



Diálogos

del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco Abril 2001 Número 5

ÍNDICE

Edición:

Consejo de Ciencia y Tecnología
del Estado de Tabasco

Diseño:

Ricardo Torres Baños

Las opiniones contenidas en los discursos y artículos de la presente edición, no reflejan necesariamente las del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco ni del Gobierno del Estado.

Toda correspondencia deberá dirigirse al

Consejo de Ciencia y Tecnología
del Estado de Tabasco

Av. Carlos Pellicer Cámara 502
Esq. Rullán Ferrer, Col. Mayito,
C.P. 86090

Villahermosa, Tabasco, México.

Teléfonos: (9) 312-8116, 314-5409

Fax: Ext. 100 ó (9) 314-2076

e-mail: dialogos@ccytet.gob.mx

Abril de 2001

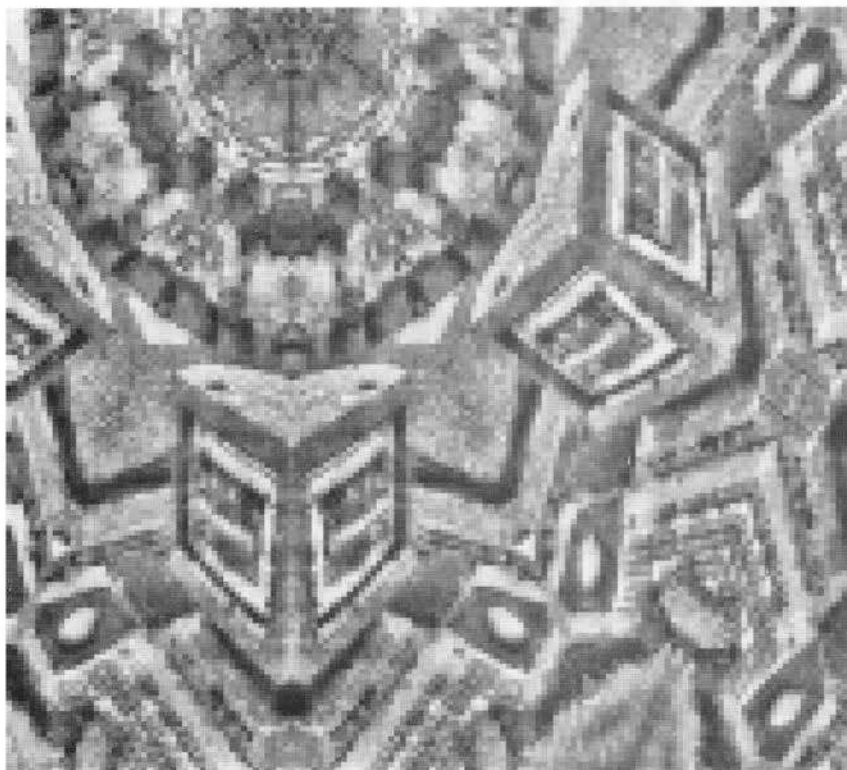
Tiraje: 1,000 ejemplares

Directorio

Enrique Priego Oropeza
Gobernador del Estado

Erasmus Martínez Rodríguez
Secretario de Educación
y Presidente de la Junta Directiva
del CCYTET

Miguel O. Chávez Lomelí
Director General del Consejo de
Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco



3 Ciencia y poder: Nuevo compromiso para el Siglo XXI

Federico Mayor

11 Ciencia y valores humanos

Joseph Rotblat

20 ¿Por qué los científicos debemos volver- nos más éticamente sensibles de lo que solíamos ser ?

John Ziman

26 Restricciones éticas a la investigación

Norma del Carmen Galindo Sevilla

Con los avances alcanzados en genética y biotecnología, la comunidad científica y la propia sociedad en general han empezado a preguntarse con insistencia si la investigación científica debe tener límites o no.

Congruente con el propósito de que "Diálogos" constituya un foro abierto a la reflexión en torno a los diferentes aspectos de la relación ciencia-sociedad, y de atender a los grandes temas que interesan al ciudadano hoy en día, se ha considerado pertinente dedicar este número a diversos planteamientos con respecto a la ética de la ciencia.

Abre la publicación un discurso dirigido por Federico Mayor, en su calidad de Director General de la UNESCO, a la Asociación Norteamericana para el Avance de la Ciencia, en el que realiza un bosquejo de la relación entre el poder y la ciencia, y del tipo de compromiso ético que se precisa establecer en el Siglo XXI, partiendo para ello de un análisis del poder de la ciencia y de esa capacidad, añadida recientemente, de modificar la vida, al alterar el legado genético de cualquier especie, incluida la humana.

Joseph Rotblat, en su discurso pronunciado en la Conferencia Mundial sobre Ciencia: Ciencia para el Siglo XXI, en julio de 1999, parte del cuestionamiento de si los científicos deberían estar preocupados por los asuntos éticos y el impacto social de su trabajo, y si deberían aceptar la responsabilidad por las consecuencias humanas y ambientales de la investigación científica, para revisar el papel y compromiso de los investigadores modernos ante la vida misma.

P r e s e n t a c i ó n

Se reproduce también un artículo de John Ziman, "¿Por qué los Científicos Debemos Volvernos más Éticamente Sensibles de lo que Solíamos ser?", en el que el autor reflexiona acerca de la transición ética de la ciencia, vista desde la perspectiva histórica y del entrelazamiento cada vez más fuerte de los productos de la ciencia en el tejido social, que obliga a los científicos a tomar en cuenta consideraciones éticas antes soslayables.

Para cerrar la presente edición, al igual que en el número anterior, se incorpora un artículo original, producto de la reflexión de Norma del Carmen Galindo Sevilla, profesora-investigadora de la UJAT, titulado "Restricciones Éticas a la Investigación" y en el que ofrece sus puntos de vista con respecto a la clonación y su posible aplicación en humanos.

Aprovechamos la ocasión para reiterar la invitación de que Usted nos aporte sus comentarios y sugerencias, o, mejor aún, someta sus propias colaboraciones a la consideración del Comité Editorial, a fin de enriquecer cada vez más este espacio, con su personal reflexión sobre la ciencia y la tecnología.

Miguel O. Chávez Lomelí

Damas y Caballeros:

Me siento profundamente honrado de haber sido invitado a dirigirme a tan eminente asamblea y de tener esta oportunidad de analizar con ustedes los temas de Conocimiento y Responsabilidad. Tenemos el deber particular de estudiar su complejidad en el contexto contemporáneo y, más aún, de anticipar el posible impacto de estos asuntos en el futuro. No obstante, la prevención puede ser prácticamente imperceptible, pero es la única victoria real; no "derrota" al sufrimiento, lo previene! Me gusta decir que la ciencia está permanentemente en una atalaya, desde la cual puede escudriñar el futuro. El pasado no puede ser reescrito, tan sólo puede describirse. Pero sí podemos escribir el futuro, y para hacerlo de manera diferente, la ciencia es indispensable.

En esta plática, quiero realizar un bosquejo de la relación entre la ciencia y el poder, y del tipo de compromiso ético que se requiere para el Siglo XXI. Espero ser capaz de transmitirles mi preocupación, como Director General de la UNESCO y como bioquímico, además de darles una idea, no sólo de qué está haciendo la UNESCO en este ámbito, sino de qué podemos hacer juntos para continuar nuestra relación de colaboración.

Antes de empezar a disertar sobre el poder y la ciencia, me gustaría tratar rápidamente sobre el poder de la ciencia. Creo que el gran poder de la ciencia —en realidad, la razón de que, simplemente, hoy no podamos hacer nada sin la ciencia— es su peculiaridad de cambiar la calidad de vida. Sé que no necesito rememorar a este auditorio todos los logros sorprendentes de la ciencia. El hecho es que muchas de las enfermedades que aterrorizaban en el pasado, son prácticamente desconocidas para las presentes generaciones; millones de personas se han visto liberadas de tareas agotadoras y repetitivas, aunque eso no impide el nuevo riesgo, en nuestra era cibernética, de que la gente se vuelva "esclava de la pantalla", sin tiempo para pensar con creatividad. Cuando nadie tenga tiempo de pensar lo que a nadie se le había ocurrido antes, ¿se convertirá el *Homo sapiens* en un *Homo virtualis*? Sin embargo, nuestros horizontes se han ensanchado y se han enriquecido nuestras vidas en muchos aspectos gracias a las aplicaciones benéficas de la ciencia —para los afortunados que tenemos acceso a ellas—; más adelante retomaré el problema del acceso desigual.

En retrospectiva, podemos decir que la ciencia ha tenido éxito, pero sus aplicaciones no tanto. A principios de este siglo, el mundo, horrorizado, fue testigo de la capacidad perversa y destructiva de ciertas aplicaciones científicas, de su poder para destruir la vida en una escala desconocida y al planeta tal como lo conocemos. Ahora, la ciencia ha añadido a estas facultades el poder de modificar la vida, de alterar el legado

Ciencia y poder: Nuevo compromiso para el Siglo XXI*

Federico Mayor



* Discurso pronunciado ante la Asociación Norteamericana para el Avance de la Ciencia (AAAS por sus siglas en inglés), en Washington, D.C., el 25 de junio de 1998, durante su gestión como Director General de la UNESCO. Tomado, en inglés, del sitio electrónico de la UNESCO; traducción del CCYTET.

genético de cualquier especie, incluida la humana. Aun si se fijan algunos límites, por ejemplo, el de prohibir la clonación humana reproductiva, quedan ignotos los grandes problemas que surgen por la ciencia modificadora de la vida.

Tomemos el ejemplo de los organismos transgénicos. ¿Hasta qué punto podemos decir que el genoma de una especie específica es "inadecuado"? Esto significa colocar a la ciencia por encima de la naturaleza que le da a cada especie un genoma específico. Uno puede aceptar a algunos organismos transgénicos y aprobar sólo aquéllos que son evidentemente benéficos, benéficos en el sentido de que reducen o previenen el sufrimiento humano. Aceptar, quizá, el cultivo de subsistencia resistente a la sequía, una vez que se hayan examinado a fondo las distintas facetas de las nuevas cosechas. Tiene que haber una evaluación completa del riesgo y tienen que encararse otros asuntos: cuestiones éticas, sociales y económicas, de la disparidad Norte-Sur, o temas científicos tales como las restricciones a la libre circulación del conocimiento.

