005 fue simplemente un trabajo de reescritura. Está claro que no debería haber firmado el primer artículo, y hay investigadores que sostienen que tampoco debería haber firmado el segundo. El informe también deja en evidencia que Schatten mintió en cuanto a su intervención en las investigaciones, atribuyéndose un mayor protagonismo en primer lugar, y separándose del caso luego que se desató el escándalo [26]. Por otra parte, Schatten fue acusado en Corea de intentar patentar los hallazgos de Hwang [27].

Por su parte, Cibelli también fue investigado por su colaboración con Hwang. Aparentemente, su participación en el artículo de 2004 tuvo que ver con detalles técnicos que compartió con el equipo de Hwang. Sigue en la *Michigan State University* y, según declaró al diario *La Nación*, preocupado por la baja eficiencia en la obtención de células madre embrionarias —es decir por la cantidad de ovocitos necesarios para las técnicas actuales— se ha volcado a trabajar con células madre adultas. En este sentido, sostiene que "habría que pedir una moratoria a la clonación terapéutica" [28].

Ética y ganancias

Otro aspecto sobre el que merece reflexionarse a partir del caso Hwag tiene que ver con las cuestiones éticas involucradas en la donación de ovocitos. Como, en general, en la donación de cualquier órgano o tejido humano, se trata de un tema complejo, que excede el alcance de este trabajo. Sin embargo, nos gustaría comentar algunos aspectos. En relación con la donación de ovocitos, todavía no se conocen con suficiente certeza los riesgos derivados de los procedimientos necesarios para obtenerlos. Los protocolos para estimular la maduración de varios folículos requieren inyecciones subcutáneas diarias por entre una semana y diez días. Los ovocitos maduros se recogen por vía vaginal, en un procedimiento quirúrgico que requiere anestesia. El comité de ética de la *American Society for Reproductive Medicine* sostiene que las mujeres que se someten a estos protocolos pasan unas 56 horas en procedimientos médicos, contando desde entrevistas informativas hasta la cirugía y los controles finales [29]. Además de incómodos, estos procedimientos implican riesgos. Como concluyeron investigadores en un reciente encuentro promovido por el CIRM y en cuya organización participó el Institute of Medicine de los Estados Unidos, además del síndrome de hiperestimulación ovárica, sobre el que existen estimaciones muy preliminares acerca del porcentaje de mujeres que podrían sufrirlo, tampoco hay evidencias concluyentes acerca de si esta estimulación puede afectar el riesgo de cáncer de útero. Sí se conoce con más certeza que la hiperestimulación aparentemente no aumenta el riesgo de cáncer de mama o de ovario invasivo [30].

Con estos riesgos en mente, se presenta la duda acerca del delicado tema de la retribución económica. La tendencia es a no retribuir la donación, o a hacerlo de modo módico. Por ejemplo, en California, debido al impulso por la creación del CIRM a partir de la Proposición 71, acaba de aprobarse una ley que regula la obtención de ovocitos, la que fue celebrada por grupos que siguen de cerca estas cuestiones, como el *Center for Genetics and Society*. La nueva ley, confirmada por el gobernador republicano Arnold Schwarzenegger el 26 de septiembre de 2006, da a las donantes el estatus de "sujetos de investigación", lo que pone en aplicación de manera automática regulaciones de alcance nacional y estatal que las protegen. Entre otros aspectos, este estatus implica la obligatoriedad de la obtención del consentimiento informado, la atención médica obligatoria en caso de efectos adversos, y declaración de conflictos de interés de los científicos involucrados. También establece un límite sobre cuánto puede pagarse a las donantes, tendiendo en cuenta recomendaciones de la National Academies of Sciences, que en un reciente informe recomendó pagar sólo por los gastos involucrados en la donación. Evidentemente, se pone el énfasis en el carácter "altruista" de la donación. Esta ley se aplicaría a toda la investigación realizada en el estado, así como a toda la financiada por el CIRM, independientemente de dónde se procuren los ovocitos. De manera muy interesante, la American Society for Reproductive Medicine (ASRM), que reúne a los profesionales de la fertilización asistida en ese estado —donde se comprobó el tráfico de

ovocitos en un centro de fertilización asistida de la University of California en Irvine, que comentamos en *Química Viva*— hizo lobby para quedar fuera de su alcance [31].

