

Revista Vectores de Investigación

Journal of Comparative Studies Latin America

ISSN 1870-0128

ISSN online 2255-3371

Eduardo Primo Yúfera

**INTERACCIÓN ENTRE CIENCIA Y SOCIEDAD
INTERACTION BETWEEN SCIENCE AND SOCIETY**

Vol. 3 No. 3, 103-115 pp.

**Eduardo Primo
Yúfera**

Exdirector del
Consejo Superior
de Investigación
Científica, España

*Palabras claves:
ciencia, sociedad,
política científica*

Interacción entre ciencia y sociedad

INTERACTION BETWEEN SCIENCE AND
SOCIETY

ENVIADO 17-03-2011 / REVISADO 21-04-2011
/ ACEPTADO 11-05-2011

RESUMEN Conocido es de que los avances científicos influyen decisivamente en los modos de vida del hombre; del estudio de esta relación ha surgido la sociología de la ciencia, disciplina moderna que ha dado lugar a numerosos artículos y libros debidos a sociólogos tan eminentes como Robert K. Merton, Barry Barnes, C.P. Snow, Th. S. Kuhn, L. Sklair, J. Den David, J. Bernal...

ABSTRACT It is known that scientific advances decisively influenced the way of life of men; the

study of this relation has brought forth the science of sociology, and modern discipline has given rise to numerous articles and books dedicated to eminent sociologists such as Robert K. Merton, Barry Barnes, C.P. Snow, Th. S. Kuhn, L. Sklair, J. Den David, J. Bernal...

1Ciencia y sociedad

La ciencia tiene credibilidad y produce admiración y temor. Hoy, todos los hombres cultos admiten, como artículos de fe, los descubrimientos científicos. Creemos que la velocidad de la luz es de 300.000 km/s, que la distancia al Sol es de 149 millones de km (salvo una arriscada vieja baturra que decía: "¡Vayaj, ¿y quién los ha contado?"), que el DNA es la materia de los genes y tiene la forma de una doble hélice; creemos en el sistema solar y en las galaxias, porque lo han dicho los científicos, aunque no entendamos nada de ello. Tenemos fe en la ciencia y en los científicos y un alto grado de admiración por sus figuras más señeras.

La fe en la ciencia es necesaria para la sociedad, porque el profesional ha de actuar con los conocimientos de su tiempo: el médico con la ciencia médica actual, un laboratorio de criminología ha de dictaminar con los medios de

Centro de Investigación Estudios Comparados / **Revista Vectores de Investigación 3**
hoy, como también un químico que informe sobre un residuo tóxico en un alimento, y lo que se les puede exigir es que se ajusten a la ciencia consolidada de su época.

106 Además, la ciencia tiene prestigio y causa respeto que, en parte, nace de que la sociedad sabe que los países de ciencia más avanzada son los que gozan de más altos niveles de riqueza. En encuestas realizadas entre la población francesa aparecen, como motivaciones preferentes para el prestigio de Francia:

- 1 La cultura y la lengua.
- 2 Las realizaciones científicas.
- 3 Nivel de vida.
- 4 Nivel económico.

Pero la trascendencia social de lo científico, a su vez, produce una corriente de influencia de la sociedad sobre la ciencia, que actúa sobre las directrices de ésta y ha creado la conciencia de que las necesidades humanas deben definir los objetivos del avance científico.

Así, sir Julián Huxley decía: “La forma y dirección que la ciencia adopta están determinadas, en gran medida, por las necesidades sociales y económicas del lugar y el periodo”.

La ciencia no es el género descarnado de actividad que algunos imaginan, empeñada en la tarea abstracta de buscar la verdad universal, sino una función social íntimamente vinculada con la historia y el destino humano. Y cuanto antes los científicos, como conjunto, comprendan esto y organicen sus actividades sobre esta base, tanto mejor será para la ciencia y para la sociedad.

Y en una entrevista hecha al primer ministro francés M. Rocard manifiesta:

Muchos de los problemas mayores de nuestra sociedad están hoy asociados a grandes retos científicos y tecnológicos, que son —o deben ser— temas motores de la investigación... la investigación debe ser implicada en los problemas de nuestra sociedad, en las preocupaciones de los ciudadanos.

La investigación no se integrará en la sociedad si no alcanza a responder a la “demanda social” (Anónimo, 1991).