Tomemos otro ejemplo: ¿Provocará el mapeo del genoma humano una redefinición de la salud? ¿Nuestro concepto de salud dejará de estar basado en una sensación de aptitud física, en la ausencia de enfermedad? A medida que avanzamos de la medicina curativa y preventiva a la medicina predictiva, ¿se vuelve la salud un estado raro, reservado sólo para aquéllos suficientemente afortunados para no tener una predisposición genética hacia la enfermedad? ¿Y qué pasa, entonces, con todos los demás, en su trabajo, en sus vidas privadas?

Al proponer estas preguntas, recordé el comentario del sociólogo norteamericano Edgar Friedenberg, cuando escribió en los años cincuenta: *"Sólo la ciencia puede esperar mantener a la tecnología en alguna clase de orden moral"*. Con una actitud similarmente escéptica hacia la tecnología, el mexicano Octavio Paz escribió en la década de 1970: *"'¿Por qué?' y '¿con qué propósito?' son preguntas que la tecnología no se plantea a sí misma"*. ¿Es la ciencia la respuesta? Vívamente recuerdo a Sir John Daniel, Vicecanciller de la Universidad Abierta del Reino Unido, iniciando una lectura con gran ironía al decir: *"Damas y caballeros: la tecnología es la respuesta. ¿Cuál es la pregunta?"*

¿Y al final de los noventa, podemos separar a la ciencia y la tecnología con tanta nitidez como lo hizo Friedenberg? ¿En verdad podemos establecer una clara distinción entre ciencia "pura" y "aplicada"? Cada vez más, estamos presenciando una interacción dinámica entre las dos. El Profesor Bernardo Houssay, argentino ganador del Premio Nobel de Medicina, me dijo una vez algo que sigue siendo válido hasta hoy: *"¡No hay ciencia aplicada si no hay ciencia qué aplicar!"* Ahora que somos testigos del poder de la ciencia para transformar las formas de vida, la cultura, la economía y la sociedad, podemos hacer eco a Octavio Paz diciendo que la ciencia **debe** preguntar "¿por qué?" y "¿con qué propósito?" No puede haber una ética de la no ética.

La ciencia debe ser utilizada todavía más para aliviar el sufrimiento humano: para responder a los dramáticos cambios ambientales, por ejemplo. Tenemos alianzas muy poderosas para la defensa de nuestras fronteras, se aplica la tecnología más sofisticada basada en los más recientes descubrimientos científicos, pero ¿qué alianzas tenemos para la defensa de nuestro aire, nuestro suelo, nuestra salud? ¿No merecen protec-

ción, cuando encaran daños potencialmente irreversibles? El riesgo de irreversibilidad coloca sobre nosotros una responsabilidad particular: Debemos aplicar una ética de tiempo. Si un riesgo mayor se percibe como inminente, no es tiempo de gestionar informes o de iniciar otro estudio... ¡es tiempo de actuar! Una sociedad de informes es una sociedad de aplazamientos.

Éstos son, entonces, algunos problemas que la ciencia origina y enfrenta en el presente. Por fortuna, hay otros factores en juego que se contraponen a ciertas dificultades. Para abordar la complejidad podemos valernos de la interdisciplinariedad. Las llamadas ciencias duras y las ciencias sociales se están conjugando en muchas áreas donde la síntesis, más que la reducción, se considera como la orientación más promisorio. Einstein dijo en una ocasión: *"Todo debería hacerse lo más simple posible. Pero no más simple"*. Los grandes problemas sólo pueden resolverse con grandes soluciones y la magnitud de algunas crisis es tal, que la única respuesta es "pensar en grande". Un ejemplo es el Mar Aral, los problemas de la entrada y salida de sus aguas tienen que tratarse como un todo y con varios miles de millones de dólares necesarios para lograr un impacto. En el caso de la salud humana, se requiere un esfuerzo masivo y concertado para encontrar soluciones a problemas como la malaria y las enfermedades de reciente aparición, de tipo prion.

En síntesis, se requiere una nueva ideología política en la que la respuesta natural a problemas críticos sea la acción radical, oportuna y de gran escala. Considero que otro factor positivo que nos ayuda a contrarrestar las enormes dificultades del mundo actual, es el hecho de que muchos científicos han realizado por sí mismos una reevaluación contundente de su cometido y de sus responsabilidades. Ahora los científicos se comprometen en debates públi-

cos y aceptan los cuestionamientos éticos, sociales, legales y políticos de las implicaciones de la ciencia.

Todas estas tendencias dan un formidable nuevo ímpetu al carácter consultivo de la ciencia. Más que nunca, los gobiernos y los parlamentos necesitan recomendaciones científicas sanas en las que se puedan basar las decisiones políticas. Recuerdo el silencio forzado de la comunidad científica cuando visité la Unión Soviética entre los sesenta y los ochenta. ¡Un régimen está condenado si no le da a sus propios expertos la libertad de hablar! Sí, más que nunca la voz de los científicos debe emerger. La ciencia y los científicos se están preparando para ese papel crucial.

Damas y caballeros:

La relación entre la ciencia y el poder deben considerarse dentro del contexto de lo que se ha llamado "globalización". Infortunadamente, es sólo una globalización parcial y asimétrica, sobre todo en el caso del comercio y las telecomunicaciones. 600 mil localidades sin electricidad representan en la actualidad una muy desequilibrada "globalización" de los medios, lo cual significa que hay 600 mil poblaciones donde nadie puede conectar y encender aparatos eléctricos. Con respecto al comercio, si tratamos de identificar a los beneficiarios reales del triángulo formado por el conocimiento, la producción y el comercio, nos damos cuenta que la brecha actual no se está reduciendo. Vemos una muy peligrosa concentración —en el ámbito global— de riqueza y poder en unas cuantas manos. Esto provoca el acrecentamiento de la pobreza, la frustración, la radicalización, la violencia.

Éstas son tendencias peligrosas. Por tanto, en nuestro mundo rápidamente cambiante, es esencial que quienes toman las decisiones enfrenten la complejidad. Para hacerlo, necesitan una evaluación imparcial e integral basada en el rigor científico. Muchos de los problemas que enfrentan son globales o, al menos, de carácter regional. Esto tiene implicaciones importantes para la naturaleza y la organización del papel de la ciencia. En la UNESCO, estamos habituados a tratar asuntos como el ambiente, la diversidad genética, el cambio climático o las fuentes de agua dulce en una escala global. Se requiere la globalidad cuando los problemas son globales —globalidad de opinión de los investigadores, de recolección de datos, de monitoreo de fenómenos, de intercambio de información—. Después de todo, la comunidad científica formó la primera aldea global. Los científicos también están muy familiarizados con la ilimitada diversidad —la singularidad!— de la vida, en los aspectos personal, social y cultural.

Sin embargo, a pesar de la inmensa diversidad de la experiencia humana y de las situaciones, con demasiada frecuencia se han aplicado soluciones uniformes en diferentes circunstancias sociales, culturales y económicas. Ustedes conocen bien los resultados: un círculo vicioso de préstamos, pagos y deudas, que a menudo perjudican a las nuevas democracias. El reconocimiento de la diversidad es una misión muy importante de la comunidad científica. La "globalización" y la presión que ejerce sobre los gobiernos para seguir políticas dependientes del mercado, competitivas y orientadas hacia las ganancias —tanto en la ciencia como en otros ámbitos— puede repercutir en contra de la globalidad. La relación entre la ciencia y el poder ya no es una relación bilateral con el poder político. El poder económico es en verdad muy importante y la industria ha dejado de ser tan sólo una "consumidora" de la ciencia, ahora —en cierta medida— la moldea. Se nos dice que la "globalización" es un proceso irreversible, un desarrollo que no podemos moldear o influir. Esto no es aceptable. No podemos aceptar una sociedad o una democracia puramente dependientes del mercado, sin ningún otro criterio que influya en su rumbo.

En su país, casi dos terceras partes de la investigación y el desarrollo son auspiciadas por el sector privado y casi tres cuartas partes de toda la investigación son llevadas a cabo, en efecto, por la industria. Los sectores de ciencia intensiva, tales como el farmacéutico y las empresas agroalimentarias han experimentado megafusiones multinacionales, que crean compañías con mayores volúmenes de ventas y recursos financieros que los presupuestos anuales y las reservas monetarias de algunas naciones europeas. El conocimiento científico, tanto tiempo considerado como un bien público, se está volviendo con rapidez un bien privado. El impulso de reclamar patentes en investigación genética y en biotecnología, desafía el principio de compartir el conocimiento científico básico. Es totalmente correcto patentar procedimientos y productos, pero no el conocimiento fundamental. Hoy en día existe el riesgo de que el conocimiento científico sea "privatizado" y de que esto amplíe de forma dramática la brecha entre las naciones.

La UNESCO está comprometida a promover el apoyo para la construcción de la capacidad y la educación científicas y para compartir la ciencia. Éste no es un principio abstracto, idealista; tiene implicaciones tangibles para la ciencia misma y para el desarrollo endógeno, el único que mejora la calidad de vida. Si queremos que las relaciones con los países en vías de desarrollo sean definidas por la confianza mutua, entonces, debemos cambiar, de forma radical, los mecanismos actuales de financiamiento de estudios. Los mejores talentos se van y no vuelven; esta clase de fuga de cerebros opera contra los intereses, tanto de las naciones que los reciben como de los expatriados. Se necesitan los incentivos de retorno.

Cuando hablo de los recursos humanos, no me refiero sólo a los hombres. Si las mujeres permanecen subrepresentadas en la ciencia, se pierde un gran depósito de talento. Necesitamos una gran cantidad de mujeres en la ciencia, distribuidas en sus disciplinas con la misma equidad que los hombres. ¿Dónde están las profesoras de tiempo completo?, ¿dónde las directoras de institutos de investigación y de política científica? El nombramiento de Rita Colwell como Directora de la Fundación Nacional de la Ciencia, representa un ejemplo para el mundo. Todavía respecto al problema de la desigualdad, si todos los continentes son prácticamente excluidos de las poderosas redes científicas, se están perdiendo grandes fuentes de creatividad. ¿Realmente necesita Norteamérica, cuyos científicos tienen a su disposición casi el 40 por

ciento de la inversión mundial para investigación y desarrollo, cooperar con África, que sólo tiene el 0.5 por ciento del total?