En relación con el altruismo, el límite a la retribución económica parece razonable, por estar la donación involucrada con cuestiones de salud y enfermedad, y para poner lo donado fuera del mercado, no adjudicándole valor económico sino, si se quiere, psicológico, simbólico o espiritual. En una línea de razonamiento próxima, muchos expertos consideran —y parece casi de sentido común— que dar una retribución puede exponer a poblaciones vulnerables a convertirse en donantes no voluntarios sino compulsivos, al ser empujados por su necesidad de dinero. Sin embargo, como insisten Magnus y Cho, las donantes no son simples sujetos de investigación, dado que no se van a beneficiar de manera directa con el tratamiento [32]. En este sentido, surge una pregunta inevitable: si estas donaciones van a ser usadas en investigación que puede concluir en el desarrollo de un producto patentado, que va a dar ganancias a varios actores intermedios para concluir enriqueciendo probablemente a alguna gran compañía farmacéutica, ¿cómo justificar que las donantes no participen de esas ganancias? Sobre todo, considerando que las materias primas que aportaron fueron imprescindibles para el desarrollo, y para nada triviales las molestias y riesgos a los que se expusieron.

Podría argumentarse que se trata de salvar vidas. En ese sentido, todos los actores involucrados podrían comprometerse a participar del esfuerzo solidariamente, por el bien común. ¿También las compañías propietarias de la patente? Solo para dar un ejemplo, se estuvo discutiendo recientemente en los Estados Unidos una droga biotecnológica desarrollada por la compañía Genentech —propiedad mayoritaria de Roche—, cuyo nombre comercial es Avastatin, y que se introdujo para tratar el cáncer de colon y ahora se usaría también para tratar el de mama y pulmón. En estas nuevas indicaciones, el precio tratamiento podría ascender a 100.000 dólares. Y no se trata de drogas para grupos minoritarios, “orphan drugs”: el mercado estimado para Avastatin es de cientos de miles de pacientes. Por lo cual sus ganancias estimadas para 2009 podrían ascender a 7.000 millones de dólares. ¿Fue tan caro desarrollarla? ¿Genentech está en problemas financieros? Para nada, sus ganancias son excelentes. ¿Qué argumentan los ejecutivos de la empresa? Como comenta el periodista de *NYT* Alex Berenson, ya han superado la etapa de decir “hay que pagar el precio de la innovación”. Ahora usan como argumento lo que Berenson llama “el valor inherente de las terapias para la vida”. Y el periodista cita a William M. Burns, que involucra en su comparación a otra droga, la Herceptina, cuyo tratamiento cuesta 40.000 dólares anuales en los Estados Unidos: “Cuando observamos los precios de Avastatin y Herceptina, en este momento la economía de la salud se sostiene, y por ese motivo no hay razón para tocarlos”. Y más adelante cita indirectamente al mercado: “La presión de la sociedad para usar productos fuertes y buenos está allí.” En consecuencia, muchos pacientes, aun en un país rico como los Estados Unidos, no pueden acceder a esta droga. Como comenta en el mismo artículo David Johnson, jefe de la unidad de cáncer en la Vanderbilt University y ex presidente de la *American Society of Clinical Oncology*, “Avastatin es una droga excelente, pero su costo hace que

algunos pacientes y médicos eviten usarla.” Más explícitamente, sostiene, “Ojalá costara una décima parte; si ese fuera el caso, se la daría a casi todo los pacientes. [33]”

En el mismo sentido, se está discutiendo en California de qué manera reconocer la inversión de ese estado para sostener, a través de la Proposición 71, el CIRM. ¿Tendrían sus residentes acceso a menor precio a las drogas y tratamientos desarrollados a partir de la investigación financiada por ese instituto? Eso es lo que está reclamando el CIRM en un debate de bajo perfil que se está realizando ahora mismo. Las empresas se resisten, argumentando que esa concesión resultaría redundante con otras disposiciones que regulan el acceso a los medicamentos, de alcance federal y estatal en los Estados Unidos. Estamos hablando de una inversión de 3.000 millones de dólares, hecha con dinero de los contribuyentes [34] .

El presente y el futuro

A pesar de los temores de Snyder y de otros en el campo, la investigación en células madre embrionarias no se detuvo tras el escándalo que desató el caso Hwang, tal como previó tempranamente una mesa de expertos convocados en la última reunión anual de la *American Association for the Advancement of Science* (AAAS) [35]. En el mundo, son varios los grupos trabajando activamente en esta línea, en países como los Estados Unidos, el Reino Unido, España y China, además de Corea [36].

