

Nota biográfica

Jean-Jacques Salomon es profesor honorario, titular de la cátedra de Tecnología y Sociedad en el Conservatoire National des Arts et Métiers, París, Francia. Doctor en filosofía e historia de las ciencias, fundó y dirigió la División de Política de la Ciencia y de la Tecnología de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE, 1963-1983). Ha sido profesor invitado, entre otras instituciones, en el MIT, en Harvard, Montreal y en el Instituto de Ciencias Avanzadas de São Paulo. Correo electrónico: salomon@cnam.fr

El nuevo escenario de las políticas de la ciencia

Jean-Jacques Salomon

Hay quienes habían anunciado el fin de la historia, como si la historia (o el tiempo) hubiese debido detenerse con el fin del comunismo y el triunfo del mercado. Pero, lejos de detener el tiempo, la ciencia y la tecnología son precisamente las que hacen que la humanidad continúe por los territorios desconocidos de la historia que nunca ha dejado de escribir. Los hombres hacen la historia, decía Raymond Aron, pero ignoran qué historia hacen. Es un mundo con un escenario enteramente renovado donde la ciencia y la tecnología de fines del siglo XX nos hacen penetrar, un mundo tan nuevo, prometedor y aleatorio como podía serlo el del siglo XVI, marcado por la revolución de la imprenta, el descubrimiento del Nuevo Mundo, la Reforma, las rebeliones campesinas y la aparición de los Estados nación. Cuarenta años de guerra fría han transformado por completo el sistema de la investigación, volviéndolo cada vez más dependiente de los gobiernos y cada vez más estrechamente vinculado al "complejo militar-industrial". Las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad han estado profundamente condicionadas por el peso de este intervencionismo estatal, cuyo alcance da la medida de las tensiones ideológicas y estratégicas que caracterizaron el periodo inmediatamente posterior a la Segunda Guerra mundial. Actualmente, la población mundial de investigadores se estima en alrededor de tres millones de científicos e ingenieros, y el gasto total anual destinado a la investigación y al desarrollo se evalúa en 450.000 millones de dólares - el 38% de esta suma corresponde a los Estados Unidos de América, el 28% a Europa y el Japón, el 18% a los nuevos países industrializados y el resto a Rusia, China, India y América Latina (OST, 2000). Pero el fin de la guerra fría, y de la competencia entre mundo capitalista y mundo comunista, ha modificado a su vez las bases del problema, el lugar de los actores y las prioridades. La ciencia al servicio del complejo militar-industrial estaba estrechamente vinculada a la guerra virtual entre las dos grandes potencias y a las guerras reales que libraron indirectamente en los países en desarrollo. De esta manera, el imperativo de defensa constituyó la mejor garantía para el aumento de los gastos de investigación y desarrollo. Como lo subrayaba Galbraith, "con muy pocas diferencias, el atraso es a la competencia tecnológica lo que el desgaste es a la guerra" (Galbraith, 1967). Este imperativo es hoy aparentemente menos importante y urgente, pero no debemos hacernos la ilusión de que lo han hecho desaparecer las promesas de una paz aún incierta y las esperanzas de sus "dividendos" siempre pendientes que el final de la guerra fría ha suscitado. Sin embargo, no cabe duda que el escenario no es el mismo, a tal punto que resulta legítimo preguntarnos si la obra que se representa ante nuestros ojos no es, ella también, completamente nueva.

Las urgencias y las escaladas desbordan actualmente el ámbito del armamento e invaden el de la economía, en nombre de la competitividad de las empresas y la mundialización. Después de la escalada de la guerra fría, la escena mundial, en la que se decide en la actualidad la competencia basada en la innovación, autoriza a interrogarse más que nunca acerca de los aspectos *sociales* e incluso *morales* de las políticas que son objeto de las actividades de investigación. Al mismo tiempo, las orientaciones y el modelo de gestión de la investigación industrial, con sus objetivos de rentabilidad a corto plazo, ganan en importancia frente a las reivindicaciones de los investigadores universitarios y se cuestiona la legitimidad de la "continuación del saber en cuanto tal". ¿La edad de oro del apoyo público a la ciencia pertenecerá definitivamente al pasado? Sólo los Estados Unidos de América se comprometen en la actualidad a invertir en las actividades de investigación y desarrollo, reanudando así las escaladas de la guerra fría: recobrado el crecimiento económico y con el déficit público reducido, el presidente Clinton propuso un aumento de 2.800 millones de dólares para el año fiscal 2001 (Dalton, 2000). Lo más probable es que su sucesor, aún siendo republicano, mantenga el compromiso del gobierno a favor de las ciencias básicas como instrumento estratégico en la competencia económica mundial. ¿Se confirmará este espectacular incremento, al tiempo que la afluencia de estudiantes estadounidenses hacia las ciencias naturales no cesa de disminuir, el éxodo de cerebros hacia los Estados Unidos de América, aparentemente, experimenta nuevamente un fabuloso aumento:

20.000 PhDs, sin contar la cantidad de ingenieros y estudiantes procedentes del mundo entero? No es en absoluto evidente que en los otros países la competencia económica suponga un incremento comparable de las inversiones como el que generó en su momento la guerra fría.

Las secuelas de la guerra fría

Cuatro factores principales han transformado - y continuarán transformando en el futuro - los vínculos entre ciencia y sociedad, tal como se desarrollaron desde los años inmediatamente posteriores a la Segunda Guerra Mundial.

El *primer* factor es sin duda alguna el final de la guerra fría, la implosión del mundo comunista, el derrumbe económico de la ex Unión Soviética que ha dejado de ser uno de los grandes actores de la competencia tecnológica. En el caso de los países más industrializados, en particular aquellos que se vieron envueltos en las escaladas de tensión entre Este y Oeste, los recursos destinados a las actividades de investigación para la defensa representaron las tres cuartas partes del gasto público en investigación y desarrollo, es decir sumas absolutamente colosales. Por una parte, la disminución relativa de las inversiones en investigación y desarrollo militar y, por otra, las dificultades económicas de los años noventa (la disminución de los presupuestos públicos y las presiones sociales que el aumento del desempleo provocó en la mayoría de los países) condujeron a concentrar los esfuerzos en la capacidad de innovación de las empresas y a restringir el apoyo a la investigación fundamental. En la mayoría de los países industrializados, la reanudación del crecimiento económico no ha cambiado en lo fundamental esta característica del nuevo milenio: la reducción del papel del Estado.

Sin embargo, la amenaza de las bombas atómicas no ha desaparecido, a pesar de los tratados tendientes a reducir los arsenales estadounidenses y rusos y a limitar la cantidad

de países miembros del club nuclear. Las armas atómicas no pertenecen al pasado, y al mismo tiempo se dedica una intensa investigación a la guerra a distancia, basada en la electrónica, los cohetes y los

satélites. Ayer se hablaba de guerra justa y hoy día se la llama guerra limpia, pero no por ello las víctimas "colaterales" pesan más en la balanza. Mundialización por un lado y fragmentación por el otro: la amenaza actual procede más bien de la descomposición interna de los Estados, mientras asistimos simultáneamente a una privatización cada vez mayor de los sistemas militares. Pensar que las guerras en el sentido tradicional han sido erradicadas de la historia sería un error, pero es evidente que debemos enfrentar conflictos de un nuevo tipo (o, por el contrario, de los más arcaicos). El orden mundial basado en la paz perpetua no es para mañana.