Estoy absolutamente convencido de que la respuesta es "sí". ¿Qué significado tendría que, en un programa como el Hombre y la Biosfera (MAB, por sus siglas en inglés) de la UNESCO, sólo tomaran parte una o dos regiones del mundo, sin importar qué tan poderosos fueran sus sectores científicos? ¿Pueden las fronteras políticas bloquear nuestra cooperación en asuntos como "El Niño", el cambio climático y la protección de nuestros océanos y del aire?

¿Acaso el progreso alcanzado en el tratamiento del SIDA puede restringirse a los países desarrollados? Moralmente, por supuesto que no. Pero tampoco en términos prácticos, ya que la proliferación del virus puede producir mutaciones que resulten contraproducentes. Todos los países, sin importar su situación, necesitan tener al menos un grupo de científicos con el propósito de explotar sus propios recursos humanos, promover una política científica y tecnológica y fortalecer la industria. En la actualidad, es posible enriquecer la capacidad de estos "núcleos" gracias a los avances de la comunicación. La AAAS puede desempeñar un papel fundamental al respecto.

Hoy, todos los actores son importantes ante las amenazas del calentamiento de la Tierra y de los conflictos relacionados con el agua. ¿Podemos decirle a los países en vías de desarrollo que no pueden tener nuestros niveles de consumo de comodidades, nuestro estilo de vida, nuestra ciencia y tecnología? La única solución aceptable es buscar juntos una respuesta global a tales cuestiones, basada en principios científicos sanos. En la UNESCO, sea el tema la observación del océano, o los recursos de agua dulce, trabajamos en asociación global y, como ustedes saben, los científicos norteamericanos son socios activos en nuestros programas.

Los científicos estadounidenses son los precursores de la tendencia a asumir un papel de mayor responsabilidad ética y de asesoría política. Fue en Asilomar que Paul Berg y otros científicos advirtieron acerca de la transformación genética —y estaban totalmente en lo correcto—. Ya no cabe la menor duda de que la comunidad científica, aquí, como en cualquier otra parte, es conocedora de sus grandes responsabilidades. Este enfoque sobre las implicaciones humanas y sociales de la investigación científica ha dado pie a una nueva actitud: los factores

éticos se están volviendo una parte integral del desarrollo de las estrategias de la investigación científica. ¿Quién debería determinar las prioridades y elecciones de la ciencia y la tecnología? ¿Sobre la base de qué metas sociales? ¿Cómo podemos definir, de manera democrática, los riesgos que pueden ser considerados como "aceptables"? ¿Cuál es el grado de responsabilidad y de solidaridad que puede esperarse de individuos y grupos hacia las generaciones presentes y futuras?

Tal reflexión ética convoca a un intercambio libre y abierto de experiencias e ideas entre científicos, autoridades y representantes de la sociedad civil en toda su diversidad. Juntos, pueden identificar los temas de discusión, establecer los puntos de referencia y proponer una gama de opciones para el futuro. La hipermetropía puede reemplazar a la forma de acción miope. La solución, una vez más, recae en la democracia. La clave es la libertad. Es contar y no sólo ser contado: tomar parte en la toma de decisiones, más que en acatar pasivamente las decisiones que vienen de arriba. La democracia es el único marco conceptual para superar la secular y contraproducente polarización del debate sobre ciencia y sociedad. Una polarización de opuestos aparentemente irreconciliables. Hechos contra valores. Verdad contra ética. Conocimiento contra sentimiento. Ciencia contra religión. Poder contra libertad creativa. Debemos atrevernos a saber y a saber atrevernos.

La democracia de votaciones ficticias, el referendo de "sí o no", no son la forma de proceder en asuntos tan fundamentales y complejos. Uno de los debates más cruciales sobre la necesidad de resguardos éticos con respecto al progreso científico se encuentra hoy en el campo de la genética. Durante más de cuatro años, el Comité Internacional de Bioética de la UNESCO ha explorado este cuestionamiento bajo el muy capaz liderazgo de la Sra. Noëlle Lenoir (ver "Diálogos" No. 1), miembro del Consejo Constitucional Francés. Escuchó el más amplio espectro posible de opiniones, sostuvo debates públicos, y —énfasis esto— aseguró que se registraran opiniones de todas partes del mundo, reflejando una gran diversidad de culturas y tradiciones espirituales. Luego, el pasado noviembre, la Conferencia General de la UNESCO adoptó una Declaración Universal sobre el Genoma y los Derechos Humanos.

Esta Declaración proporciona un conjunto consistente e íntegro de principios éticos para conducir la investigación y las aplicaciones de los hallazgos en biología y medicina. Como probablemente saben, sus disposiciones rechazan la clonación reproductiva humana. Este tema crea una gran controversia aquí y en dondequiera. Me gustaría destacar un punto que me parece crucial para el caso. Una ética de respeto para cada individuo excluye la clonación, ya que ésta le da a una persona el poder de determinar la identidad —la individualidad— de otra. La Declaración sobre el Genoma Humano fue adoptada por los 186 Estados Miembros de la UNESCO. Queda ahora en manos de cada Estado soberano traducir sus preceptos en políticas, leyes y reglamentos nacionales. Una posición global sobre la ética de una aplicación científica es altamente deseable, ya que permite una aplicación nacional bien orientada.

Ahora se han establecido comités de ética como parte permanente del escenario de estas áreas delicadas. También hay una conciencia creciente de las cualidades inherentes a la ciencia; no plantea simples certidumbres, se reta constantemente a sí misma. El principio de incertidumbre descansa en el corazón de los descubrimientos científicos, está también en las raíces de la libertad de la investigación científica y, por tanto, de su creatividad. Es en este balance entre la duda y la certidumbre que la ética del rigor científico juega su papel.

La UNESCO cuenta con esta particular actitud de los científicos —siempre de búsqueda, de autocrítica, capaz de escuchar y entregarse al trabajo en equipo—, para su siguiente iniciativa en el ámbito de la responsabilidad social y ética de la ciencia. La Comisión Mundial para la Ética del Conocimiento Científico y la Tecnología, que propuse en la última sesión de la Conferencia General de la UNESCO, está por iniciar sus actividades. He nombrado como Presidenta de esta Comisión a la Sra. Vigdis Finnbogadóttir, ex Presidenta de Islandia.

Será tarea de la Comisión Mundial, como foro de reflexión, formular principios que abastezcan a las autoridades, en ámbitos delicados, de criterios de selección distintos a los puramente económicos. La Comisión Mundial será un foro intelectual para el intercambio de ideas y experiencias. Buscará detectar los primeros signos de situaciones de riesgo y advertir a quienes toman las decisiones; por esta razón, pedirá a los mejores especialistas del mundo que participen. También promoverá el diálogo entre los científicos, las autoridades y el público. Esta clase de *ágora* tiende puentes hacia la hiperespecialización y alienta a los científicos a examinar cada campo juntos. Los primeros temas en la agenda de la Comisión son la ética de la energía, la ética del uso de las fuentes de agua dulce, y la ética de la sociedad de la información.

Tales iniciativas dejarían de tener significado si no persiguiéramos otra meta vital: la popularización universal de la ciencia. Un mejor entendimiento de la ciencia y la tecnología es importante para cualquiera que viva en una sociedad de orientación científica y tecnológica. Entre más conocedores son los ciudadanos, más activos pueden ser en la sociedad cada vez más sofisticada en que viven. Escribiendo en 1782, el político norteamericano James Madison dijo: *"El conocimiento gobernará siempre a la ignorancia, y una gente que tiene la intención de ser su propio gobernante, debe armarse con el poder que el conocimiento trae consigo"*. Eso sigue siendo cierto en el mundo de hoy, en el que, en apariencia, tenemos una información ilimitada; aunque, paradójicamente, en esta llamada "sociedad del conocimiento", no tengamos suficiente conocimiento.

Acaba de aparecer el Tercer Reporte Mundial de la Ciencia de la UNESCO. Fue dado a conocer hoy, en la Academia Nacional de las Ciencias. En cualquier sociedad democrática, los ciudadanos tienen el derecho de influir en las decisiones que se toman en una amplia variedad de temas sobre los que tienen un interés. Si el público en general va a tener voz en la toma de decisiones científicas, entonces, debería conocer un poco más acerca de la ciencia cuyo futuro va a ayudar a decidir. En otras palabras, un público alfabetizado en ciencia es un público facultado. No hay ética sin memoria, sin una visión global y prospectiva. Los científicos deben ayudar a la gente —en particular a los jóvenes— a estar enterados de lo que tienen y a disfrutarlo. Mucho se ha escrito —y en verdad se ha cumplido— acerca de la alfabetización científica.

La Asociación Norteamericana para el Avance de la Ciencia, su organización, es un ejemplo notable para todos nosotros. A través de sus 150 años de existencia, la AAAS ha tenido como una de sus metas principales el incrementar en el público el entendimiento y la apreciación de la ciencia. Ha brindado un destacado servicio —dentro de los Estados Unidos y en un círculo más amplio— al acercar la ciencia y los resultados de la aventura científica al público en general. 1848 es una fecha que evoca mucho: la primavera de la gente, los experimentos en la democracia, la afirmación de la identidad cultural y la abolición de la esclavitud en Francia. La ciencia y los científicos, como Arago, tomaron el liderazgo. Aquí, en los Estados Unidos de América de Norteamérica, la comunidad científica se unió con otros como Emerson y Thoreau para exigir el fin de la esclavitud. De hecho, al calor de su Guerra Civil, Abraham Lincoln estableció la Academia Nacional de las Ciencias y proclamó la emancipación de los esclavos y la creación de un sistema federalmente sostenido de universidades públicas, estatales, dedicadas a la diseminación del conocimiento. La fecha fue 1862.