1.2 Los efectos de la tecnología

La ciencia llega a la gente, sobre todo, a través de la tecnología; hay un efecto social de los cambios científicos, a través de la secuencia

ciencia —> tecnología —> vida —> sociedad

Para el hombre de la calle, ciencia es lo que ve funcionar: la televisión, la exploración médica por ultrasonido, el lanzamiento de satélites, los medicamentos, los plásticos, las nuevas fibras textiles, etc.; pero este hombre corriente no se detiene a pensar en la auténtica ciencia que hay detrás de todas estas innovaciones tecnológicas y la desconoce.

Así, a través de la tecnología, la ciencia es juzgada según el beneficio y la escala de valores de cada uno: los avances de la medicina o la degradación de la naturaleza, la robótica o el paro, el consumo de bienes de lujo o la contaminación del medio, etc. Pero, a fin de cuentas, en los países desarrollados casi nadie puede escapar a la realidad de una sociedad tecnológica, que condiciona nuestra vida en el hogar, en el trabajo, en el ocio y en nuestra economía, necesidades y deseos.

De este modo, la ciencia limita nuestra libertad; se habla de un determinismo tecnológico y hasta se dice que los gobiernos sólo pueden moverse en un estrecho margen de decisión. Pero, por otra parte, la ciencia nos hace más libres: el conocimiento es libertad, disminuye nuestros miedos a lo desconocido, nos libera de enfermedades, nos da más tiempo para el ocio, elimina las limitaciones de las distancias, aumenta nuestras posibilidades de elección, es decir, nuestros horizontes de vida, etc. (Medawar, 1993).

Con este claroscuro, algunos discuten la bondad del avance científico, pero nadie prescinde de los beneficios de la técnica, y sus mayores detractores gozan de la calefacción, del automóvil, de los plásticos y de otras comodidades contaminantes.

El hecho de que la tecnología cambia rápidamente en nuestros días, también imprime su sello en la sociedad actual; el envejecimiento de las técnicas¹ y la oferta continua de novedades de consumo influyen mucho en la vida familiar, en los hábitos individuales y colectivos, en los objetos de deseo, en los ideales y en las economías.

1.3 Buenas y malas consecuencias de la ciencia

La ciencia, como conocimiento del universo, es intrínsecamente buena, pero sus derivaciones tecnológicas pueden ser buenas o malas. Por ejemplo, el conocimiento del núcleo atómico es un bien, pero su aplicación destructora es un mal; el conocimiento del genoma humano será un bien y, si se aplica a la prevención de las enfermedades hereditarias, producirá otro bien, pero una posible aplicación con fines racistas sería mala.

Generalmente, las nuevas tecnologías tienen componentes favorables y desfavorables y es la proporción de ambos lo que debe determinar su aceptación. Por ejemplo, los insecticidas químicos han permitido el aumento de la producción de alimentos, pero también contaminan el medio y producen alteraciones de los equilibrios ecológicos. Algunas encuestas de opinión, europeas y americanas, indican que alrededor de 2/3 de la población piensan que la ciencia y la tecnología aportan a la humanidad más beneficios que perjuicios y 1/3 opina que tantos perjuicios como beneficios.

¹ El peso de una cámara de vídeo pasó de 5 kg a 400 g en tres años. Del disco de polivinilo al DVD han transcurrido menos de diez años, se puede indicar mucho más ejemplos sobre la aplicación de internet y la telefonía móvil.

1.3.1 Los efectos a largo plazo

En algunos casos, los efectos indeseables de la ciencia son imprevisibles; por ejemplo, cuando se descubrieron los hidrocarburos fluoro-clorados y su empleo como propulsores-nebulizadores y líquidos frigoríficos (freones), se habían encontrado los productos ideales, efectivos, baratos y no tóxicos; se anunciaban con una fotografía de un recipiente de vidrio, dentro del cual cantaba un jilguero, y el pie decía “este jilguero está viviendo en una atmósfera formada por 21% de oxígeno y 79% de freon”. Cuarenta años más tarde se descubre que destruyen la capa de ozono que nos protege de la radiación ultravioleta solar y han de prohibirse.