Estamos lejos, desde luego, del principio de complementariedad aplicado a los asuntos mundiales según Niels Bohr, quien profesaba que a la posibilidad de una guerra nuclear total debe corresponder la posibilidad de una paz eterna: sueño de sabio visionario que no ha encontrado un gran eco entre los pueblos y los políticos. Hay acuerdo, ciertamente, para prohibir las minas antipersonal que no amenazan la integridad territorial de las potencias medianas, pero ni los Estados Unidos de América, ni China, ni Rusia han firmado aún el CTBT, el Tratado de prohibición completa de los ensayos nucleares, y la prohibición pura y simple de las armas nucleares o de las armas biológicas y químicas no está prevista. Por cierto, la amenaza de un conflicto nuclear cambia de punto cardinal, desplazándose de Occidente hacia Oriente con las explosiones chinas, indias y pakistaníes, el arsenal atómico israelí y los esfuerzos de la República Popular Democrática de Corea, Irak y la República Islámica del Irán para disponer de armas nucleares. A pesar de ello, las potencias occidentales siguen siendo blancos posibles de iniciativas terroristas en las que las armas miniaturizadas y portátiles pueden entrar en acción. Para los políticos el problema consiste en saber hasta qué nivel se pueden reducir los arsenales. Para aquellos científicos que trabajan con los militares no existe nivel razonable en la conquista de armas nuevas o de sus escudos: esto es patente con el proyecto americano de un sistema de defensa antimisiles que amenaza con provocar la reanudación de la escalada.

Revolución científica y técnica

El *segundo* factor es la revolución científica y técnica cuyos efectos se prolongarán y se extenderán a lo largo del siglo XXI, a todas las actividades civiles, así como al ámbito militar. Las tecnologías de la información y de la comunicación suponen una mutación muy parecida, por su alcance, a la que provocó la revolución de la imprenta. Se trata de una mutación intelectual, económica y social al mismo tiempo, acentuada aún más por los avances en materia de biotecnologías y nuevos materiales. Revolución de la información, de las biotecnologías, de los nuevos materiales; de hecho, es probable que dentro de algunos decenios los historiadores no hablen sino de *una sola revolución* cuyas metamorfosis y aplicaciones poseen las mismas características: en su origen, están todas vinculadas a industrias intensivas en saber y en capital, son ampliamente dependientes de las investigaciones, las técnicas interdisciplinarias y los conocimientos elaborados en los laboratorios universitarios e industriales; al evolucionar, contribuyen todas al mismo fenómeno de *desmaterialización* que hace que las sociedades postindustriales se vean cada vez más liberadas de los recursos naturales y dependan cada vez más estrechamente del capital inmaterial que no cesan de almacenar y difundir. En esta seguidilla de mutaciones técnicas, resulta actualmente imposible dissociar aquello que tiene que ver estrictamente con la aventura intelectual de lo que responde a los intereses de las empresas en sus batallas en el terreno de la competitividad. Es un hecho, a este respecto, que los medios de presión de

los países en desarrollo, que antes disponían aún de la baza de ciertos recursos

naturales, son cada vez más reducidos debido al auge irresistible del "nuevo paradigma técnico-económico".

La mundialización de las economías y de los mercados

El *tercer* factor, estrechamente vinculado a las transformaciones científicas y técnicas y a los procesos de industrialización que dichas transformaciones permiten en el mundo, es precisamente la mundialización de las economías y de los mercados, que viene aparejada con la liberalización de los intercambios y de las empresas, con el papel cada vez más importante de las compañías transnacionales y con la disminución de las funciones que ejercían hasta ese momento los gobiernos en la regulación de las actividades económicas y de sus repercusiones sociales. La promesa prematura de la "aldea global" permanece bajo la amenaza de la tiranía del mercado y de la explosión de la burbuja especulativa. Si es necesario encontrar un símbolo del poder que posee la ciencia de fundar una nueva forma de imperialismo, ninguno es más revelador que la elaboración, mediante manipulaciones genéticas, de semillas esterilizadas: difundida a escala planetaria a causa de su resistencia a éste o aquel parásito, la semilla "Terminator" condenaría a los agricultores a volver a comprar cada año sus reservas de semillas a sus proveedores. Lo cual significa inaugurar la era del *imperialismo sin fronteras*: ayer había que colonizar territorios para acceder a nuevas fuentes de materias primas y de cultivos alimentarios; hoy no hace falta emprender la conquista material de nuevas tierras, la civilización de lo inmaterial permite someter a productores y consumidores a las fórmulas codificadas de un laboratorio y a los algoritmos de la "tela" de Internet.

La multiplicación de los problemas ambientales

Por último, el *cuarto* factor, tan condicionado por el proceso de industrialización como el anterior, es la multiplicación de los problemas ambientales que pesan sobre el futuro del planeta. El ambiente comienza por el hábitat: cerca de un 40% de la población mundial estará obligado a vivir en ciudades, sobre un total que oscilará entre 6.000 y 8.000 millones de habitantes. Este gigantesco proceso de urbanización acelerada tendrá una doble consecuencia: por un lado, la aparición de megaciudades, o más bien de gigaciudades, cuyas infraestructuras no podrán de ninguna manera satisfacer las necesidades de esas extremas concentraciones humanas, con problemas insolubles de gestión, desempleo, subempleo y violencia; por otro lado, el abandono de regiones enteras, cuyos recursos naturales permanecerán inexplorados, de manera que la alimentación de dichas megaciudades en la mayoría de los países en desarrollo dependerá cada vez más de productos importados, penalizando así con un endeudamiento cada vez mayor el crecimiento de dichos países.

Por otra parte, la naturaleza y el nivel de las actividades industriales y agrícolas provocan cambios en los ciclos biológicos, químicos y geológicos que perturban los sistemas naturales: desaparición de especies, contaminación del aire y del agua, agujero en la capa de ozono, falta de lluvia y sequía en ciertas zonas, inundaciones y ciclones en otras, etcétera. Ya no es posible negar el calentamiento del planeta como consecuencia de las emisiones de gases con efecto de invernadero. La humanidad descubre una multiplicidad de nuevos riesgos al mismo tiempo que la importancia del "desarrollo sostenible" y la necesidad de aplicar *el principio de precaución*. Pero simultáneamente la mundialización, acelerada por las transformaciones

científicas y técnicas, vuelve cada vez más interdependientes economías, sociedades y culturas, y pone de manifiesto al

mismo tiempo el aumento intolerable de las desigualdades en el mundo. Y precisamente el desorden climático, provocado quizás por el modelo de desarrollo anterior y por el consumo actual de los países industrializados, amenaza con afectar primero a los países más pobres, que ya soportan una situación profundamente injusta, puesto que, según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, el 20% de la humanidad se reparte el 86% del consumo privado total del planeta. Si India y China se industrializaran en las mismas condiciones y proporciones que Europa y los Estados Unidos de América, cuesta imaginar cómo podría la humanidad enfrentar el desafío de las contaminaciones industriales y sus consecuencias sobre el clima.