Un público de ciudadanos informados y activos puede ser una gran ventaja, tanto para la comunidad científica como para la sociedad en su conjunto. La ignorancia puede conducir al miedo, con el riesgo de una reacción negativa hacia la ciencia.

Damas y caballeros:

Dije al principio que el mundo necesita la ciencia. Y la ciencia necesita de un mayor apoyo —en particular, de las administraciones nacionales—, para que los científicos podamos honrar nuestros compromisos. ¿Pero los honramos? La mayor de mis nietas, muy interesada en las cuestiones ambientales, me preguntó una vez: “¿Por qué no estamos cumpliendo las promesas solemnes que hicimos en la Cumbre de la Tierra?” Los gobier-

nos deben reconsiderar la orientación de su apoyo a la ciencia, ya que el balance está cambiando entre la investigación fundamental de más largo plazo, y las actividades estratégicas y de más corto plazo, favorecidas por el sector industrial. Al mismo tiempo, hay una demanda general de que la ciencia responda mejor a las necesidades y expectativas de la sociedad.

Es, en síntesis, el momento para establecer un nuevo contrato social entre la ciencia y la sociedad, un contrato que asegure que el conocimiento científico sea usado para el manejo de la información y las decisiones de la política, que la ciencia se dirija mejor a los problemas básicos del siguiente siglo —salud, agua, transporte urbano, etc.—, y que proporcione las bases para un desarrollo socialmente equitativo y sostenible. La UNESCO está organizando, en colaboración con el Consejo Internacional de Uniones Científicas (ICSU), una Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI, que se llevará a cabo en Budapest en junio del próximo año. Será un foro en el que científicos, autoridades y otros actores puedan hablar sobre los temas más importantes sobre la interrelación entre la ciencia y la sociedad, y negociar este nuevo contrato social. Nada menos que un renovado compromiso *hacia la ciencia y por la ciencia*.

El compromiso es una moneda de dos caras. La ciencia busca el compromiso de los políticos para que inviertan y apoyen. La sociedad requiere un compromiso de la comunidad científica hacia la satisfacción de sus necesidades y expectativas. Las misiones de la ciencia misma no han cambiado, pero sí, de forma radical, las necesidades de la sociedad en los años recientes. La ciencia del Siglo XXI necesitará confrontar problemas complejos de escala verdaderamente global. Tendrá que ser de enfoque interdisciplinario, no sólo de las ciencias naturales, sino también de

las ciencias sociales y las humanidades, como dije antes. Necesitará la cooperación internacional para satisfacer los requerimientos de investigación y de preparación del mañana. Y necesitará científicos que combinen su tradición de racionalidad exploratoria y descuidada, con una nueva racionalidad de responsabilidad hacia otros.

Confío en que la Conferencia Mundial probará ser un evento parteaguas, redefiniendo la relación entre los que desarrollan la ciencia y los que tienen el poder político. Tal intento de acercar este renacimiento de la ciencia demanda la mayor creatividad posible de parte de todos los involucrados. La AAAS puede desempeñar un papel muy importante, particularmente en el seguimiento, desplegándose a todo el mundo. Ustedes están en la vanguardia. Nuestra ambición es hacer de la UNESCO un espacio global para la interacción científica y la colaboración. Los invito a unirse en esta aventura. Ciencia significa consulta libre. Ciencia significa libertad intelectual y la solidaridad moral de la humanidad. Pero ciencia también significa trasponer los límites de nuestras especialidades y superar los retos educacionales, culturales y de comunicaciones que marcan nuestro tiempo.

Las prioridades de la UNESCO, los logros de la UNESCO y las funciones catalizadoras de la UNESCO, tienen el propósito de crear la paz y la seguridad enseñando y aprendiendo, compartiendo y cuidando. La ciencia es esencial para la educación de todos a lo largo de la vida. La ciencia es básica para la preservación y la diversidad culturales. La ciencia es fundamental para el libre flujo de la información, la ética – y el potencial – de la Internet. La ciencia es indispensable para crear los lazos entre las generaciones presentes y las que están por venir. La Cultura de Paz es el rigor de la ciencia y la fuerza de nuestro compromiso de idear nuevas maneras de promover la democracia, la libertad y la tolerancia en todo el mundo. En todo esto, la UNESCO está construyendo los puentes. Pedimos a la comunidad científica norteamericana y sus amigos y aliados en la vida intelectual, política y cultural, que se unan a nosotros.

En conclusión, permítanme decir que este nuevo contrato puede contribuir a una democracia floreciente, la democracia del Siglo XXI: una democracia donde los científicos se pregunten “¿por qué?” y “¿para qué?”, y, claro está, “¿por qué no?”, no sólo con respecto al mundo natural, sino también con respecto a sus comunidades. Ellos desempeñarán un papel central en la transición de una cultura de guerra y conflicto a una cultura de no violencia y de paz.

¿Deberían los científicos estar preocupados por los asuntos éticos y el impacto social de su trabajo? ¿Deberían aceptar la responsabilidad por las consecuencias humanas y ambientales de la investigación científica? Esas preguntas no surgieron en el pasado distante, porque difícilmente había tales consecuencias. En aquellos días, la ciencia no tenía el papel en la vida cotidiana de la gente o –con unas cuantas excepciones, tales como Arquímedes y Leonardo da Vinci– en la seguridad de los Estados. La ciencia era, en gran medida, la búsqueda de caballeros ociosos. Coleccionarían plantas o fósiles; contemplarían el cielo y notarían eventos inusuales. Entonces no había Internet, así que comunicaban sus observaciones a otros caballeros con pasatiempos similares en reuniones de carácter social, una especie de entretenimiento de salón. El impulso para tales búsquedas era una clara curiosidad –la misma que impulsa a los científicos de hoy– sin aspiraciones prácticas declaradas.

Al paso del tiempo, la ciencia empezó a ser tomada como una profesión de tiempo completo; se establecieron sociedades ilustradas y academias de ciencia, con membresías altamente exclusivas, y esto amplió más aún la desvinculación de los científicos y la sociedad. Cuando la Real Sociedad –que es ahora la Academia Nacional de Ciencias del Reino Unido– fue formada hace 340 años, uno de sus fundadores, el famoso físico Robert Hooke, estipuló que la Sociedad “no debería entremeterse en la Divinidad, la Metafísica, la Moral, la Política, la Gramática, la Retórica o la Lógica”. Esta clasificación bastante extraña de temas prohibidos no figura en los estatutos de la Real Sociedad, pero el espíritu de exclusividad sigue ahí, en la elección para la confraternidad. En la lista de objetivos de la Real Sociedad, el primer tema es “Reconocer la excelencia en la ciencia y su aplicación, a través de la elección para la Confraternidad...” El procedimiento para la elección de los miembros es todavía una de las principales preocupaciones de las academias.

La separación de los científicos de los asuntos humanos generales los llevó a construir una torre de marfil en la que se protegieron, fingiendo que su trabajo no tenía nada que ver con el bienestar humano. La aspiración de la investigación científica –afirmaban– era entender las leyes de la naturaleza; como éstas eran inmutables e inafectadas por las

Ciencia y valores humanos*

Joseph Rotblat**



*Discurso pronunciado en la “Conferencia Mundial sobre Ciencia: Ciencia para el Siglo XXI, Un Nuevo Compromiso”, celebrada en Budapest, Hungría, del 26 de junio al 1º de julio de 1999. Tomado de: “World Conference on Science: Science for the Twenty-First Century, A New Commitment”, UNESCO-ICSU, 1999, págs. 45-49.

**Ex Presidente de las Conferencias sobre Ciencia y Asuntos Mundiales de Pugwash, Londres, Reino Unido.

reacciones y las emociones humanas, estas reacciones y emociones no tenían cabida en el estudio de la naturaleza.

Surgiendo de esta exclusividad, los científicos evolucionaron ciertos preceptos acerca de la ciencia para justificar la separación de la realidad. Estos preceptos incluían: "ciencia por su propio bien"; "la pesquisa científica no puede conocer límites"; "la ciencia es racional y objetiva"; "la ciencia es neutral"; "la ciencia no tiene nada que hacer con la política"; "los científicos son sólo trabajadores técnicos"; "la ciencia no puede ser culpada por su mala aplicación". John Ziman, en una ponencia sobre los principios básicos de la responsabilidad social de los científicos (en un proyecto conjunto Pugwash-UNESCO, en 1982) analizó cada uno de estos postulados y los encontró a todos deficientes en el contexto actual.

La mentalidad de la "torre de marfil" fue quizá sostenible en el pasado, cuando un hallazgo científico y su aplicación estaban bien separados en el tiempo —el intervalo entre un descubrimiento académico y su aplicación técnica podía ser del orden de décadas— e implementados por diferentes grupos de científicos e ingenieros. La investigación pura era llevada a cabo en instituciones académicas, principalmente en universidades, y los científicos empleados allí usualmente poseían bienes; no se esperaba que estuvieran preocupados por hacer dinero con su trabajo. La obtención de patentes ocurría muy poco frecuentemente y eran, generalmente, desaprobadas. Esto permitía a los científicos académicos autoabsolverse de la responsabilidad por los efectos que sus descubrimientos pudieran tener sobre otros grupos en la sociedad.

Por otro lado, los científicos y técnicos que trabajaban en las aplicaciones de la ciencia estaban empleados principalmente por compañías industriales cuyo interés rector era el beneficio financiero. Las cuestiones éticas acerca de las consecuencias de la investigación aplicada eran raramente promovidas por los patrones y los empleados se mostraban desanimados de involucrarse en estos asuntos. Todo esto ha cambiado. La imagen que les he presentado es tan diferente de las prácticas actuales en la ciencia, que bien pudiéramos hablar de estar en una empresa diferente.

Los tremendos avances en la ciencia pura, particularmente en la Física durante la primera parte del Siglo XX, y en Biología durante la segunda mitad, han cambiado completamente la relación entre la ciencia y la sociedad. La ciencia se ha vuelto un elemento dominante en nuestras vidas. Ha traído grandes mejoras en la calidad de vida, pero también grandes riesgos: la contaminación del ambiente, el derroche de los recursos vitales, el incremento en las enfermedades transmisibles y, sobre todo, la amenaza de la propia existencia de las especies humanas sobre este planeta, a través del desarrollo de armas de destrucción en masa.