Cuando se descubrió el DDT, tuvo un éxito asombroso; acabó con la epidemia de tifus exantemático que asolaba a las tropas aliadas en el frente italiano y con la de malaria en los frentes orientales, ambas transmitidas por insectos; a Müller, su descubridor, le otorgaron el premio Nobel y para la agricultura era ideal: efectivo, barato y persistente; sin embargo, por no degradarse, se acumula en el medio natural y también se ha prohibido su uso.

También hay grupos de investigación que persiguen aplicaciones tecnológicas (drogas peligrosas, guerra bacteriológica, gases letales, armas de genocidio, etc.) que son intrínsecamente malas para la humanidad, aunque algunas se traten de justificar por razones de seguridad nacional y defensa.

Otras veces, los efectos perjudiciales de las nuevas tecnologías pueden ser previstos, pero la prisa para utilizarlas, las exigencias económicas de las empresas, la dura competencia, la ambición de ganancias rápidas, o simplemente la ignorancia, hace que los trabajos de I+D no se terminen del todo ni se comprueben críticamente los resultados, eludiendo la grave responsabilidad social que implica la introducción de una nueva tecnología. Un ejemplo trágico de esta actitud fue la talidomida.

Otro caso es la degradación de la naturaleza producida por la introducción de nuevas tecnologías; por ejemplo, en el desarrollo de los insecticidas, que se inicia en los años cuarenta, no se tuvieron en cuenta los efectos sobre el medio y el equilibrio ecológico; sólo en los años ochenta se empieza a hablar de “agricultura ecológica” y se desarrollan los nuevos métodos de lucha llamados “biorracionales”, para compaginar las necesidades de producción masiva de alimentos con el respeto a la naturaleza. En esta línea está la reciente declaración del gobierno holandés [en los noventa] que es ejemplo de esta nueva mentalidad:

Sólo una política activa de control de los efectos nocivos para el medio ambiente podrá mantener a la agricultura holandesa en su éxito actual. Tratando de tomar diez años de adelanto sobre las otras naciones europeas, en materia de gestión de la contaminación, los Países Bajos podrán conservar su rango en el mercado agrícola internacional.

El sitio de un país, en este mercado, dependerá del dominio de los problemas ecológicos de su agricultura.

Otro aspecto de los efectos sociales de la tecnología es su repercusión en el desempleo; hay un balance delicado entre la mejora de la productividad y el aumento de desempleo que, para cada tecnología y cada sociedad, puede ser favorable o desfavorable; es difícil predecir o estimar este balance, pero lo peor es que casi nunca se toma en consideración a la hora de innovar.

Así pues, se plantea la siguiente cuestión: ¿se puede discernir, a priori, si los objetivos de un programa de investigación serán beneficiosos para la humanidad? ¿Se puede estimar el balance beneficio/ daño de sus efectos? ¿Las ciencias sociales y económicas están bastante avanzadas para contribuir a esta estimación previsoras? Mi opinión es que, sólo en términos muy generales y con escasa validez en casos problemáticos, se pueden hacer predicciones.

Sin embargo, parece cierto que, en el futuro, el bienestar social será el motor principal del desarrollo tecnológico y que algún control de la sociedad decidirá que el beneficio para la humanidad tenga preferencia sobre el beneficio de los grupos que invierten en I+D como fuente de ganancias.

La enfermedad, el hambre, el medio natural, la energía, etc., y, en las ciencias del hombre, la angustia, la violencia, la agresividad, la drogadicción, la depresión, etc., serán objetivos preferentes de la investigación científica y tecnológica; y aquellos otros que crean nuevas necesidades artificiales, los de armamento y medios de destrucción o aquellos cuya finalidad primordial es obtener beneficios económicos desproporcionados, serán menos favorecidos por la presión social.

En esta nueva línea de la previsión de los efectos buenos y malos de la investigación, se creó en la Unión Europea el programa FAST (Forecasting and Assessment in Science and Technology) y la acción EURETA (European Regional Technology Assessment) dirigidas a promover la preocupación por los efectos sociales de la ciencia y la tecnología, pero ambas parecen llevar una vida lánguida y los avances son escasos. En la revista *Eureta-Newsletter* escribí hace unos años lo siguiente:

Se plantea, en primer lugar, una importante cuestión: ¿en qué punto del proceso innovador puede realizarse un "assessment" sobre la trascendencia de su aplicación? ¿De qué forma se puede influir para evitar los efectos perjudiciales de la innovación, que es la culminación de todo este proceso?