La gran distancia

Es evidente que nadie está en condiciones de medir, y aún menos de negar, todo lo que la ciencia y la tecnología han aportado a la humanidad. En este comienzo del tercer milenio, jamás las innovaciones y los descubrimientos habían prometido un mayor aumento de progreso *material*, pero jamás la capacidad de producción - y de destrucción - de la humanidad ha planteado tantos interrogantes e incertidumbres sobre el uso que se dará a dicho progreso. La distancia entre el orden que los principios de igualdad y de precaución podrían instituir en el mundo y la realidad de los peligros comunes a los que la humanidad está expuesta no es mayor que aquella que separa los países industrializados de la mayoría de los países en desarrollo. Esto equivale, en otros términos, a recordar que la distancia entre la potencia de la que dispone la humanidad y la sabiduría que es capaz - o incapaz - de demostrar es el desafío crucial del nuevo siglo.

Esto es también una manera de hacer hincapié en lo mucho que la humanidad depende en la actualidad de las actividades científicas y técnicas. De una u otra manera, hoy día en todas las sociedades del planeta vinculadas entre ellas tanto por la "red", como por el auge de los transportes aéreos y de los multimedia, resulta imposible actuar, administrar una empresa o gobernar un país sin recurrir a los datos de la ciencia, ya sea en tanto que *asesoría, método, prueba, resultado* e incluso como *promesa*. Ningún gobierno y muy pocas empresas pueden prescindir hoy en día, tanto en su gestión cotidiana como en sus actividades y previsiones a mediano plazo, de la opinión de los científicos, de sus datos y métodos, de los conocimientos y las competencias que sus investigaciones permiten almacenar en el cuerno de la abundancia donde nacen las innovaciones.

Tenemos, pues, por una parte, una formidable acumulación de descubrimientos, aplicaciones y nuevas competencias que acarrea un excedente de saber y de poder sin precedentes. Después de las transformaciones que han tenido lugar durante el último medio siglo en los ámbitos de la energía, la agricultura, la salud y las comunicaciones, la humanidad nunca había dispuesto de *herramientas* y de *prótesis* tan eficaces, inteligentes y multifuncionales como aquellas que la revolución de la informática, de la ingeniería genética y de los materiales compuestos pone a su disposición y promete multiplicar en todos los ámbitos a una escala que aún no podemos imaginar. De la misma manera que la revolución de los multimedia nos hace entrar en la era de lo *virtual* y la de las biotecnologías en la de la *clonación*, la revolución de los nuevos materiales nos hace entrar en la era del *artificio de las funciones infinitas*. Pero nadie puede anticipar, hoy por hoy, todos los usos y consecuencias de la difusión de tecnologías cuyo alcance planetario es también considerable: si la ciencia y la tecnología

irrigan la posmodernidad como la sangre el cerebro, es para bien y para mal.

Por otra parte, en efecto, las desigualdades entre naciones, y al interior de ciertas naciones, permanecen e incluso aumentan. Las enfermedades, las epidemias, el subempleo, el desempleo y la miseria afectan a más de la mitad de la población mundial. Los propios progresos de la ciencia y la tecnología plantean problemas y suponen riesgos cuya prevención y gestión requieren nuevos mecanismos de control democrático: el caso de la sangre contaminada, el de las vacas locas, los problemas que plantea la reproducción asexual, las incertidumbres ligadas a los organismos modificados genéticamente, la posibilidad de la clonación humana y las amenazas de recalentamiento del planeta provocan la sospecha sobre la competencia científica apenas aparece vinculada al proceso de decisión política y al mismo tiempo hacen temer las iniciativas de aprendices de brujo ante los cuales las sociedades democráticas estarían sencillamente inermes (Salomon, 1999).

El riesgo tecnológico grave

¿Cómo no ver una novedad radical, un riesgo grave sin precedentes, en la naturaleza de las consecuencias que pueden acarrear determinadas realizaciones científicas y tecnológicas? Al accidente mecánico que mata y provoca invalidez en proporciones desconocidas hasta entonces, el siglo XX agregó una nueva dimensión: la del desastre que atenta contra la integridad de la vida y la perpetuación de la especie. Un desastre que puede manifestarse en tres formas: *insidiosamente* (contaminaciones, extinciones de especies ligadas por ejemplo al DDT, enfermedades resultantes de la utilización de productos como el amianto); *directamente* (talidomida, mercurio de Minamata, dioxina de Seveso y de Bhopal, mareas negras, nube radioactiva de Chernobil); o *potencialmente* (manipulaciones genéticas, epidemias creadas por el hombre, efecto de invernadero y otras amenazas que pesan sobre la biosfera). En todos estos casos el riesgo no lo corren sólo las víctimas del momento, sino que afecta a la propia vida al transmitirse a los descendientes. La plaga estadística del monstruo o del discapacitado de nacimiento a causa de los imponderables de la naturaleza ha aumentado gracias a las innovaciones de la inteligencia humana. Esta plaga-artefacto se manifiesta *en el tiempo y en el espacio*: un tiempo que sobrepasa el de las sociedades más longevas, un espacio que trasciende las fronteras al interior de las cuales los Estados nación creyeron siempre proteger a sus pueblos de las violencias que ejercían los otros.

Nuestra civilización es la primera en la historia de la humanidad que no sabe cómo deshacerse de algunos desechos: ¿es necesario, desde ya, almacenar en profundidad los desechos "de vida larga" producidos por la industria nuclear, algunos de los cuales pueden conservar una radiotoxicidad fatal durante decenas y hasta cientos de miles de años, o se debe esperar que los adelantos de la ciencia y la técnica permitan reciclarlos? *La elección no es únicamente técnica, se trata de un problema crucial para el conjunto de la sociedad.* Los acuerdos de desarme tienden a limitar los arsenales atómicos, pero el tiempo necesario para reducir y reciclar las existencias de plutonio en los antiguos países comunistas y las negligencias manifiestas que éstos demuestran en su gestión conducen a tráficos que pueden aumentar la proliferación y el terrorismo nucleares. Si bien el fin de la guerra fría permite descartar, por ahora, el escenario de la "escalada extrema" por parte de las dos potencias bipolares, ello no significa el fin de la amenaza de un desastre atómico. Nuestra civilización es también la primera en haberse puesto en el caso de pensar su fin como el producto mismo de su genio. Esta sombra de incertidumbre

y de amenaza absoluta que proyecta aún la posibilidad de una guerra nuclear ha introducido una nueva dimensión en la relación de los hombres y las sociedades no sólo con la tecnología, sino con la ciencia propiamente tal; se trata,

de hecho, de una sospecha si no de irracionalidad al menos de sinrazón. Prometeo era audaz, no insensato. Nosotros heredamos de la Ilustración la idea de que el progreso científico y técnico fundamenta la marcha de la humanidad hacia su superación constante. Es este postulado - o esta ilusión - del racionalismo lo que han puesto en entredicho la experiencia de los campos de concentración y el espectro de la guerra nuclear.