El papel, cada vez más importante, de la ciencia en la vida de la comunidad, causado por los grandes descubrimientos científicos, ha resultado, a su vez, en un inmenso crecimiento en la magnitud del esfuerzo; un proceso de retroalimentación positiva, en el que el éxito alimenta el éxito subsecuente. Así, vimos un crecimiento exponencial en el número de científicos y técnicos; en el número de publicaciones; en el número y tamaño de los congresos científicos. Paralelamente, ha habido un cambio radical en la metodología de la investigación científica, su campo, sus herramientas, su propia naturaleza. Podemos hablar verdaderamente de una revolución científica.

No todo el éxito fue propicio. Por ejemplo, el resultado del Proyecto Manhattan durante la Segunda Guerra Mundial, demostró claramente a los líderes militares la gran importancia de la ciencia, particularmente la Física; se volvieron ansiosos de proporcionar apoyo financiero para cualquier proyecto, incluso si estaban alejados de las aplicaciones militares. No se requería de una revisión por pares que determinara el valor científico de estos proyectos, lo cual dio como resultado el desperdicio de mucho dinero. La industria, con sus estrechas conexiones con el aparato militar, también promovió crecientemente los proyectos de investigación.

Los gobiernos, siempre a la búsqueda de formas de reducir el gasto, fueron los únicos demasiado ansiosos de descargar sobre la industria el peso de la investigación científica. Gradualmente, esto resultó en un giro definido en la forma en que la investigación científica era apoyada. Se dijo a las universidades que tenían que buscar el apoyo financiero de la industria, claro está que su investigación debía ser financieramente autosostenible. En algunas disciplinas, tales como la Biología Molecular y la Ingeniería Genética, mucha de la investigación está siendo financiada por la industria, principalmente la industria farmacéutica, y el propósito principal es asegurar las patentes de los descubrimientos. El beneficio financiero, más que el progreso intelectual, parece convertirse en una motivación mayor para la investigación.

Un importante producto del cambio de énfasis en la investigación científica es el estrechamiento de la brecha entre la ciencia pura y la aplicada. En muchas áreas, esta distinción se ha vuelto muy difícil de

distinguir. Lo que hoy es investigación pura puede encontrar mañana una aplicación y ser incorporada a la vida cotidiana del ciudadano la próxima semana (o antes, si tiene valor militar). Los científicos no pueden sostener ya que su trabajo no tiene nada qué ver con el bienestar del individuo o con las políticas del Estado.

Los científicos no pueden hacer tales declaraciones, pero muchos lo hacen. Sorprendentemente, muchos científicos aún se aferran a la mentalidad de la torre de marfil, todavía abogan por una política de "laissez-faire" para la ciencia. Su lógica descansa, principalmente, en la distinción entre la ciencia pura y la aplicada. Es la aplicación de la ciencia lo que puede ser dañino, sostienen. En tanto la ciencia pura esté involucrada, la única obligación de los científicos es dar a conocer al público los resultados de la investigación. Lo que el público haga con ellos es su problema, no de los científicos.

Como ya se mostró, la distinción entre la ciencia pura y la aplicada es, en gran medida, inexistente. Y la actitud amoral adoptada por esos científicos es inaceptable. Es —en mi opinión— una actitud inmoral, porque evade la responsabilidad personal por las posibles consecuencias de las acciones de uno.

Vivimos en una comunidad mundial con una interdependencia cada vez mayor, una interdependencia debida, en gran medida, al avance técnico proveniente de la investigación científica. Una comunidad interdependiente ofrece grandes beneficios a sus miembros, pero por la misma prenda les impone la responsabilidad. Cada ciudadano tiene que ser responsable de sus hechos; todos tenemos una responsabilidad para con la sociedad.

Esta responsabilidad recae con un peso particular sobre los científicos, por la misma razón arriba establecida: el papel dominante desempeñado por la ciencia en la moderna sociedad. Michael Atiyah, ex Presidente de la Real Sociedad y actual Presidente de Pugwash, con nuevos informes, desarrolló las razones de la responsabilidad especial de los científicos. En su Conferencia sobre Schrödinger, en 1997, dijo: "Los científicos entenderán los problemas técnicos mejor que los políticos o ciudadanos promedio, y el conocimiento trae la responsabilidad".

Tanto en esa Conferencia como en su discurso presidencial en la Real Sociedad, Sir Michael subrayó la necesidad de que los científicos se responsabilicen de su trabajo, por una razón más: las consecuencias para la ciencia de tener una mala imagen pública. El público no sostiene a los científicos responsables de los peligros que surgen del avance científico: las armas nucleares son una amenaza y el público culpa directamente a los científicos; la clonación humana es desdgradable y vista por el público como inmoral, y la ciencia es castigada por los pocos científicos que quieren buscarla. El público en general, a través de sus gobiernos elegidos, tiene los medios para controlar la ciencia, ya sea reduciendo la bolsa o imponiendo regulaciones restrictivas dañinas para la ciencia. Claramente, es mucho mejor que cualquier control sea ejercido por los propios científicos.

Es más importante que la ciencia mejore su imagen pública, que gane de nuevo el respeto de la comunidad por su integridad, y reestablezca la verdad en sus pronunciamientos. Los científicos deben demostrar con su conducta que es posible combinar la creatividad con la compasión: dejar que la imaginación vague apreciando a sus semejantes, aventurándose en lo desconocido y, sin embargo, ser totalmente responsable de sus hechos.

Espero que esta Conferencia Mundial sobre la Ciencia convenza, finalmente, a la comunidad científica que la ciencia moderna debe tomar en cuenta los valores humanos. Al adoptar la Declaración Sobre la Ciencia y el docu-

mento Agenda de la Ciencia: Una Forma para la Acción, los participantes de esta Conferencia se comprometen a responsabilizarse de los asuntos éticos que surjan de la búsqueda de la ciencia.

El cumplimiento de este compromiso exige que se tomen ciertas medidas. Me gustaría hacer algunas sugerencias de medidas concretas, pero, primero, una recapitulación del propósito de la ciencia. Mientras el propósito principal es, simplemente, empujar las fronteras del conocimiento, esta búsqueda debería contener un elemento de utilidad, es decir, benéfico para la comunidad humana. Al respecto, encuentro una declaración hecha hace casi 400 años por Francis Bacon totalmente aplicable al tiempo presente: "Dirigiría una admonición original a todos: que consideren cuáles son las conclusiones del conocimiento, y que las busquen no para el placer de la mente o para la disputa... sino para el beneficio y uso de la vida... que puedan ofrecer ayudas para el hombre, y una línea de inventos que puedan someter y superar, en algún grado, las necesidades y miserias de la humanidad". Para actualizar el concepto, yo agregaría "...y para prevenir los peligros para la humanidad".

Estos deseos deberían ser expresados en un código ético de conducta para los científicos, y formulada en alguna especie de Juramento Hipocrático. Durante casi dos y medio milenios ha existido un código ético de conducta para los practicantes de la medicina. En aquellos días —y aún hoy—, la vida de un paciente estaba, literalmente, en las manos del doctor, y era esencial asegurarse de que el médico esgrimiera su poder responsablemente, con el cuidado de los pacientes como su más destacado deber. De ahí el Juramento Hipocrático que los doctores hacen cuando se gradúan.

En nuestros días, puede decirse que los científicos han adquirido un papel similar en relación con la humanidad. Así, ha llegado el momento de que los científicos hagan alguna clase de juramento, o promesa, cuando reciben su grado en ciencia. Por lo menos, tendría un importante valor simbólico, pero también pudiera generar una simple conciencia y estimular el pensamiento sobre los temas más amplios entre los jóvenes científicos.

Varias formulaciones de juramentos, para ajustarse a condiciones específicas, han sido sugeridas y presentadas por algunas profesiones. Una formulación ajustable para los jóvenes científicos, que sería tomada al graduarse, ha sido adoptada por el Grupo Estudiantil Pugwash en los Estados Unidos. Esta promesa, hecha ya por miles de jóvenes científicos en varios países, dice: "Prometo trabajar por un mundo mejor, donde la ciencia y la tecnología sean usadas en formas socialmente responsables. No utilizaré mi educación para ningún propósito que intente dañar a los seres humanos o al ambiente. En toda mi carrera, consideraré las implicaciones éticas de mi trabajo antes de llevarlo a cabo. Aunque las demandas colocadas sobre mí puedan ser grandes, firmo esta declaración porque reconozco que la responsabilidad individual es el primer paso en el camino de la paz".

Debe destacarse que el Juramento se refiere al daño al ambiente, tanto como a los seres humanos, que pueda resultar de la ciencia y la tecnología. Debería pedirse a las universidades que adoptaran la práctica de que los graduados prestaran el Juramento en las ceremonias de graduación. Una condición previa para esto debería ser la introducción a la currícula universitaria, de un curso de lecturas sobre los aspectos éticos de la ciencia.

Aunque es muy importante que los recién ingresados a una carrera científica se vuelvan conocedores de sus responsabilidades sociales, también es importante que los científicos experimentados reconozcan su propio conocimiento de tales responsabilidades. Para este propósito, sugiero que la Academia Nacional de las Ciencias (o los organismos correspondientes en países donde no hay academias) debería incluir asuntos éticos en sus términos de referencia. Los estatutos de algunas academias ya contienen cláusulas que les permiten interesarse en el impacto social de la investigación científica. Pero me gustaría ver que esas cláusulas fueran obligatorias; deberían ser declaraciones explícitas de que los asuntos éticos son una parte integral del trabajo de los científicos.

Como continuación de este compromiso general, sugiero una tarea específica para las academias: el establecimiento de comités éticos — otra práctica prestada de la medicina—. En muchos países, un proyecto de investigación que incluye pacientes tiene que ser aprobado por el comité ético del hospital, para asegurar que la investigación no ponga en riesgo significativo la salud y el bienestar del paciente. Esta práctica debería extenderse al trabajo de investigación en general, pero, quizá, en primera instancia, a la ingeniería genética, un área de investigación que tiene un impacto directo sobre la salud de la población.