Es evidente que no se puede cuestionar ni la libertad ni la conveniencia de la investigación (es decir, de un determinado proyecto de investigación) en el campo de la ciencia básica, porque su finalidad es, pura y simplemente, aumentar el conocimiento del universo y esto es siempre una motivación noble. Quiero decir que la ciencia es siempre buena, aunque sus aplicaciones pueden ser buenas o malas, beneficiosas o perjudiciales para la humanidad.

Parece, por tanto, que la evaluación del balance beneficio/daño, del desarrollo tecnológico innovador, no podría realizarse antes de la 2ª fase, y sería posible en tres momentos:

110

- A Al planificar el proyecto de investigación aplicada.
- B Al llegar a la fase del desarrollo tecnológico de sus resultados o
- C Al decidir su explotación industrial innovadora (Primo, 1989).

La consideración de los beneficios o daños de los resultados buscados, en un proyecto de investigación aplicada, pertenece a la libertad y la ética del investigador y de quienes contratan sus servicios. El peso de los factores morales y humanitarios, en la selección de los objetivos de un grupo investigador, es la cuestión clave para el problema que nos ocupa; y la sociedad no puede influir en estas decisiones, si no es mediante un sistema educativo que vaya creando, en cada profesional, la conciencia de su misión de servicio a su pueblo y a la humanidad. Pero, aun contando con una elección "bona fide", es difícil prever todas las posibilidades de que aparezcan efectos negativos en la aplicación de los resultados.

Por otra parte, la evaluación beneficio/daño difiere según las circunstancias socioeconómicas en que se aplica. A los pocos años de prohibir el DDT, varios países del sur de Asia tuvieron que autorizarlo de nuevo, ante el explosivo aumento de casos de malaria.

Más posibilidades de control tiene la fase de desarrollo tecnológico, porque exige inversiones grandes, que son decididas por las empresas o por los gobiernos; pero, aun en esta fase, la prospección de los efectos es difícil. Además, la competencia tecnológica obliga a las empresas a innovar para subsistir, en una carrera veloz que no es compatible con ensayos a largo plazo de los nuevos productos y procesos; ensayos que podrían dar información sobre daños imprevistos, efectos ecológicos, efectos tóxicos remotos, influencia sobre la calidad de vida, etc.

También son difíciles de evaluar los efectos socioeconómicos de las nuevas tecnologías: mejora de la competitividad de la empresa, incremento de la producción, mejora de la economía general, abaratamiento de los productos, etc., frente a: aumento del paro, incremento de la desigualdad social, etc.

Así pues, la evaluación del balance beneficio/daño de la innovación no es fácil y las posibilidades de tomar medidas para mejorarlo son limitadas; en cualquier caso, estas medidas son más costosas cuando el proceso investigador está en sus fases más avanzadas y se han realizado inversiones muy importantes.

Sin embargo, los gobiernos pueden emprender acciones para mejorar el problema: una educación universitaria para implantar, en los investigadores, la conciencia de la trascendencia de sus investigaciones y de la necesidad de evaluar la posibilidad de causar daño; el estudio de los valores negativos posibles de las innovaciones tecnológicas y de su peso en el progreso de la humanidad, con realismo y sin consideraciones secundarias; finalmente, una legislación sobre las diferentes causas de

daño, que pueda obligar a que una determinada innovación no sea autorizada o deba someterse a condiciones específicas.

Muchos grupos investigadores tienen muy en cuenta estos principios e incluso tratan de encontrar tecnologías alternativas a las que, estando actualmente en uso, tienen graves inconvenientes. La investigación de métodos no contaminantes, para la lucha contra las plagas del campo, es un buen ejemplo de programa de trabajo que está planificado para corregir los daños secundarios de una tecnología ya establecida.

1.4 El desconocimiento social de la ciencia y el interés creciente por las conquistas tecnológicas

Nuestra sociedad tiene una escasa cultura científica; incluso entre las personas cultivadas, los grandes principios científicos de nuestro tiempo son ignorados y muchos “hombres de letras” desconocen el segundo principio de termodinámica, el código genético o la naturaleza de los materiales poliméricos, lo que equivale, en el campo de las humanidades, a no saber nada del Renacimiento, de Lope de Vega o de Platón. Es fácil comprobar también que, salvo excepciones, las élites políticas y económicas carecen de los conocimientos básicos de la ciencia de nuestro tiempo y, lo que es peor, ignoran cómo se producen y cómo se pueden utilizar para los fines del buen gobierno.