Sin llegar hasta el extremo del cataclismo nuclear, es un hecho que la *escala* y la *complejidad* de ciertos adelantos tecnológicos, no menos que la *prisa* con la que generalmente se difunden, tienen como contrapartida consecuencias potenciales sin precedentes. Se ha visto en grande y cada vez más en grande: de las centrales a los petroleros gigantes, de los sistemas de comunicación a los sistemas de transporte, los inconvenientes y riesgos del progreso han procedido de los nuevos componentes de la tecnología, de su aplicación a escalas sin precedente y de la rapidez con la que se propaga en las estructuras sociales: la magnitud de las contaminaciones, el retroceso de los bosques, las desertificaciones, las amenazas que pesan sobre la biosfera, daños todos éstos que son reconocidos unánimemente como resultados de la propia civilización. ¿Y qué decir de los problemas que plantean la informática, los grandes ordenadores, el tratamiento de los ficheros? El temor al problema informático del milenio suscitado por el paso al año 2000 hizo pensar en el que despertó el año mil, pero lo que estaba en juego era más prosaico: en vez de temer el Juicio final, sólo se hizo frente a un problema técnico que produjo un miedo generalizado y permitió, al mismo tiempo, que las sociedades de servicios informáticos se enriquecieran espectacularmente. A los hombres del año mil les obsesionaba la idea de la salvación; a los del año 2000, la del desperfecto técnico: ya casi no existe lugar para la dimensión de lo sagrado en el mundo

"desencantado" en el que reinan la ciencia y la tecnología. Esto no impide que la difusión de la informática dé lugar a una mayor vulnerabilidad de los sistemas técnicos a los cuales se aplica

(algo que han puesto de manifiesto los ataques de virus como ILOVEYOU). En la mayoría de los países industrializados, la necesidad de nuevas legislaciones tendientes a instaurar medios de control y contrapoderes demuestra ampliamente que las amenazas a la vida privada y las libertades no son fantasmas de lectores de Orwell. En definitiva, la civilización postindustrial ha sustituido la vulnerabilidad del alma humana por la vulnerabilidad de la técnica.

El desafío social y ético

Interrogarse sobre las posibilidades de *desviaciones* no equivale a denigrar los beneficios del progreso ni a rechazar la ciencia. La novedad reside precisamente en que este interrogante ya no proviene sólo de poetas o filósofos (de Rousseau a Heidegger, de Keats, Baudelaire o Flaubert a Cioran o Baudrillard, etcétera) que han denunciado desde los comienzos de la civilización industrial la distancia que ésta ha instaurado entre la potencia y la sabiduría, sino que ha pasado a ser un interrogante que plantean los propios científicos, como lo ha demostrado desde los años setenta la controversia suscitada por las investigaciones sobre la recombinación del ADN. Desde entonces, en la mayoría de los países industrializados se han adoptado reglamentaciones para imponer medidas de seguridad destinadas a "contener", tanto en el plano de las instalaciones físicas como en el de las experiencias biológicas, los peligros potenciales sin limitar por ello las propias investigaciones. El trasfondo de esta controversia, tal como ha sido definido a partir de

1975 por la Conferencia de Asilomar, se encuentra en el equilibrio que debe establecerse entre

el riesgo calculado de los experimentos que se conciben y la eficacia estimada de los umbrales de seguridad. La naturaleza misma de las investigaciones llevadas a cabo, las divergencias de

opinión entre los expertos y las presiones de la opinión pública han transformado este debate científico en un asunto político debatido en la plaza pública.

Y sin embargo, el caso de Asilomar no era sino el ensayo general de una serie de interrogantes y controversias en las que el progreso de las técnicas biomédicas no ha dejado de plantear nuevos problemas, tanto en el plano social como en el ético. Esto es manifiesto en el caso de las consecuencias lejanas, y sin embargo posibles, de las investigaciones sobre el genoma humano emprendidas masivamente: la cartografía de los genes podrá, sin duda, ayudar a curar o a prevenir enfermedades, pero también puede conducir a nuevos programas de eugenesia. Sin llegar, de hecho, a ese extremo es evidente que la adquisición de la información sobre el genoma puede amenazar las libertades individuales al proporcionar medios de control sobre las familias que presentan "riesgos" a las compañías de seguros e incluso a los sistemas nacionales de salud. Entre la *medicina predictiva* y la *policía preventiva* no hay sino un paso y no cuesta mucho imaginar en nombre de qué intereses se podría intentar franquear. Asimismo, el creciente recurso comercial a productos y prótesis cuyo origen es el cuerpo humano, el paso de la reproducción humana a la reproducción artificial en probeta, la posibilidad, abierta a partir de ahora, de la clonación humana, hacen surgir interrogantes cuya novedad deja sin respuestas a juristas, representantes religiosos, filósofos y políticos.

Por una parte, la institución que encarna con mayor excelencia el éxito de la investigación racional se interroga sobre los límites que debe o puede imponer al ejercicio de dicha investigación. Por otra, la necesidad de un control social de la investigación irrumpe en un territorio antaño reservado exclusivamente a los debates entre especialistas. Hasta entonces, la actividad técnica, y con mayor razón aún la investigación científica, podían desarrollarse sin que se las considerara *a priori* culpables o cómplices de consecuencias desastrosas; gozaban de una reputación de bienhechoras hasta que algún acontecimiento no probara lo contrario. Hoy en día no estamos lejos de pedirles que prueben de antemano su inocencia. Así, el propio progreso de la ciencia plantea un interrogante y tiende a someter el ejercicio de los procedimientos mediante los cuales dicho progreso es posible a un control exterior a la comunidad científica.