Sugiero que los comités éticos, compuestos por eminentes científicos de distintas disciplinas, debieran tomar en sus manos la tarea de examinar los efectos potencialmente dañinos, a largo plazo, de los

proyectos de investigación propuestos. Tales proyectos tienen que ser revisados, normalmente, por otras razones —por mérito científico, por justificación presupuestal, por compatibilidad con otros proyectos, etc.—. A éstas, yo añadiría las consideraciones éticas y las posibles aplicaciones dañinas. La evaluación para esto podría llevarse a cabo en paralelo con otras evaluaciones y no provocaría, por lo tanto, una demora significativa. Los comités éticos deberían trabajar bajo los auspicios de la academia nacional de ciencias del país, pero sería esencial que los criterios usados en la evaluación de proyectos fueran aprobados internacionalmente, de tal manera que los mismos estándares se aplicaran en todas partes. El Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU) parece ser la organización apropiada para coordinar la tarea. En algunos países el veto ético ya se lleva a cabo por parte de organismos formales o informales, pero es necesaria la aceptación general y un mecanismo de implementación, y es aquí donde podría entrar el ICSU.

En cuanto a las organizaciones de científicos, yo mencionaría que existe también un papel importante para organizaciones totalmente independientes, específicamente preocupadas por los aspectos éticos que surgen de la investigación científica y sus aplicaciones. Existe un gran número de tales organizaciones de científicos. Entre las que me son familiares, mencionaría la Federación de Científicos Norteamericanos; el Foro sobre Física y Sociedad de la Sociedad Física Norteamericana; la Unión de Científicos Comprometidos; Científicos para la Responsabilidad Global, y —sobre todo— las Conferencias Pugwash sobre Ciencia y las Ferias Mundiales, a las cuales ya he aludido varias veces. Las organizaciones no gubernamentales (ONG's) pueden hacerse cargo de la tarea en la que las academias de ciencia pudieran encontrar inconveniente involucrarse, en razón de sus términos restrictivos de referencia; en algunos países, las academias son oficial o indirectamente órganos de las dependencias de gobierno.

Ya he mencionado un aspecto negativo de la tendencia actual de la investigación científica, es decir, que se está volviendo motivada por la ganancia financiera. Frecuentemente, esto es perjudicial para uno de los principales postulados de la investigación científica: que los resultados de la investigación están disponibles para todos. Los promotores financieros de los proyectos de investigación tienden a impedir la publicación de los hallazgos, sea prohibiéndola o demorándola considerablemente. La práctica continua de patentar los descubrimientos científicos va contra un principio básico de la ciencia; también afecta la búsqueda de la ciencia por un pago exigente para el uso de materiales esenciales, o la tecnología cubierta por los derechos de patente. Para superar estas desigualdades, debería iniciarse una acción, por ejemplo, prohibiendo el otorgamiento de patentes para ciertos resultados de la investigación científica, particularmente sobre materiales básicos, tales como los genes. Una solución radical sería comprar la parte de las patentes sobre descubrimientos que, directa o indirectamente, afectan la salud humana.

El secreto en la investigación científica, para el beneficio financiero de una compañía comercial, es sólo un aspecto de un problema multifacético. Otro es el secreto impuesto por los propios científicos, en la búsqueda del Premio Nobel, por ejemplo, para salvaguardar sus ideas y técnicas contra el robo por parte de otros científicos. Esto también puede causar un retraso en la publicación de resultados y, así, ser un impedimento para el progreso científico. Es una cuestión ética que los científicos tienen que atajar, entre otras prácticas indeseables, tales como anunciar resultados a los medios antes de su presentación para la revisión por pares, o la publicación de investigaciones fraudulentas.

Sin embargo, el peor aspecto del secreto es el impuesto por los gobiernos en los laboratorios de investigación nacional, tales como Los Álamos o Livermore, en los Estados Unidos; el Chelyabinsk o Arzamas, en Rusia; Aldermaston, en el Reino Unido, etc. Muchos miles de científicos están empleados ahí, realizando investigación pura y aplicada, para propósitos específicos, propósitos que yo veo como la negociación de la práctica científica: el desarrollo de una nueva arma de destrucción masiva o el mejoramiento de las existentes. Entre estos miles, puede haber algunos científicos que estén motivados por consideraciones de seguridad nacional. La gran mayoría, sin embargo, no tiene mucha motivación; en el pasado, fueron atraídos hacia este trabajo por el canto de la sirena del rápido avance y la oportunidad ilimitada (de acuerdo con Herbert York, el primer director del Laboratorio Livermore). Theodore Taylor, uno de los diseñadores en jefe de la bomba atómica en Los Álamos, dijo: "El factor más estimulante de todos fue, simplemente, el intenso regocijo que todo científico e ingeniero experimenta cuando él o ella tiene la libertad de explorar conceptos técnicos completamente nuevos y hacerlos realidad luego". Lo que está sucediendo en estos laboratorios no es sólo un terrible desperdicio de esfuerzo científico, sino una perversión del noble llamado de la ciencia. Eso no debería tolerarse.

El laureado con el Nobel, Hans Bethe, uno de los más experimentados físicos vivos y alguna vez líder del Proyecto Manhattan, dijo: "Hoy estamos en una era de desarme y desmantelamiento de las armas nucleares. Pero en algunos países, el desarrollo de armas nucleares aún continúa. Si las diversas naciones del mundo podrán ponerse de acuerdo para detener esto y cuándo lo harán, es incierto. Pero los científicos individuales pueden aún influir este proceso conteniendo sus habilidades. En efecto, hago un llamado a todos los científicos de todos los países a detenerse y desistir de la tarea de crear, desarrollar, mejorar y fabricar más armas nucleares, y, en cuanto a eso, otras armas de destrucción masiva potencial, tales como las armas químicas y biológicas".

Me gustaría ver un respaldo de parte de la comunidad científica a este llamado. Iré más allá y sugeriré que la comunidad científica debe demandar la eliminación de las armas nucleares y, en primera

instancia, exigir a las potencias nucleares que abandonen la política de la disuasión, una excusa para mantener los arsenales nucleares indefinidamente y, en esencia, buscar mantener la paz mediante un balance de terror.

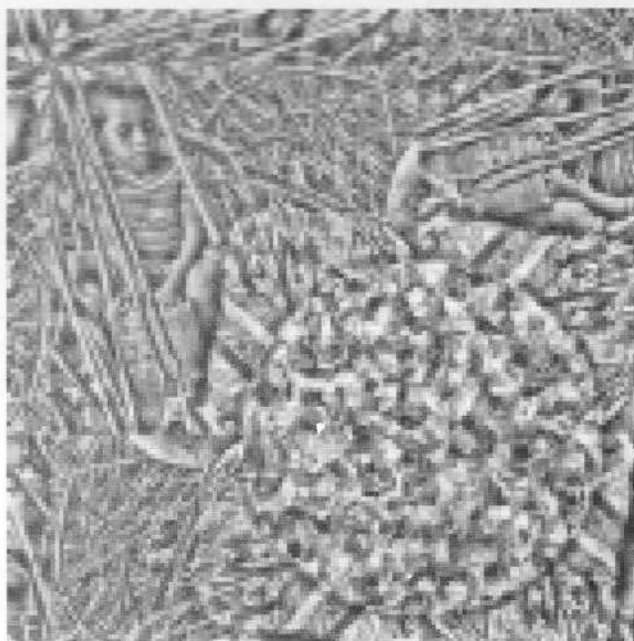
Soy sabedor de que al hacer estas sugerencias estoy entrando al dominio de la controversia política, pero lo estoy haciendo sin contricción. Estamos reunidos aquí bajo los auspicios de la UNESCO, que tiene un claro mandato de abolir la cultura de la violencia que caracterizó al Siglo XX, y anunciar una cultura de paz en el nuevo milenio. ¿Pero cómo podemos hablar de una cultura de paz, si esa paz es predicada sobre la existencia de armas de destrucción masiva? ¿Cómo podemos persuadir a la joven generación de que debería dejar a un lado la cultura de la violencia, cuando se sabe que estamos confiando la paz en un balance de terror?

Déjenme, en conclusión, recordarles que el tema de mi discurso fue la ciencia y los valores humanos. Los valores básicos humanos son la vida misma; el más importante de los valores humanos es el derecho de vivir. Es obligación de los científicos ver que, a través de su trabajo, la vida no será puesta en peligro, sino que se hará segura y que se mejorará su calidad.



¿Por qué los científicos debemos volvernos más éticamente sensibles de lo que solíamos ser?*

John Ziman**



*Traducido y reproducido con autorización de SCIENCE MAGAZINE online, de Essays on Science and Society, Volumen 282, Número 5395, 4 de diciembre de 1998, pp. 1813-1814, con autorización de la American Association for the Advancement of Science. La traducción no fue realizada ni su precisión está garantizada por el equipo de SCIENCE; fue hecha por DIÁLOGOS. En casos cruciales, consulte la versión originalmente impresa en inglés en SCIENCE.

**John Ziman fue educado en Nueva Zelanda, estudió en Oxford, y dictó conferencias en Cambridge, antes de convertirse en profesor de Física Teórica de la Universidad de Bristol en 1964. Fue presidente del Consejo para la Ciencia y la Sociedad, de 1976 a 1990, y ha escrito extensamente sobre varios aspectos de las relaciones sociales de la ciencia y la tecnología.

Hace 50 años, cuando me inicié en la ciencia, raramente hablábamos acerca de cuestiones éticas. No quiero decir que no hubiera tales temas, o que los científicos no fueran éticos, individualmente o en grupos no oficiales, al hablar y actuar acerca de ellos. Pero la ética, como tal, no figuraba regularmente en el discurso público acerca de la ciencia, dentro o más allá del mundo científico.

Y, sin embargo, en nuestros días, la ética de la ciencia no sólo ocupa espacio en los periódicos y suplementos dominicales. También energiza los libros escolares, las revistas, las conferencias y la currícula. Habiendo pasado la mayor parte de mi vida urgiendo a mis colegas a ser más "socialmente responsables", no soy infeliz por esto. ¿Pero cómo se dio este abrupto cambio de actitud? ¿Por qué los científicos esperamos ahora ser mucho más éticamente sensibles de lo que solíamos ser?