Este desconocimiento general se debe, probablemente, a que el lenguaje científico es esotérico y utiliza símbolos y términos especializados y aunque, en su esencia, los conceptos son sencillos y asequibles, se presentan en términos abstractos y complicados. En general, los científicos no saben explicar la ciencia y hacerla inteligible para una persona normal, y esta carencia aleja al científico de la sociedad.

Esta afición al lenguaje críptico de los científicos es antigua; Leonardo da Vinci escribió muchas notas en sentido inverso, para ocultar sus ideas y leerlas, él, en un espejo.

Luego está el lenguaje greco-latino de la medicina y las jergas restrictivas de tantas especialidades.

Pero, ahora, todo se complica más con las abreviaturas y las siglas agobiantes que proliferan en los artículos y hasta en los anuncios de material científico, donde más claridad se podría esperar.

Los “quark” ya tienen aroma y color; aparecen los “fullerenos” y “bucky-balls”, nuevas moléculas de carbono cuyo nombre alude a formas del arquitecto Buckminster Fuller; la técnica inmunológica “southern-blot” debe su nombre al profesor Southern, pero las técnicas derivadas ya se llaman northern-blot, etc.

Estos lenguajes restringidos contribuyen también a lo que se ha llamado “balkanización” de la ciencia y a que, cada vez, los científicos entiendan menos de más cosas (Levy, 1992).

Tampoco en el bachillerato se hace entender la ciencia, cuando se pretende introducir en su docencia la jerga y la simbología especializadas, preocupándose demasiado por el rigor y poco por la pedagogía; y es que, verdaderamente, enseñar ciencia es muy difícil. Por otra parte, se obliga a tragar demasiada información vana, llena de dificultades inútiles y farragosas, cuyo único destino es el examen y, tras él, el olvido; de lo que cabría demandar graves responsabilidades a los sucesivos legisladores y a los profesores demasiado “excelsos”.

Tampoco en la universidad existe una enseñanza de la ciencia de carácter cultural y no especializado; así, luego, no hay comunicación entre la cultura humanística y la científica, lo cual es, socialmente, un defecto grave. El caso es que, ahora, cuando la interdependencia entre la ciencia y la sociedad es mayor, la incompreensión abismal entre ambas es más insalvable.

Sin embargo, la mayoría de las personas opinan que, para ser cultos, necesitan un buen conocimiento del saber científico fundamental y desean adquirirlo pero, posiblemente, no encontrarán buenas fuentes para hacerlo.

La divulgación de la ciencia es muy difícil; hay muy buenas revistas de alta divulgación pero, incluso en ellas, muchos artículos son ininteligibles para los no especialistas. En cambio, no hay buenas revistas de divulgación para el hombre corriente, no científico, que desea enterarse de cosas con sencillez y naturalidad. Revistas serias y veraces y, al mismo tiempo, amenas, interesantes, de lectura fácil para una persona que no sabe matemáticas, ni física, ni química, ni fisiología y bioquímica, pero quiere enterarse de los grandes hechos científicos de nuestro tiempo.

Hay una demanda para esta literatura científica; recientemente ha aparecido un libro cuyo título es significativo “1001 temas sobre ciencia. 1001 cosas que todo el mundo debería saber sobre ciencia”; su autor es James Trefil, que ha hecho un buen trabajo de selección y un gran esfuerzo divulgador (Trefil, 1992).

Frente a este desconocimiento de los principios científicos, hay un gran interés por las noticias sobre avances tecnológicos; en la prensa, en la radio y en la T.V. se dan, a menudo, noticias sobre nuevos medicamentos, nuevos sistemas de comunicaciones, lanzamiento de satélites y naves espaciales, la televisión de alta definición, nuevos materiales sintéticos, nuevas técnicas de exploración clínica, etc., y hay mucha gente que se entera de estas innovaciones y las comenta.