No es un azar si el final del siglo XX ha visto desarrollarse, tanto en el plano nacional como internacional, instituciones y procedimientos, del *technology assessment* a la estadounidense al *Office parlementaire des choix scientifiques et techniques* francés y los comités de ética biomédica, cuya vocación es precisamente la de reflexionar sobre los límites que la propia civilización debe y puede poner en la carrera hacia el progreso. ¿La idea misma de una reglamentación de los descubrimientos científicos no es acaso, si no una contradicción en los términos, al menos un objetivo diametralmente opuesto a la vocación prometeica de Occidente? El deseo de saber, decía Aristóteles, es la definición misma del hombre. ¿Llegaremos a afirmar que mientras más riquezas y bienestar acumulan las sociedades, más aumentan el miedo al riesgo y la preocupación por la seguridad? En todo caso, tenemos la certeza de que no podemos contentarnos con decir que todas las innovaciones son buenas: las víctimas de la talidomida, de Minamata, de Bhopal o de Chernobil, la amenaza de una epidemia de la enfermedad de Creutzfeld-Jacob, resultante de las "vacas locas", el efecto de invernadero y la amenaza de recalentamiento del planeta nos recuerdan que el costo humano y social del proceso de industrialización - o de cierto proceso de

industrialización - puede ser exorbitante. Si el principio de precaución entra en las leyes, en los planos nacional e internacional, no es para paralizar o inhibir la innovación, sino para limitar sus daños en nombre de la "preocupación" por las

generaciones futuras: de estos aspectos cruciales del desarrollo de la ciencia y la tecnología depende el destino de la humanidad.

Las nuevas reglamentaciones o el refuerzo de las reglamentaciones ya existentes reflejan un cambio en los valores individuales y sociales que la "tecnestructura" (la del Estado, así como la de las empresas) está obligada a considerar. Lo que ocurrió en Seattle fue un ejemplo de ello, como si el verdadero "problema informático del milenio" se hubiese manifestado con ocasión de la reunión de la OMC en forma de un bloqueo que emanase no de la técnica sino de la sociedad civil. Este cambio de actitud respecto de la tecnología equivale a no aceptar como inevitables los efectos negativos, indirectos o perversos del proceso de industrialización. Si la lectura del progreso ha cambiado, los lectores del progreso tampoco son los mismos y muestran una determinación creciente de influir sobre la orientación del cambio técnico. Los movimientos ecologistas son el testimonio de esta nueva necesidad de modificar las relaciones entre la sociedad y el entorno natural. Hay en ello, de hecho, una paradoja más que es necesario subrayar y una sólida razón para no resignarse: las catástrofes tecnológicas y los desastres ecológicos han sido hasta ahora más dramáticos precisamente en los países que han pretendido organizar la economía en base a una planificación científica rigurosa, mientras que en nuestros países, en donde el Estado de bienestar ha sido cada vez más cuestionado, en donde la tendencia a liberalizar y a acabar con las reglamentaciones no ha dejado de aumentar, la "evaluación social de las tecnologías" ha experimentado progresos considerables, tanto en el plano institucional como en el metodológico.

Esta paradoja ilustra a la vez la *vulnerabilidad* de las sociedades democráticas y su *capacidad de adaptación* al cambio técnico. Las sociedades que buscan obtener ganancias máximas minimizando las pérdidas no son necesariamente pusilánimes, pero pagan el precio que supone admitir un debate público. Están condenadas a adaptarse a los cambios, esforzándose por reducir la distancia entre las iniciativas del aparato político-administrativo y las aspiraciones del cuerpo social. El precio que deben pagar se traduce en controversias públicas, plazos, cuestionamientos, rechazos. Los tecnócratas, los empresarios y algunos políticos prescindirían, si de ellos dependiera, de este barullo que permite que se expresen aquellos "que no saben nada del tema" y compromete la realización de proyectos que son, a ojos de los técnicos, tan irrefutables como urgentes. El choque entre la *lógica tecnocrática* y la *lógica democrática* tiene un precio que puede parecer elevado a los decisores, pero que siempre será menor que el que habría que pagar en ausencia de todo mecanismo de previsión y de regulación.

Privatización y mercantilización de la investigación

El fin de la guerra fría compromete la legitimidad del apoyo que los poderes públicos otorgan a la investigación fundamental. Esta es la primera razón por la que los términos del contrato entre ciencia y sociedad están cambiando. Esto no quiere decir que haya que dejar de subvencionar los trabajos de investigación fundamental, sino que otras consideraciones, distintas a aquellas que pudieron, en la urgencia o en la impresión de la urgencia, resultar de las presiones de la guerra fría, son a partir de ahora valoradas por los poderes públicos, habida cuenta de las realidades económicas, las dificultades sociales, la transformación de los desafíos y, por lo tanto, de las prioridades. En otros términos, la causa de la ciencia no puede actualmente defenderse con el único argumento de la continuación del saber en cuanto tal, esto es, poniendo la investigación entre las primeras prioridades. Antes bien, la defensa de la ciencia

debe contemplar cada vez más

las restricciones presupuestarias y los problemas que enfrenta la sociedad y demostrar que la manera en que la ciencia enfrenta estos desafíos es pertinente, lo que equivale a poner las consideraciones sociales en primer lugar.

La rama de la institución científica dedicada a los descubrimientos "fundamentales" lleva a cabo una actividad cuyos resultados, consecuencias y aplicaciones son imprevisibles y se ubican siempre en una perspectiva de largo plazo. Desde este punto de vista resulta esencial que el Estado le brinde su apoyo, puesto que aparece como un bien público "fuera del mercado", cuya rentabilidad en el corto e incluso en el mediano plazo es muy aleatoria y por consiguiente no interesa directamente al sector privado. Esta es la razón por la cual la investigación fundamental tiene por centro principal la universidad, pues en ella los científicos no están obligados por la presiones del mercado a producir rápidamente resultados. Pero aquí surge el otro aspecto de los cambios que sufre el contrato entre ciencia y sociedad: el desplazamiento de la población de investigadores fuera de la universidad, hacia laboratorios industriales o nacionales, arsenales y otros. De esta manera, la investigación fundamental ya no tiene como centro exclusivo a la universidad: se desarrolla también en ciertos laboratorios industriales cuyos trabajos pueden igualmente conducir a descubrimientos fundamentales, como por ejemplo el transistor, la supraconductividad por debajo del cero absoluto, etcétera.

Este desplazamiento del centro exclusivo de la investigación fundamental está vinculado, por lo demás, a la evolución misma de las actividades de investigación. En primer lugar, las fronteras entre ciencia y tecnología se vuelven cada vez más tenues, en el sentido en que ésta y aquélla, estrechamente solidarias entre sí, progresan en la actualidad concertadamente. Por ejemplo, en biología, la pantalla del ordenador ha remplazado al banco de laboratorio tradicional. Hoy en día son muy pocas las investigaciones fundamentales que no deben sus avances a la utilización de instrumentos científicos cada vez más "sabios". Así como la tecnología es en la actualidad el fruto del acercamiento entre el laboratorio y la industria, el desarrollo de la ciencia pasa por los intercambios, tan constantes como estrechos, entre ésta y la tecnología. Se trata de las dos caras de la misma empresa: si bien la cara "noble" aparece siempre vinculada al mundo académico,

"desinteresado", como remitiendo la otra cara al universo "impuro" de los intereses mercantiles, ello no impide que las diferencias entre ambas sean cada vez menores, tanto por sus motivaciones, como por sus prácticas y sus enfoques. Por otra parte, la investigación científica sobre problemas que necesitan la contribución de diferentes disciplinas y competencias es cada vez mayor. Este es, evidentemente, el caso de las investigaciones sobre el medio ambiente, pero también el de numerosos trabajos de investigación tanto en biología como en física, incluso en física de las altas energías. No es de extrañar, pues, que el Roslin Institute de Edimburgo, que reprodujo mediante clonación a la oveja Dolly, se declare dedicado a la investigación fundamental, y albergue al mismo tiempo a la firma PPL Therapeutics, cuya vocación es explotar los resultados de la investigación en el terreno comercial: se invoca así, bajo el mismo techo, el desarrollo del saber y las fluctuaciones de las acciones en la Bolsa. Otro ejemplo del mismo tipo es el de la Sociedad Transgène, que asocia a los investigadores del Institut Pasteur y del Institut Mérieux en la conquista de las terapias genéticas comercializables: así como las fronteras entre la ciencia y la tecnología son cada vez menos nítidas, las fronteras entre el saber como valor y el saber como mercancía tienden también a borrarse.