De hecho, el impulso a la biotecnología en Corea continúa, y de manera entusiasta. A partir de noviembre de 2006, comenzaron a celebrarse simposios para discutir proyectos en células madre, haciendo uso de 450 millones de dólares que el gobierno coreano prometió para financiar este campo durante 10 años —de los cuales, el 30 por ciento se destinará, precisamente, a la investigación con células madre embrionarias. La mayor parte de la financiación en este sentido se la llevará el Stem Cell Research Center, de Seúl, que tendrá 15 millones anuales hasta 2012. Y hay otra iniciativa, del Ministerio de Ciencia, que aportará 4,5 millones de dólares anuales [37].

Hwang está nuevamente trabajando en investigación, aunque no con células madre embrionarias, y con financiamiento privado. En julio de 2006, mientras esperaba que comenzara su juicio por defraudación en el manejo de fondos públicos —en el que alegó que desvió fondos para comprar muestras de mamuts, para intentar clonar esta especie, a la mafia rusa— Hwang abrió un laboratorio en Guro, junto a otros 20 investigadores. El laboratorio es parte del *Suam Bioengineering Research Institute*, y recibe 2,6 millones de dólares anuales de la *Suam Scholarship Foundation* para trabajar en clonación y células madre de animales, producción de órganos animales para transplantes, y productos biológicos textiles [38].

El campo tampoco parece poder librarse de los escándalos. El último, muy reciente, se desató a partir de la publicación en agosto de 2006 de una nueva técnica para obtener células madre embrionarias que se promocionó como “políticamente correcta”. Hasta ahora, la única alternativa para obtener estas células era tomarlas del interior del embrión en la etapa de blastocisto —lo que implica la destrucción del embrión y desata el rechazo de diversos sectores, entre ellos del propio presidente Bush. La propuesta de Robert Lanza, de *Advanced*

Cell Technologies —coautor con Cibelli del primer artículo de clonación humana en 2001— implica tomar una célula del embrión en la etapa de 8 células, la que aparentemente sería viable en cultivo, sin afectar el futuro del embrión. Este procedimiento se utiliza para el diagnóstico genético preimplantatorio en la fertilización asistida. En un *podcast*, Lanza dijo que habían logrado “obtener células madre embrionarias sin destruir el embrión”. Sin embargo, tal como sostenían los autores en el artículo en *Nature* donde comunicaban su trabajo, los 16 embriones donados que utilizaron fueron destruidos durante el experimento. Obtuvieron un total de 91 blastómeros, de donde derivaron dos líneas de células madre. Lo que permite especular con que estas biopsias *podrían* dar origen a líneas celulares sin afectar el desarrollo normal del embrión —algo posible pero que todavía no se ha logrado. Lanza declaró desafiante al NYT, poco antes de las elecciones de octubre: “No queda una razón racional para oponerse a esta investigación”. Pero fue desmentido por una vocera de la Casa Blanca, argumentando que las preocupaciones éticas de Bush tienen que ver con la investigación en embriones en términos generales. El caso fue tan escandaloso que un senador republicano que aprueba la investigación con células madre —una rareza— reprendió en público a Lanza: “Es un verdadero problema si los científicos hacen declaraciones falsas y poco rigurosas”, dijo Arlen Specter [39].

¿Qué enseñanzas quedan para los países en desarrollo? En primer lugar, puede ser interesante observar en este caso la dinámica de la colaboración entre investigadores de países centrales y periféricos. En un artículo previo, comentamos algunas de las peculiaridades del trabajo en nuestro país, entre ellas, el hecho de que, para tener acceso a instrumental avanzado o facilitar la publicación en *journals* internacionales, ocurre a veces que los investigadores “inviten” a colegas de países centrales, ofreciéndoles compartir el crédito por trabajos en los que tuvieron poca participación [40]. Parece evidente, como destacaron algunos observadores, que la inclusión, primero de Cibelli en el artículo de 2004 y sobre todo de Schatten en el artículo de 2005, pudo haber sido una estrategia para facilitar la publicación en *Science*, un *journal* de excepcional alto perfil, como reconoció el comité convocado por la propia publicación.