Pero la tecnología, en los medios de comunicación de masas, está teñida de sensacionalismo que oculta el profundo sentido y el valor trascendente de los descubrimientos y así lo denunció un periodista crítico, E. Diamond, en un artículo sobre el Apolo XI: ¿Qué es lo que salvará a los medios de comunicación de masas, de sus propias deficiencias, cuando llegue la próxima *noticia del siglo*? ¿Acaso alguien estará dispuesto a hacer investigaciones básicas o interpretaciones claras? ¿Acaso alguien se preocupará siquiera? Ciertamente no serán los directores miopes que publican la versión oficial, ni los productores atentos al rating, que se sienten como el director del circo cuando presenta el gran número, ni el

reportero sin imaginación que le pregunta a la esposa del astronauta “¿cómo se siente en este momento, señora?”. Los periódicos y la TV, ante acontecimientos científicos auténticamente significativos e incluso vitales, los reducen a su mínima expresión, a una adormecedora banalidad.

El caso es que estos “sucesos” tecnológicos tienen una gran audiencia y reciben extraordinaria atención de la prensa; en algunos lanzamientos de Cabo Cañaveral se han reunido más de 4.000 periodistas.

Otro tanto pasa con los premios Nobel; en España, muchas personas conocen el nombre de Ochoa, pero muy pocos conocen el descubrimiento científico que le valió tan relevante premio y su trascendencia para la humanidad.

Las bases científicas de la tecnología son desconocidas y lo peor es que nadie piensa en ellas. Ponemos un disco-láser vídeo-audio, apretamos unos botones y vemos y oímos una ópera con maravillosa perfección, pero ¿alguien se pregunta por qué sucede este “milagro”? ¿Qué razones científicas hay detrás de aquello? ¿Cuánta inteligencia y esfuerzo han sido necesarios para alcanzar tanta perfección? Cuando veo a mi nieto de cuatro años introducir en el “vídeo” una cinta de dibujos y ponerlo en marcha, tocando los botones adecuados, me pregunto: éste ¿de qué se va a asombrar cuando sea mayor?

Además está la naturaleza, el conocimiento medianamente documentado de los fenómenos naturales; vemos crecer plantas, salir nuevas hojas en primavera, verdear todo, pero no nos paramos a pensar en que esto es un hecho asombroso, que cada primavera es una milagrosa maravilla y que aprender cómo y por qué sucede todo así es una aventura interesante y divertida; saber que ese color verde de las hojas es una sustancia capaz de tomar la luz del sol y hacer crecer las plantas y aprender cómo lo hace, sencillamente, sin fórmulas ni conceptos inasequibles.

1.5 Perspectivas de las relaciones entre ciencia y sociedad

El crecimiento científico-tecnológico es muy rápido y contrasta con el lento avance del conocimiento del hombre, de las reacciones del alma, del comportamiento de las agrupaciones humanas, de las ciencias sociales, de las de educación, etc. Para muchos pensadores, la ciencia y la tecnología crecen demasiado deprisa, en relación con el desarrollo moral de las sociedades más avanzadas.

Ambos desequilibrios son graves y causas potenciales de conflictos de todo orden. Una sociedad inmoral y muy tecnificada puede compararse con un insensato manejando productos altamente peligrosos. Como dice C. J. Cela: “El hombre es animal muy poco maduro y que, para colmo, maneja una herramienta técnica que le desborda”.

Pero las causas de la conflictividad social y de las conductas delictivas sólo podrán desvelarse si las ciencias del hombre avanzan, en el futuro, como las ciencias de la naturaleza han avanzado en los últimos cien años. Por tanto,

Centro de Investigación Estudios Comparados / **Revista Vectores de Investigación 3**
es urgente dedicar, a aquéllas, un esfuerzo mayor y los recursos necesarios para su necesario desarrollo.

114

Del mismo modo que la sociedad confía en la ciencia y la tecnología para resolver sus problemas materiales, de bienestar o de salud, llegará a confiar, en el futuro, en la cara humanística de aquéllas, para eliminar la conflictividad social, la tristeza de la soledad, el buen uso del tiempo creciente de ocio, la desproporción pobreza/riqueza, etc.

Un ejemplo dramático es el del hambre en grandes masas de población. Hoy, las tecnologías de la agricultura y de las industrias de alimentos permiten producir cantidades suficientes de éstos para alimentar a toda la población mundial, pero no existe un sistema socioeconómico, capaz de lograr un equilibrio en su consumo y que cubra, en su planteamiento, a toda la humanidad.