Esto nos lleva a considerar los importantes cambios que se han producido tanto en la *naturaleza* como en la *práctica* de la investigación científica. Las disciplinas que dominan el escenario no

son ya las mismas ni, por consiguiente, los interlocutores en los gobiernos, a quienes, por cierto, se les pide que cambien de estilo y de argumentos en sus discursos: las ciencias de la información y de la comunicación se han impuesto, junto con la biología molecular, sobre la física, cuyas posibles aplicaciones quedan cada vez más postergadas debido al costo prohibitivo de los instrumentos y experiencias que supondrían. Al faltar el estimulante de la guerra fría, los mega aceleradores de partículas y el dominio de la fusión han dejado de ser prioritarios, y las condiciones necesarias para aprovechar la supraconductividad son tan difíciles desde el punto de vista técnico y tan onerosas que es legítimo pensar que no veremos sus aplicaciones antes de mucho tiempo. La sensación de urgencia ha desaparecido con el retroceso de los fantasmas apocalípticos de una nueva guerra mundial, y los Parlamentos se muestran sencillamente más cautos - o menos ciegos - en los favores que consienten a los científicos. Las ciencias y las autopistas de la información cobran aún más protagonismo en la medida en que constituyen, como antaño los ferrocarriles y la termodinámica, la fuente de las mayores especulaciones bursátiles.

De hecho, las condiciones de producción de los nuevos conocimientos, competencias y capacidades, al igual que los lugares en los que éstos nacen y se desarrollan, se parecen *muy poco* a lo que eran hace apenas medio siglo. Los actores, el escenario, los instrumentos, los medios de comunicación no son los mismos; las actividades de investigación científica y técnica constituyen un verdadero *sistema de redes*, en el que equipos de investigadores cada vez más especializados, y laboratorios públicos y privados, universitarios e industriales, están en una constante relación de intercambios recíprocos: es precisamente en la institución científica en donde la Internet ha contribuido más a acelerar la cooperación y el la explotación compartida del saber. Por otra parte, si bien la formación para la investigación supone partir de una disciplina determinada, en la práctica la investigación recurre cada vez más a diferentes disciplinas, con transferencias de saberes y de competencias de una disciplina a otra sobre problemas que se abordan según una lógica que asocia inexorablemente las competencias y las capacidades de varias disciplinas.

El ámbito que ilustra mejor esta evolución de la investigación científica hacia una práctica inter y multidisciplinaria es sin duda el de los nuevos materiales (materiales semiconductores, conductores y fotosensibles, cristales, productos químicos ultrapuros, resinas y cerámicas nuevas, etcétera). Así como la realidad no conoce las subdivisiones disciplinarias, los problemas que plantean los nuevos materiales, creados para satisfacer las necesidades de la industria, la economía y la defensa, no pueden ser resueltos por una sola disciplina. Tan cierto es esto último que, desde los años cincuenta, los esfuerzos que han hecho la mayoría de los países europeos y el Japón, siguiendo el modelo estadounidense (con mayor o menor éxito), han apuntado a provocar una mayor interacción entre las disciplinas, en el marco universitario, en tres dimensiones: interacción de las propias disciplinas (acercamiento entre física, química, biología, matemáticas, etcétera), de las instituciones (acercamiento entre universidades, industrias y laboratorios gubernamentales) y de los investigadores (acercamiento entre científicos, ingenieros y administradores).

Esto es lo que algunos sociólogos de la ciencia han llamado el "modo 2" de la producción del saber, por oposición al "modo 1" que correspondería a un estado de la institución, a prácticas y modelos de evaluación que, más que superados, han sido puestos a competir con otros

(Gibbons *et alii*, 1994). El “modo 1” perdura en las universidades porque éstas siguen siendo el centro de investigaciones que no están sometidas a demandas urgentes y porque la contratación de docentes

que defienden en ellas sus tesis de doctorado se hace la mayoría de las veces sobre una base disciplinaria. Existen, desde luego, razones que explican la inercia del "modo 1", en particular la exigencia de una formación rigurosa en una disciplina y mediante el dominio de ella, aunque ciertas disciplinas científicas se han vuelto tan complejas y tan ricas en nuevos saberes acumulados que el tiempo de los estudios universitarios ya no es suficiente para dominarlas. Esto no impide que el "modo 2" generalice prácticas de formación e investigación que asocian cada vez más estrechamente la parte cognoscitiva y la parte institucional del proceso de descubrimiento, en el marco de programas que apelan a varias disciplinas y a diferentes tipos de competencias técnicas para encontrar soluciones a problemas de orden económico y social. Es el caso, en particular, de las investigaciones que se llevan a cabo en el ámbito de las biotecnologías, que no se pueden, de ninguna manera, reducir estrictamente a investigaciones fundamentales o aplicadas. Por otra parte, la alianza entre lo cognoscitivo y lo institucional se realiza de manera natural entre la universidad y la industria, cuyos vínculos son cada vez más estrechos.

La evolución contemporánea de ciertas universidades estadounidenses confirma esta tendencia según la cual el "modelo académico" de investigación científica estaría caduco. En Berkeley se construyen dos enormes edificios destinados a albergar y a hacer trabajar en conjunto a investigadores procedentes de diferentes departamentos - matemáticas, física, química, biología molecular - y se han creado quince nuevos puestos de profesores para estimular la integración de las investigaciones en programas interdisciplinarios (Service, 1999). "Romper" la estructura en departamentos de las universidades es exactamente el objetivo para aprovechar las nuevas fronteras que entreabren la genómica, la biofísica, las ciencias del cerebro y las nanotecnologías. No está demás precisar que este programa, que data de 1999 y cuyo costo se estima en más de 500 millones de dólares, es financiado por fondos privados. De hecho, desde hace algunos años, los fondos públicos, en particular los de la National Science Foundation, tendían a orientar las investigaciones hacia una red de centros interdisciplinarios. Harvard, Stanford y Princeton se esfuerzan a su vez por acabar con las viejas barreras disciplinarias para enfrentar, en diferentes niveles, problemas cuya solución escapa a los enfoques disciplinarios tradicionales. Así el "modo 2" responde actualmente tanto a las necesidades epistémicas nacidas del desarrollo conjunto de la ciencia y la tecnología como a las aspiraciones de las empresas industriales que buscan acelerar el paso de los descubrimientos a las innovaciones.