Otro aspecto crucial es que Schatten sólo se separó de Hwang cuando surgieron evidencias de fraude: parecen no haberle preocupado las posibles fallas éticas denunciadas por *Nature* en 2004. De hecho, Schatten años antes había utilizado óvulos y embriones provenientes del infausto caso del centro de fertilización asistida de la University of California en Irvine, caso del que salió indemne porque aparentemente se probó que no conocía el origen dudoso de esos materiales [41]. Queda claro que las colaboraciones internacionales no sólo no protegen de los lapsus éticos, sino que incluso podrían aumentar la probabilidad de que ocurran. En el caso de Hwang, fueron varios los investigadores que hablaron del “entusiasmo” de los coreanos por la medicina regenerativa para justificar la facilidad con que su equipo conseguía los ovocitos, dejando en segundo plano denunciar la regulación débil [42]. De manera que sólo una regulación y control estrictos en los propios países periféricos podría asegurar la protección de los derechos de sus ciudadanos.

En este sentido, es importante el papel de contralor que jugaron los medios en el caso. En su país, Hwang contaba con el apoyo de la comunidad científica, del sistema político, del sistema económico y hasta de la opinión pública. Todo esto, respaldado por el reconocimiento de la comunidad científica internacional. Está claro que en tiempos de comercialización de la ciencia, el periodismo debe ser muy cuidadoso con respecto a los conflictos de interés en que puede verse involucrado —como comentamos en un artículo previo— para poder funcionar como fiscal en el momento necesario [43].

Finalmente, es importante tener en cuenta que no hay, para los países periféricos, un modo fácil de escapar de la problemática del patentamiento y los crecientes costos médicos. Un reciente informe muestra que la medicina regenerativa puede ser un recurso de salud pública fundamental también en los países pobres. En el mismo trabajo se contrasta el costo de una vacuna de ADN recombinante para hepatitis B desarrollada por la empresa india Shantha Biotechnics —apenas 40 centavos de dólar por dosis— con el costo de las vacunas importadas, que oscila entre 8 y 10 dólares por dosis [44]. Los nuevos desarrollos no van a ser accesibles en los países periféricos si vienen desde afuera, lo que confirma la importancia de impulsar la investigación biotecnológica local.

Referencias

-
- [1] "Ethics and fraud" (2006), editorial I, *Nature*, vol. 439, No. 7073, 12 de enero, pp. 117
- [2] Woo Suk Hwang *et al.* (2004), "Evidence of a pluripotent human embryonic stem cell line derived from a cloned blastocyst", *Science*, Vol. 303, 12 de marzo, pp. 1769-1674.
- [3] Cibelli, Jose B. (2001), "Somatic cell nuclear transfer in humans: pronuclear and early embryonic development", rapid communication, e-biomed *The Journal of Regenerative Medicine*, Vol. 2, 26 de noviembre.
- [4] Número especial: La clonación humana, *Química Viva*, Vol. 3, No. 1, abril. Disponible en: <http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/Foro%20clonado/foro%20clonado.html>.
- [5] Kolata, Gina (2004), "Cloning creates human embryos", *The New York Times*, 12 de febrero. Disponible en: <http://www.nytimes.com/2004/02/12/science/12CELL.html?ex=1077609534&ei=1&en=8169dc53ce9f2439>
- [6] Cyranoski, David (2004), "Stem-cell research: Crunch time for Korea's cloners", *Nature*, Vol. 429, 6 de mayo, pp. 12-14.
- [7] "Ethics of therapeutic cloning" (2004), *Nature*, Vol. 429, 6 de mayo, p. 1.
- [8] "Reactions to the Hwang scandal" (2006), *Science*, Vol. 311, p. 606.
- [9] Woo Suk Hwang *et al.* (2005), "Patient-specific embryonic stem cells derived from human SCNT blastocyst", *Science*, Vol. 308, 17 de junio, pp. 1777-1783.