Aun en el área de la tecnología, la demanda social también exige cambios; distintas encuestas indican que la población europea considera necesario aumentar fuertemente los gastos de investigación, en dos sectores preferentes:

A En tecnologías para la conservación del equilibrio ecológico y para evitar la contaminación del medio natural y

B En las ciencias de la salud.

Pero problemas de otra índole van a exigir también un impulso investigador y el desarrollo de sectores científicos nuevos: en una futura sociedad, en que predominará el tiempo de ocio, ¿qué problemas humanos surgirán? y ¿cómo preparar sus soluciones?; con la mecanización y la robótica, el trabajo y el empleo irán siendo bienes escasos y deberá desarrollarse una ciencia para su distribución; la erosión, la desertización, los incendios, la descontaminación y depuración de vertidos van a convertirse en objetos de investigación de carácter mixto, tecnológico-sociológico, cuya integración todavía no se ha intentado, etc.

En éstos y en otros muchos problemas se producirá, en el futuro, un mayor control social de los programas, de los gastos y de los objetivos de la I+D financiada con cargo a los contribuyentes y también, indirectamente, de los financiados por empresas privadas. El beneficio social de un programa de I+D será ponderado por organismos capacitados, en los que la sociedad tendrá su voz junto a los científicos, y éstos se integrarán, cada vez más, en aquélla, tomando conciencia de su papel y abandonando cualquier aislamiento y despreocupación respecto a los problemas reales del hombre. La participación democrática de la sociedad llegará también a la política de I+D y el ciudadano querrá saber cómo se gasta, en ello, el dinero público.

Esta conciencia social del científico viene desarrollándose, en el último tercio del siglo XX, promovida por las aplicaciones bélicas de la ciencia y por los problemas de degradación del medio natural; por ejemplo, en Gran Bretaña, tuvo una gran actividad una asociación de científicos titulada Sociedad Británica para la Responsabilidad Social de la Ciencia. Así pues, parece probable que la investigación científica y tecnológica del siglo XXI irá por caminos nuevos hacia nuevos fines.

En un artículo publicado en la revista “Madrid” insistía en esta idea:

Las políticas científicas nacionales deberán considerar si la proliferación de nuevos y más atractivos bienes de consumo, producidos por tecnologías innovadoras, constituye, o no, un beneficio para la sociedad. En cualquier caso, el sector privado ha de continuar con esa investigación innovadora, porque de ella depende su supervivencia, pero los planes oficiales han de sopesar también otras cuestiones, hoy poco consideradas, como son: los efectos secundarios de las nuevas tecnologías, el balance beneficio/daño de las innovaciones tecnológicas, sus efectos sociales, su repercusión sobre el desempleo y su impacto sobre el medio ambiente. Y todos estos condicionamientos han de coordinarse con la defensa de las economías nacionales, en un mundo hipercompetitivo.

Así pues, la definición de las políticas científicas nacionales exigirá mayor información multidisciplinaria y no sólo científica o tecnológica, y una elaboración compleja y comprometida. En ellas, habrán de considerarse, como líneas prioritarias: la conservación de la naturaleza y la disminución de la contaminación ambiental, lo que exige nuevas tecnologías de descontaminación y cambios en los procesos industriales y en las técnicas agrarias actuales; la lucha contra la enfermedad y el dolor; el conocimiento de las estructuras sociales y de las causas de conflictividad, con sus implicaciones urbanísticas, migratorias, educativas, etc.; los desequilibrios económicos; y, sobre todo, la ciencia y las técnicas de la educación, con toda su complejidad social, económica y psicológica. Todo ello supone, en resumen, una mayor atención al conocimiento del hombre.

Además, ha de mantenerse la investigación básica en su proporción adecuada, ya que es el sostén de todo el desarrollo; pero también en ésta deberá evitarse la pérdida de recursos en la vana repetición de variaciones (Primo, 1992).

1.6 El buen o mal uso de la ciencia y la responsabilidad del investigador

El conocimiento científico es bueno en sí mismo, pero puede aplicarse para el bien o para el mal, Gerard Piel, antiguo editor del *Scientific American*, dice: “Ningún hombre formuló una pregunta significativa a la naturaleza sin servir al interés de toda la humanidad. El valor de un conocimiento nuevo sobrepasa el abismo de generaciones y las barreras entre naciones y culturas” (Piel, 1962).