De esta manera, en todas partes el contrato entre ciencia y sociedad se está volviendo a negociar y es imposible no tener en cuenta que esto plantea inmensos problemas, en particular para los investigadores universitarios. La disminución relativa de los recursos procedentes de fondos públicos destinados a la investigación fundamental conduce a las universidades a depender cada vez más del apoyo de la industria. El horizonte de utilidad y de competitividad comerciales en el que dicho apoyo se brinda pone en entredicho la autonomía que reivindican para sí los investigadores de los laboratorios universitarios. Las nuevas formas de subvención y de producción del conocimiento no solamente modificarán el funcionamiento de las instituciones dedicadas a la investigación, sino que amenazan también con comprometer los valores que hasta ahora ha cultivado el mundo académico: por

ejemplo, restringiendo la publicación de los descubrimientos, los derechos de propiedad intelectual y el libre acceso de todos los investigadores a los resultados de la investigación universitaria, o bien provocando conflictos de intereses a partir de una vinculación demasiado estrecha con los organismos que subvencionan la investigación. Esto hace que los descubrimientos aparezcan cada vez más como *objetos mercantiles*, que no se distinguen ya casi de las aplicaciones compradas y vendidas en el mercado.

El desafío de la credibilidad

Un aspecto aún más profundo es el hecho que, así como el cambio de contexto y de orientación pone en entredicho la autonomía de los investigadores universitarios, su aspiración al aislamiento respecto de la sociedad es cada vez menos sostenible. Hasta hace muy poco eran numerosos los científicos que rechazaban toda responsabilidad en los problemas que planteaban las aplicaciones de sus trabajos de investigación, amparándose en exigencias profesionales o filosóficas. Como científicos, en definitiva, la práctica de la investigación no los ponía en relación sino con la verdad, o bien con sus carreras. Pero si las cosas salían mal, era problema de "otros" - empresarios, ingenieros, banqueros, militares o políticos - es decir de aquellos que "no hacían buen uso de la ciencia". Por cierto, el recurso a los gases asfixiantes durante la Primera Guerra Mundial ya había abierto una brecha en esta buena conciencia. Pero las cosas cambiaron radicalmente con la utilización del arma atómica: como dijo Robert J. Oppenheimer, "con Hiroshima la física conoció el pecado". El alcance planetario de los problemas que plantea la sobreabundancia y la enormidad de este armamento condujo a algunos científicos a comprometerse en la lucha contra la proliferación y la amenaza de una "escalada extrema", (Salomon, 1989; Schweber, 2000).

Asumiendo, en el marco de las Conferencias Pugwash o fuera de él, la idea de la responsabilidad social del científico, algunos influyeron en las decisiones estratégicas de los gobiernos y aportaron su contribución a las negociaciones de los tratados que permitieron reducir dicha amenaza. (Rotblat, 1967; Kubig, 1996)¹. Pero otros, la mayoría, de hecho, sencillamente aprovecharon el generoso apoyo de los militares para llevar a cabo sus investigaciones con la mejor conciencia del mundo, aun cuando desembocaran en la posibilidad de un cataclismo nuclear. Amparados en la coartada de la búsqueda del saber, la seguridad de sus países, para ellos, dependía sólo de las soluciones estrictamente técnicas que permite el progreso de los conocimientos científicos. Como dijo en 1995 Sir Michael Atiyah en el discurso que pronunció con motivo del término de su mandato de presidente de la Royal Society, la complacencia de ciertos científicos respecto del complejo militar-industrial no estaba lejos de parecerse a la prostitución. Denunciaba, entre otras desviaciones y en términos que la extrema izquierda de la época de la guerra fría no habría desaprobado, el costo económico de las armas atómicas y el papel que los científicos desempeñaron en la construcción y el desarrollo del arsenal nuclear que, subrayaba, ha menoscabado de manera desmesurada la integridad de la comunidad científica: "El incremento de la colaboración con los Estados, por motivos a la vez militares e industriales, nos ha sido sin duda provechoso, pero ha habido que pagar un precio por ese apoyo, y la sospecha con la que el público nos considera es una de las consecuencias de ello.(...) Nosotros, científicos, nos encontramos actualmente confrontados a un interrogante crucial: ¿cómo comportarnos respecto del gobierno y la industria para obtener nuevamente la confianza del público? Nos hará falta un poco de humildad. Nada sacamos con sostener que el público está mal informado y que sería necesario

reeducarlo." (Atiyah, 1995).

Esto equivalía a descubrir la complejidad y las dificultades de los nuevos papeles ejercidos por los investigadores como productores de conocimientos y de aplicaciones que pueden influir directamente en la marcha del mundo. Papeles que los hacen salir de los laboratorios como

expertos, estrategas, consejeros de los poderes políticos y de los estados mayores militares o industriales, pero también como simples ciudadanos cuya experiencia contribuye a la información general del público. Estamos lejos de la divisa de la Royal Society que les prohibía originalmente "opinar sobre moral y política": por el contrario, la institución científica en su conjunto está cada vez más comprometida en debates de orden político y ético. Se ha hablado, en este aspecto, del dilema de la *doble lealtad*, la que el científico debe, como ciudadano, a la salvación de su patria y la que debe, como hombre entre otros hombres, al destino de la humanidad o, como investigador, a la idea de la ciencia internacional "más allá de las fronteras"

(Keynan, 1998). Desde esa época, los nuevos papeles de los científicos y los dilemas que suponen han dejado de estar circunscritos a los debates estratégicos sobre el *arms control* y se han extendido a muchos otros sectores de la investigación científica.

Esto se ve particularmente hoy día en el ámbito biomédico, en el que se plantean interrogantes ante cuya novedad tanto juristas, como representantes de las comunidades religiosas, filósofos y políticos carecen de respuestas. ¿Cómo podrían los científicos decir - o decirse - que "no tienen nada que ver" y desinteresarse de estos debates que el propio desarrollo de la investigación provoca tanto en el plano nacional como internacional? El proceso de la evaluación social de la tecnología, el *technology assessment*, no supone únicamente la idea de una evaluación, sino también la de un proceso - la fórmula, de hecho, remite al modelo de un tribunal (en francés, sería *les assises*...). Ahora bien, en este tribunal, hoy día, la ciencia y no sólo la tecnología se encuentran en el banquillo de los acusados, en un proceso que tiene lugar no solamente en el exterior sino también en el *propio seno* de la comunidad científica. De esta manera, la idea de progreso sin fronteras, que ha alimentado el auge y el triunfo de la institución científica, parece actualmente retroceder ante la idea de una frontera impuesta a la acción de la ciencia: la necesidad de ejercer un control social sobre la investigación irrumpe en el territorio antaño exclusivamente reservado a los debates entre investigadores.