- [10] "An offshore haven for human embryonic stem-cell research?" (2005), *New England Journal of Medicine*, Vol. 353, No. 16, 20 de octubre, pp. 1645-1649.
- [11] Gottweiss, Herbert y Robert Triendl (2006), "South Korean policy failure and the Hwang debacle", *Nature Biotechnology*, Vol. 24, febrero, pp. 141-143.
- [12] Pollack, Andrew (2005), "California stem-cell program is hobbled but staying the course", *New York Times*, 10 de diciembre. Disponible en: <http://www.nytimes.com/2005/12/10/business/10stem.html?ex=1138942800&en=3e2333f4798d64d5&ei=5070>.
- [13] Russo, E. (2005), "Follow the money - The politics of embryonic stem cell research", *PLoS Biology*, Vol. 3, No. 7, 5 de julio, pp. 1168-1171.
- [14] Chong, Sei y Dennis Normile (2006), "How young Korean researchers helped unearth a scandal...", *Science*, Vol. 311, 6 de enero, pp. 22-23-25.
- [15] Normile, Dennis, Gretchen Vogel y Jennifer Couzin (2006), "South Korean team remaining stem cell claim demolished", *Science*, Vol. 311, 13 de enero, pp. 156-157; Chong, Sei (2006), "Investigations document still more problems for stem cell researchers", *Science*, Vol. 311, 10 de febrero, pp. 754-755.
- [16] Krinsky, Sheldon (1999), "The profit of scientific discovery and its normative implications", *Chicago Kent Law Review*, Vol. 75, No. 3, pp. 15-39.
- [17] Jacob, Tom (2005), "Beware the biotech barker", *Nature Biotechnology*, Vol. 23, No. 5, mayo, p. 538.
- [18] Merton, Robert (1964) [1949], *Teoría y estructuras sociales*, México, Fondo de Cultura Económica, pp. 544-552.
- [19] Para un review de la literatura sobre conflictos de interés, ver: Vara, Ana María (en prensa), "Periodismo científico: ¿preparado para enfrentar los conflictos de interés?", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*.
- [20] GAO (1991), *Technology Transfer: Federal Agencies' Patent Licensing Activities* (GAO/RCED-91-80), Washington, DC, General Accounting Office; GAO (1998), *Technology Transfer: Administration of the Bay-Dole Act by Research Universities* (GAO/RCED-98-126), Washington, DC, General Accounting Office; GAO (2001), *Biomedical Research: HHS Direction Needed to Address Financial Conflicts of Interest* (GAO/RCED-02-89), Washington, DC, General Accounting Office.
- [21] Snyder, Evan Y. y Jeanne F. Loring (2006), "Beyond fraud – Stem research continues", *New England Journal of Medicine*, Vol. 354, No. 4, 26 de enero, pp. 321-324, en p. 323.
- [22] Cho, Mildred K., Glenn McGee y David Magnus (2006), "Lessons of the stem cell scandal", *Science*, Vol. 311, 3 de febrero, pp. 614-615; Resnik, David B., Adil E. Shammo y Sheldon Krinsky (2006), "Fraudulent human embryonic stem cell research in South Korea: lessons learned", *Accountability in Research*, 13, pp. 101-109.
- [23] International Committee of Medical Journal Editors (2005), "Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals". Disponible en: <http://www.ICMJE.org>; Rennie,

D., V. Yank y L. Emmanuel (1997), *Journal of the American Medical Association*, Vol. 278, p. 597.

[24] Brauman, John, John Gearhart, Douglas Melton, Linda Miller, Linda Partridge y George Whitesides (2006), "Committee Report – Hwang *et al.*, *Science*, 308, 1777-1783 (2005)", Supporting Online Material. Disponible en: <http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/314/5804/1353/DCI>.

[25] Kennedy, Donald (2006), "Responding to fraud", *Science*, Vol. 308, 1 de diciembre, p.1353.

[26] Holden, Constance (2006), "Schatten: Pitt panel finds 'misbehavior' but not misconduct", *Science*, Vol. 311, 17 de febrero, p. 928.

[27] Kim, Tae-gyu (2006), " 'Schatten stole Hwang's patent' ", *The Korea Times*, 8 de enero. Disponible en: <http://times.hankooki.com>.

[28] Bär, Nora (2006), "Habría que pedir una moratoria de la investigación en clonación terapéutica", *La Nación*, 30 de octubre. Disponible en: <http://www.lanacion.com.ar/853986>.

[29] Steinbrook, Robert (2006), "Egg donation and human embryonic stem cell research", *New England Journal of Medicine*, Vol. 354, No. 4, 26 de enero, pp. 323-326.