Algunos verían esto simplemente como una consecuencia natural de la creciente influencia de la ciencia en la sociedad, magnificada, quizá, por el frenesí de los medios. Otros lo ven como el último frente de batalla en la permanente "guerra de las ciencias". Pero yo voy más allá y lo interpreto como sintomático de la transformación de la ciencia en un nuevo tipo de institución social. A medida que sus productos se vuelven más firmemente entrelazados en el tejido social, los científicos están teniendo que desempeñar nuevos papeles, en los que las consideraciones éticas no pueden ser ya echadas a un lado.

Hace 50 años, el mundo de la ciencia estaba dividido en dos tipos de instituciones: En las universidades y en muchas organizaciones de investigación de financiamiento público, la gente practicó la "ciencia académica"; en los laboratorios de investigación y desarrollo industriales y gubernamentales, se practicó la "ciencia industrial". Fueron dos distintas culturas, estrechamente vinculadas en muchas maneras, pero tratando con cuestiones éticas totalmente diferentes.***

La ciencia académica era intensamente individualista. La gente poseía nombramientos personales, ganados por la publicación de sus contribuciones al conocimiento. Las universidades e institutos de investigación tenían poca influencia directa sobre

su trabajo. Los empleados académicos decidieron por ellos mismos qué investigarían y cómo lo harían. La única limitante –inmensamente poderosa en la práctica– era que los resultados de su investigación fueran estrechamente escudriñados por otros miembros de una de las innumerables comunidades de investigación especializadas que conforman el mundo científico.

Los científicos académicos pertenecían a una red institucional mundial. La producción de conocimiento público confiable estaba tan difusamente organizada, que casi parecía el sueño de un anarquista: una república activa, ordenada, de ciudadanos nacidos libres sin un gobierno central. Funcionaba a través de un número de prácticas bien establecidas, tales como la revisión por pares, respeto a la prioridad del descubrimiento, cita comprensible de la literatura, preferencia meritocrática sobre las bases del desempeño de la investigación, etc. Aunque estas prácticas nunca fueron formalmente codificadas o sistemáticamente reforzadas, se engranaron suavemente entre ellas. En 1942, Robert Merton argumentó que esto era debido a que satisfacían un juego de «normas» que, unidas, constituyen un «ethos» para la ciencia. El análisis de Merton estaba altamente idealizado, y es rechazado por la mayoría de los sociólogos de hoy en día. No obstante, creo que aún proporciona el mejor marco teórico para el entendimiento de cómo estas prácticas interactúan para producir la clase de conocimiento que reconocemos como peculiarmente «científico».

Paradójicamente, sin embargo, este «ethos» no tenía, prácticamente, ninguna dimensión «ética». Cuando mucho, define una estructura básica para una comunidad perfectamente democrática, «comunidad de discurso» universal. Mientras esto sea un prerrequisito esencial para el debate ético, tal debate está desterrado de la ciencia académica misma por la norma de Merton de «desinterés». En busca de una completa «objetividad» –admitidamente una virtud mayor– la norma establece que todos los resultados de la investigación deberían ser conducidos, presentados y discutidos de una manera totalmente impersonal, como si fueran producidos por ángeles o androides.

Pero las cuestiones éticas siempre incluyen «intereses» humanos. La ética no es sólo una disciplina intelectual abstracta. Es acerca de los conflictos que surgen al tratar de conciliar las necesidades y valores humanos reales. El ethos oficial de la ciencia académica cierra sistemáticamente todas esas consideraciones.

En realidad, esta norma no está en contra de uno de los principales intereses humanos: la búsqueda de conocimiento. Se supone, ciertamente, que los científicos no deben estar «desinteresados» acerca de la promoción de sus propios descubrimientos o del avance del conocimiento en general. De hecho, a este interés se le da, a menudo, prioridad sobre otras preocupaciones, menos exaltadas, tales

como el bienestar de los animales experimentales, y hasta sobre intereses humanos más amplios, tales como las consecuencias de largo plazo, de publicaciones que pudieran ser utilizadas para el mal.

El punto importante es que este principio "no ético" no es sólo un módulo obsoleto que puede ser desinstalado con un teclazo. Es una parte integral de una forma cultural compleja. Las normas de Merton se combinan de varias maneras para motivar y licenciar una amplia gama de prácticas y procesos. No hay espacio entre ellas para ningún otro valor o virtud que no sea la supuestamente objetiva y desinteresada verdad. Por supuesto, los científicos académicos han incorporado siempre consideraciones éticas a su trabajo científico. Pero han tenido que contrabandearlas de la vida privada, de la política, de la religión, o de la mera simpatía humanitaria. Y aun ahora, muchos excelentes científicos resienten instintivamente la intrusión de este elemento problemático en su ordenado, comprometido modo de vida.

Veamos ahora la ciencia industrial. Ésta tiene, esencialmente, la misma base de conocimiento que la ciencia académica, pero sociológicamente es distinta por completo. Sus principios estructurales no son normas no codificadas, ya que son explícitamente reforzadas por los cuerpos corporativos, públicos y privados, que le pagan a los científicos para que trabajen para ellos. No estoy diciendo que estos principios sean completamente opuestos al ethos académico, sino que hay, ciertamente, muchos contrastes. Uno de ellos es que los científicos industriales, en general, no "poseen" su investigación en el sentido de emprender proyectos de su propia elección, y de ser libres de publicar sus resultados enteramente bajo su propia iniciativa.

La ciencia industrial no sólo es subsidiaria de la ciencia académica. Es una cultura paralela en la que personas talentosas usan positivamente la ciencia para producir conocimiento valioso. Pero nótese, una vez más, que no hay ningún término ético en su algoritmo social. Es verdad que un grupo especializado de científicos industriales puede reunirse para formular un código profesional que cubra varios aspectos de su trabajo, y que tal código puede tener fuertes implicaciones éticas indirectas, tales como la preocupación explícita por la seguridad pública y el bienestar humano. No obstante, no es intrínseco a la cultura de la investigación, y permanece sujeto a sus obligaciones contractuales como manos y cerebros contratados.

La ciencia industrial, sin embargo —de la agricultura a la medicina mental, y de la manufactura de misiles al cuidado de los animales—, está íntimamente involucrada en los negocios de la vida cotidiana. Los valores y necesidades personales de los clientes, pacientes, y otros usuarios tienen que ser tomados en cuenta. Supuestamente, los problemas técnicos casi siempre tienen aspectos éticos. Los científicos industriales están mucho más inclinados a encontrar dilemas

éticos que sus contemporáneos académicos, y no se separan de ellos por ninguna doctrina de "objetividad".

El problema es que los científicos industriales no tienen realmente una indicación directa acerca de cómo se resuelven estos dilemas. De hecho, para la mayoría de los científicos industriales, una preocupación activa acerca de los asuntos éticos es, simplemente, buscar el problema. Mejor tratar el bienestar de su firma o nación como el bien supremo. Como los científicos académicos, ellos también se sienten emocionalmente más seguros si pueden mantener la "ética" fuera de su trabajo científico.

Por supuesto, los científicos industriales no deberían aceptar empleos con firmas o agencias gubernamentales cuyas políticas y prácticas son éticamente inaceptables. Por supuesto, deberían renunciar o, incluso, tocar un silbato de advertencia, si se les pidiera realizar un trabajo no ético. Obviamente, como otros subordinados, no pueden escapar a la culpa personal por crímenes cometidos bajo las órdenes de autoridades superiores. Pero éstos son dilemas morales que no son específicos a la ciencia o los científicos, como tales.

Esta división de la ciencia en dos distintas tradiciones culturales, localizadas en diferentes tipos de institución, es altamente esquemática. No obstante, muestra que la ciencia ha sido aislada, como un todo, de la ética por dos razones totalmente distintas. Por un lado, se supone que los científicos académicos son indiferentes a las consecuencias potenciales de su trabajo. Por el otro, los científicos industriales realizan un trabajo cuyas consecuencias son consideradas demasiado serias para ser dejadas en sus manos.

En los años recientes, sin embargo, estas dos culturas han empezado a emerger. Éste es un proceso complejo, penetrante, e irreversible, conducido por fuerzas que aún no son bien entendidas. La cultura híbrida de la investigación que ahora está surgiendo ha sido llamada por algunos especialistas "Modo 2", para diferenciarlo del más tradicional estilo del "Modo 1". Yo prefiero llamarlo "posacadémico", para mostrar que preserva hacia fuera muchas prácticas académicas y todavía está localizada parcialmente en la "academia".

Mi postura es que la ciencia posacadémica posee características que convierten en un disparate las tradicionales barreras entre la ciencia y la ética. Como hemos visto, las dos razones separadas para mantener las consideraciones éticas fuera de las dos tradiciones científicas separadas son esencialmente inconsistentes. Aplicadas simultáneamente a esta nueva cultura híbrida, no se refuerzan la una a la otra, sino que tienden a cancelarse mutuamente.

Por ejemplo, la investigación posacadémica es, usualmente, acometida como una sucesión de "proyectos", cada uno justificado en beneficio de un cuerpo de financiamiento cuyos miembros, regularmente, no son científicos. A medida que la competencia por los fondos se intensifica, las propuestas de proyectos son forzadas a volverse más y más específicas acerca de los resultados esperados de la investigación, incluyendo su más amplio impacto económico y social. Ya no es una cuestión para que los investigadores individuales determinen por sí mismos. Ya no se considera que las universidades e institutos de investigación estén dedicadas totalmente a la búsqueda de conocimiento "por su propio bien". Están animadas a buscar financiamiento industrial para investigaciones comisionadas, y explotar al máximo cualquier posible descubrimiento hecho por sus equipos académicos, especialmente cuando se respira un beneficio comercial en el viento.