Los tiempos han cambiado de verdad: el rechazo de la *responsabilidad social* de los investigadores resulta cada vez más difícil e infrecuente. El nuevo contrato requiere que los problemas que los propios adelantos de la investigación científica imponen a la sociedad sean mejor tomados en cuenta, esto es que lo sean a tiempo, *entre la incertidumbre y la irreversibilidad*, y por lo tanto que se los conozca mejor. De ello depende no sólo el futuro de nuestras sociedades democráticas sino la supervivencia de la humanidad en un planeta cuyo desarrollo, y quien dice desarrollo dice futuro, corre el riesgo de no ser "sostenible". "El mundo de fines del siglo XX es fundamentalmente diferente del mundo en el cual la empresa científica actual se ha desarrollado. Los desafíos que se plantean a la sociedad son formidables y exigirán de la comunidad científica una información, un saber, una sabiduría y una energía considerables. Contentarse con actuar como de costumbre no será suficiente". Éste es exactamente el mensaje que la presidenta de la American Association for the Advancement of Science formuló al tomar posesión de su cargo (Lubchenco, 1997). Y agregaba que si los científicos esperan un apoyo público de la sociedad, deberían a partir de ahora dedicar una mayor parte de sus capacidades y de sus talentos a la solución de los problemas que enfrenta dicha sociedad.

Fin de siglo, fin de la inocencia: ciertamente, la ciencia no es ajena a las amenazas que pesan

sobre el mundo. Pero esto no significa en absoluto el fin de la historia: el fin de la inocencia de la ciencia no supone el fin de la historia, ésta por el contrario se renueva en función del escenario completamente inédito que los adelantos de la ciencia y la tecnología edifican ante nuestros ojos.

Por muy desacreditada que esté la idea de progreso, no escaparemos ni a las conquistas imprevisibles y equívocas del progreso científico y técnico, ni a las incertidumbres y sorpresas de la historia. Debemos enfrentar un mundo nuevo y desconocido, sin ninguna de las ilusiones que mantuvieron al positivismo en la idea de que la ciencia lo puede todo, incluso transformar la naturaleza del hombre o hacer coincidir irrevocablemente el progreso material con el progreso moral. Después del fantasma del "hombre nuevo" que las filosofías de la historia pretendieron construir, ¿cederemos ahora ante el del hombre numérico, neuronal o biónico elaborado por los nuevos demiurgos de la ciencia? Dejemos ese fantasma al imaginario de los autores de ciencia ficción y admitamos que si la ciencia no nos transforma en dioses, la precaución, lejos de significar una descalificación de la inteligencia, es sencillamente la sabiduría de los límites. A veces nos preguntamos con angustia en qué nos transformará el progreso científico y técnico: aún nos falta identificar y elaborar los medios para saber mejor aquello que podemos, y sobre todo debemos, hacer nosotros con él.

Traducido del francés

Nota

1. En 1954, Bertrand Russel publicó un manifiesto, firmado por Einstein dos días antes de su muerte, contra los riesgos de la escalada de los armamentos nucleares. Como consecuencia de ese manifiesto, en 1957 el industrial Cyrus Eaton recibió a un grupo de científicos venidos del Oeste y del Este en su pueblo natal, Pugwash, en Nueva Escocia. De allí proviene el nombre dado a estas reuniones, que se renuevan cada año fuera de Pugwash con arreglo a una organización muy flexible. En el momento crucial de la guerra fría, esas reuniones entre científicos de ambos bandos permitieron preparar los primeros tratados de reducción de los armamentos nucleares, así como las primeras negociaciones que pusieron fin a la guerra de Viet Nam. En 1995, el Premio Nobel de la Paz fue otorgado a las Conferencias Pugwash y a su Secretario General, Joseph Rotblat.

Referencias

ATIYAH, M (SIR) "Anniversary Address by the President" (Discurso de aniversario del Presidente), suplemento de la *Royal Society News*, volumen 8, nº 6, noviembre de 1995, págs. I-IV.

DALTON, R., "Clinton proposes \$ 2,8 billion increase in science funding" (Clinton propone un incremento de 2 800 millones de dólares para financiar la ciencia), *Nature*, 2000, volumen 403, pág. 349.

GALBRAITH, J.K., *Le nouvel État industriel* (El nuevo Estado industrial), Gallimard, París, 1967, pág. 334.

GIBBONS, M. *et alii*, *The New Production of Knowledge: The Dynamic of Science & Research in Contemporary Societies* (La nueva producción del conocimiento: la dinámica de la ciencia y de la investigación en las sociedades contemporáneas), Sage, Londres, 1994.

KEYNAN, A., "The Political Impact of Scientific Cooperation on Nations in Conflict: An Overview" (El impacto político de la cooperación científica en las naciones en conflicto: un

examen de conjunto), en Cerreno, A.C. y Keynan, A., *Scientific Cooperation, State Conflict: The*

Role of Scientists in Mitigating International Discord, Anales de la New York Academy of Sciences, 1998, volumen 866, págs.4-6.

KUBIG, B., W., *Communication in the Cold War, The Pugwash Conferences, the U.S-Soviet Study Group and the ABM Treaty: Natural Scientists as Political Actors: Historical Successes and Lessons for the Future* (La comunicación durante la Guerra Fría. Las Conferencias Pugwash, el Grupo de Estudios Soviéticos de los Estados Unidos de América y el Tratado sobre la limitación de los sistemas de proyectiles antibalísticos. Los científicos como actores políticos: logros históricos y lecciones para el futuro), Peace Research Institute, Francfort, 1996.

LUBCHENCO, J., "Entering the Century of the Environment: A New Social Contract for Science" (En el umbral del siglo del medio ambiente: un nuevo contrato social para la ciencia), *Science*, nº279 (23 de enero), 1997, págs. 491-497.

OST (Observatorio de las ciencias y de las técnicas), *Science & Technologie : Indicateurs 2000* (Ciencia y tecnología: indicadores para el 2000), Economica, París, 2000.

ROTLAT, J., *Pugwash: A History of the Conferences on Science and World Affairs* (Pugwash: una historia de las Conferencias sobre ciencia y problemas mundiales), Academia Checa de Ciencias, Praga, 1967.

SALOMON, J.-J., comp., "La terreur et le scrupule" (El terror y el escrúpulo), en *Science, guerre et paix*, Economica, París, 1989, págs. 9-35.

SCHWEBER, S.S., *In the Shadow of the Bomb: Oppenheimer, Bethe and the Moral Responsibility of the Scientist* (A la sombra de la bomba: Oppenheimer, Bethe y la responsabilidad moral de los científicos), Princeton University Press, Princeton, 2000.

SERVICE, R. F., "Berkeley Puts All Its Eggs in Two Baskets" (Berkeley pone todos sus huevos en dos canastas), *Nature*, volumen 286, 1999, págs. 226-227.