[30] Kleffman, Sandra (2006), "Egg donors may face unknown pitfalls, stem cell researchers say", *Contra Costa Time*, 28 de septiembre. Disponible en: http://www.mercurynews.com/mld/mercurynews/news/breaking_news/15634713.htm.

[31] Vara, Ana María (2004), "Un recurso escaso y la desigualdad entre los sexos", *Química Viva*, Vol. 3, No. 1, abril. Disponible en: <http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/Foro%20clonado/anavara.html> ; CGS (2006), "California victory: standards and safeguards on eggs for research", *Genetic Crossroads*, 20 de octubre. Disponible en: <http://www.genetics-and-society.org/newsletter/archive/20061020.html>; Romney, Lee (2006), "New battle lines are drawn over egg donation", *Los Angeles Times*, 13 de septiembre.

[32] Magnus, David y Mildred Cho (2005), "Issues in oocyte donation for stem cell research", *Science*, Vol. 308, pp. 1747-1748.

[33] Berenson, Alex (2006), "A cancer drug shows promise, at a price mane can't pay", *New York Times*, 15 de febrero. Disponible en: <http://www.nytimes.com/2006/02/15/business/15drug.html?ex=1297659600&en=bc6aaaf25acffa44&ei=5088>; Pritchard, Carolyn (2006), "Genentech earnings up 58%", *MarketWatch*, 10 de octubre. Disponible en: <http://www.marketwatch.com/news/story/Story.aspx?guid=%7B64F2583E-2D9F-496F-8AEB-B783DD84D8EF%7D&siteid=>

[34] Información sobre esta negociación puede encontrarse en el blog de David Jensen: <http://californiastemcellreport.blogspot.com/>

[35] Lempinen, Edward (2006), "Stem cell experts assess the impact of Hwang fraud on research, public trust". Disponible en: <http://www.aaas.org/news/releases/2006/021stemcell.shtml>.

- [36] Vogel, Gretchen (2006), "Picking up the pieces after Hwang", *Science*, Vol. 312, 28 de abril, pp. 51-517.
- [37] Normile, Dennis (2006), "South Korea picks up the pieces", *Science*, Vol. 312, 2 de junio, pp. 1298-99; "South Korea finds time and cash for stem cells" (2006), *Nature*, Vol. 444, 2 de noviembre, p. 15.
- [38] "A second chance" (2006), *Science*, Vol. 313, 1 de septiembre, p. 1233.
- [39] Klimanskaya, I, Y. Chung, S. Becker, S. J. Lu y R. Lanza (2006), "Human embryonic stem cell lines derived from single blastomeres", *Nature*, sólo en la web. Disponible en: <http://www.nature.com/nature/journal/vaop/ncurrent/abs/nature0514.html>; Wade, Nicholas (2006), "Stem cells could intensify political debate", *New York Times*, 26 de agosto. Disponible en: <http://www.nytimes.com/2006/08/24/science/24stem.html>; Okie, Susan (2006), "Single-cell storm", *New England Journal of Medicine*, 18 de octubre, pp. 1634-1635.
- [40] Vara, Ana María y Hurtado de Mendoza, Diego (2004), "Comunicación publica, historia de la ciencia y 'periferia' ", en AA.VV. (2004), *Certezas y controversias. Apuntes sobre la divulgación científica*, Buenos Aires, Libros del Rojas-Universidad de Buenos Aires, pp. 71-103.
- [41] Guterman, Lila (2006), "Silent scientist under fire: the American collaborator of a disgraced South Korean is keeping mum", *Chronicle of Higher Education*, 27 de enero. Disponible en: [http://chronicle.com.free/2006/01/20006012701n.htm](http://chronicle.com/free/2006/01/20006012701n.htm).
- [42] Wakayama, Teruhiko (2004), "On the road to therapeutic cloning", *Nature Biotechnology*, Vol. 22, No 4, pp. 399-400.
- [43] Vara, *op. cit.*, nota 19.
- [44] Greenwood, Heather L, Peter A. Singer, Gregory P. Downey, Douglas K. Martin, Halla Thorsteinsdottir, Abdallah S. Daar (2006), "Regenerative medicine and the developing world", *PLoS Medicine*, Vol. 3, No 9, septiembre, pp. 1496-1500.



ISSN 1666-7948

www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar

Revista **QuímicaViva**

Número 3, año 5, diciembre 2006

quimicaviva@qb.fcen.uba.ar