Ciertamente, se ha discutido que todas las investigaciones del Modo 2 son el resultado de problemas "que surgen en el contexto de la aplicación". Esto no significa que la ciencia básica vaya a desaparecer. El camino a la solución de muchos urgentes y prácticos problemas, tales como encontrar una cura para el SIDA, seguramente yace en muchos remotos y aparentemente irrelevantes dominios de la investigación fundamental. Pero el mero hecho de que tales caminos pudieran derivarse de necesidades humanas del pasado, y proyectadas en un futuro donde estas necesidades pudieran encontrarse, les da una dimensión ética explícita. Incluso la investigación "más pura", "más básica" está así dotada con potenciales consecuencias humanas, para que los investigadores estén obligados a preguntarse si todas las metas de la actividad en la que están involucrados son consistentes con sus otros valores personales.

Para la mayoría de los científicos industriales, la situación no ha cambiado mucho, probablemente. Pero el típico papel posacadémico del empresario científico independiente compone los riesgos morales con los financieros, y no permite que los problemas éticos sean empujados hacia arriba hasta los gerentes corporativos no científicos. ¿Deberían tales científicos permanecer atados por el ethos académico que tácitamente reconocieron cuando obtuvieron sus doctorados?

Otra característica de la ciencia posacadémica es que es, en gran medida, el trabajo de equipos de científicos, a menudo ligados a un gran número de diferentes instituciones. ¿Dónde descansan, entonces, las responsabilidades éticas? ¿Debería el líder nominal ser culpado de un trabajo deshonesto por un miembro más joven? ¿Qué código ético debería aplicarse a un equipo que incluye a científicos tanto de la academia como de la industria? Y para complicar más el problema, los equipos son, a menudo, temporales. ¿Cómo operarán las consideraciones éticas en tales escenarios tan heterogéneos y evanescentes?

Éstos son sólo algunos ejemplos de la forma en que la transición a la ciencia posacadémica está forzando a los científicos a volverse más sensibles a las cuestiones éticas. Una de las virtudes del nuevo modo de producción del conocimiento es que no puede barrer sus problemas éticos debajo de la alfombra. La ciencia ya no puede estar "en desaprobación" de asuntos que muchos de nosotros hemos tratado de traer al frente durante largo tiempo.



***J. M. Ziman, *An Introduction to Science Studies* (Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1984); M. Gibbons et al., *The New Production of Knowledge* (Sage, London, 1994); J. M. Ziman, *Prometheus Bound: Science in a Dynamic Steady State* (Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1996); J. M. Ziman, *Nature* 382, 751 (1996).

Restricciones éticas a la investigación

Norma del Carmen Galindo Sevilla*



La clonación ha inquietado la conciencia de cada ser humano a nivel mundial. Desde hace varias décadas, los científicos del área de la microbiología han estado clonando bacterias, parásitos y hongos, y en el área de la biología celular se han clonado diversas líneas celulares e, incluso, se logró la clonación de mamíferos completos en algunas especies; sin embargo, ninguno de estos méritos científicos sacudió las conciencias, como la clonación de una especie a partir de un DNA somático.

¿Cuál es la diferencia entre la clonación de células somáticas y las anteriores? Por principio, clonar quiere decir obtener réplicas idénticas de un determinado organismo. En bacterias, esto es relativamente fácil. Basta con depositar una bacteria sobre una superficie sólida o semisólida, con los nutrientes adecuados, y la bacteria se multiplica por fisión binaria y origina una colonia con individuos genotípica y fenotípicamente idénticos. Sin embargo, a medida que ascendemos en la escala filogenética, la obtención de clones se dificulta, porque los sistemas de multiplicación se tornan complejos.

Los mamíferos, cuya reproducción es sexual, requieren de la fusión de gametos para dar origen a un nuevo ser, su clonación requeriría que se fusionaran gametos idénticos. En ratones se logró, cruzando animales en forma endogámica, es decir entre los miembros de una misma familia. Después de 20 generaciones, el material genético es idéntico. Sin embargo, los ratones tienen un período de gestación de 21 días y alcanzan su madurez sexual también a los 21 días. No hubo ni la mínima idea de que este tipo de técnicas pudiera aplicarse a los seres humanos, con nueve meses de gestación y por lo menos doce años para reproducción, por lo que no hubo señalamientos éticos o restricciones al trabajo con este tipo de clones.

Desde que aparecieron los primeros ratones singénicos, en la década que inició en 1940, a fecha, la humanidad cuenta con mucha información valiosa en diversas áreas, pero sobre todo en las relacionadas con el conocimiento de la respuesta inmune. Se conocen hoy las razones del rechazo de los trasplantes y se diseñan diversas estrategias que permiten prolongar la vida de un trasplante, e incrementar la calidad de vida de una persona trasplantada.

Se trabaja en la obtención de vacunas contra diversos agentes infecciosos y en diversas formas de inmunoterapia, que permiten combatir el cáncer, eliminar problemas alérgicos, obtener nuevas drogas inmunosupresoras o estimuladoras del sistema inmune, para el tratamiento de los casos de inmunodeficiencias. También se investiga el diseño de nuevos esquemas de inducción de tolerancia para problemas de autoinmunidad, y en todas estas investigaciones encontramos beneficios para la humanidad, por lo que no

**Profesora-investigadora de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica de Ciencias de la Salud*

nos cuestionamos si debemos permitirles seguir adelante o detenerlas.

El caso de la clonación, que toma de punto de partida una célula somática, ha sido diferente por varias razones: en primer lugar, la información genética del organismo que se va a replicar, proviene de cualquier célula diploide del organismo, es decir, pueden usarse células de la piel, las nucleadas de la sangre, o de cualquier otro órgano, para obtener un organismo idéntico. El material genético de la célula se extrae y se inyecta a un par de gametos recién fusionados, que están en plena formación de un nuevo ser vivo, se retira la información de ese ser vivo y se deposita la información de la célula somática, que de esta manera utiliza la maquinaria que se encontraba andando por la fusión de los gametos.

Como bien se pudo haber apreciado, para lograr un ser, es necesario sacrificar a otro que comenzaba ya a crecer, o a varios, porque para un éxito en este proceso, son necesarios varios intentos, de hecho, la eficiencia de estos experimentos es alrededor del 2 al 3%.

Podemos señalar que este tipo de procedimientos se enfrenta a los siguientes problemas éticos cuando se trata de humanos: 1) se sacrifican una vida o varias para lograr una clona; 2) hay riesgo durante la manipulación genética y el cultivo de embriones, de lesionar al material genético y obtener productos defectuosos, y estaremos ante la disyuntiva de eliminar a otro ser humano en formación o permitirle vivir con sus defectos y/o malformaciones; 3) además, nos preguntamos qué aplicación tendrá la clonación humana, ¿será usada en la reproducción deseada de un ser vivo, para dejarlo vivir, o caeremos en la tentación de la producción de clonas que resarcirán problemas de personas con enfermedades terminales?, es decir, ¿produciremos seres vivos con la finalidad de que nos sirvan como fuente de órganos para trasplante?

Cabe mencionar que los científicos buscan la clonación de organismos superiores con técnicas que no impliquen el uso de los gametos que mencionamos anteriormente, es decir, algunos le están apostando a encontrar un punto en la célula, que, presumiblemente, actúa como bloqueador de la diferenciación celular, que debe de estar reprimido en células somáticas, y que al eliminar su represión lleve a la célula a la producción de un nuevo ser vivo. Ese punto se está buscando en las células menos diferenciadas de nuestro organismo y pensamos que logrará evitar el sacrificio de embriones para la obtención de clonas, sin embargo, no evita los demás usos que se le puedan dar a las clonas, como el que mencionamos de fuente de órganos para trasplante.

Es indudable que algunas aplicaciones científicas pueden lesionar enormemente a la humanidad; sin embargo, están basadas en prin-

cipios que también fueron usados en beneficio para ella y, desafortunadamente, hay puntos en los que es difícil predecir hacia dónde se inclinará el brazo de la balanza. ¿Quién hubiera pensado que la Teoría de la Relatividad de Einstein le permitiría a la humanidad el desarrollo de una de sus armas más letales: la bomba atómica, cuando inicialmente permitió mucho progreso a la humanidad, como los viajes en el espacio, las telecomunicaciones, y otros relacionados con la energía? ¿Deteniendo a Einstein se habría evitado la construcción de la bomba atómica? ¿Cuál habría sido el precio?

El mismo ejercicio podemos aplicarlo al trabajo de Madam Curie, descubridora de la radiactividad y de diversos elementos radiactivos; entregada completamente a la investigación científica, no quiso patentar el método de obtención del radio, que la habría hecho enormemente rica, por considerarlo patrimonio de la humanidad. Dedicó su vida al estudio de la radioactividad, hasta contraer leucemia por exposición a la radiación y aun así continuó trabajando en las aplicaciones médicas de la radioactividad que actualmente aún salvan algunas vidas afectadas por cáncer. ¿Debimos haberle impedido que investigara y/o que diera a conocer sus descubrimientos, cuando es probable que ni ella misma haya podido vislumbrar que un día el conocimiento de la energía nuclear sería usado como una poderosa y destructora arma nuclear?

Si en realidad hay cosas que necesitamos de la clonación celular, como encontrar el punto en que una simple célula va a formar un órgano, para así, sin necesidad de perjudicar a un organismo completo, poder fabricar órganos sobre pedido y salvar muchas vidas, ¿cuánto debemos y podemos regular la ciencia?

El camino que se antoja más adecuado en este momento, es el de no permitir la experimentación con embriones humanos, porque aún tenemos mucha información por conocer en los modelos animales; las probabilidades de éxito para la clonación a partir de células somáticas son actualmente muy bajas y las anomalías genéticas demasiado frecuentes en los animales clonados, situación que se ha atribuido a que las células somáticas se encuentran bastante diferenciadas, y durante el camino de la diferenciación pueden perder material genético o, inclusive, sufrir mutaciones en regiones que no afectaron la información que utilizan y pasaron inadvertidas, pero que se expresan cuando se usan para formar un nuevo ser. En este momento, lo más claro es, sin duda, que la mejor información genética de cada especie está guardada en los gametos, cuya selección ha sido cuidadosa y a la naturaleza le ha tomado su tiempo madurar.



Lecturas complementarias:

Shapiro, R.: *Frontiers in transplantation*. XVIII International Congress of the Transplantation Society. August 2000.

Nava, J. E.: *Ingeniería Genética ¿Milagro o Apocalipsis?* Conozca más 11/03: 16-20. Marzo de 2000.