Pero el uso de los conocimientos científicos puede producir beneficios o daños y ello implica la grave responsabilidad del investigador, porque, al final, las técnicas se desligan de sus principios científicos.

Por eso dice el sociólogo: “Los habitantes de Hiroshima y Nagasaki no tenían necesidad de comprender el desarrollo de la física del siglo XX para experimentar el sufrimiento de aquellos terribles días de agosto de 1945; y quienes viven en sociedades industriales no necesitan entender de química para advertir que el aire que respiran está, a menudo, peligrosamente contaminado” (Sklair, 1977).

Pero el investigador sí que liga la ciencia y la tecnología y en ello reside su gran responsabilidad, sobre todo cuando los avances científicos producen

Centro de Investigación Estudios Comparados / **Revista Vectores de Investigación 3**
las tecnologías capaces de destruir a la humanidad; en consecuencia, muchos científicos sienten escrúpulos y remordimientos respecto a su trabajo.

116 J.-J. Salomón² dice que la ciencia perdió su inocencia en el proyecto Manhattan y Malraux opina que éste es “el primer punto negativo inscrito en el haber de la ciencia”. Los científicos de Los Álamos luchaban entre el sentimiento de estar combatiendo a la Alemania nazi, el entusiasmo vocacional por el interés científico del programa y el escrúpulo de saber que estaban produciendo un arma devastadora. Después, muchos tuvieron graves remordimientos.

El secretario de Estado Dean Acheson cuenta que, una vez que acompañó a Oppenheimer al despacho del presidente Truman, el gran físico decía: “Tengo las manos manchadas de sangre”; días después, Truman dijo a Acheson: “No me vuelva a traer a este maldito cretino, no es él quien ha lanzado la bomba sino yo”. Sin comentarios.

Herbert F. York, a los 20 años, participó en el proyecto Manhattan y después fue director de la Agencia de I+D del Pentágono. Actualmente es director emérito del Instituto sobre los Conflictos del Globo y la Cooperación Internacional, de la Universidad de California.

El almirante Rickover, padre de los submarinos atómicos, recibió, en 1982, el homenaje de las dos cámaras reunidas de los EE.UU. y dejó asombrados a sus miembros cuando dijo: “Voy a ser filósofo”, y se manifestó en contra de las aplicaciones militares de la energía nuclear y partidario de la reducción de armamentos.

En ámbitos más modestos, la conciencia del investigador y su estructura moral deben ser el freno para abandonar cualquier programa cuyos resultados previsibles puedan ser perjudiciales para la humanidad y, actualmente, en la genética y la embriología sobre todo, este peligro es muy real.

Por estas razones, actualmente se escribe y se habla mucho sobre la “ética” de la investigación científica y tecnológica y, sobre todo en los últimos años, de la ética en la investigación biológica y en la aplicación de sus resultados, lo que se viene llamando “bio-ética”. Los límites éticos de los trabajos sobre el DNA recombinante y sobre la reproducción humana (modificación del genoma, congelación e implantación de embriones, fecundación de óvulos por microinyección de espermatozoides, etc.) se discuten, se reglamentan y se someten a “comisiones de deontología nacionales y regionales”; pero nada podrá reemplazar a la propia conciencia del científico, a su sentido ético y a sus principios de moral natural que deben regir para todos los hombres, independientemente de sus credos religiosos y políticos y con más fuerza que las normas legales.

Un asunto especialmente crítico es la investigación con seres humanos; en muchos países se han promulgado leyes reglamentándola y son numerosas las controversias y los casos que aparecen en las revistas (Edelman, 1991).

² Jean-Jacques Salomon, director del Centro de Investigación sobre Ciencias, Tecnología y Sociedad, París.

Reciente está el juicio a un médico francés que experimentó con un enfermo en coma irreversible, pero desde hace siglos está presente el problema. Edelman recuerda que Pasteur aplicó la primera vacuna contra la rabia al joven J. Meister, que había sido mordido por un perro rabioso, cuando prácticamente no había realizado experiencias con animales, pero le salvó la vida. También es conocido que, cuando el emperador de Brasil, en 1984, le pidió que fuera a aquel país, Pasteur le ponía, como condición, que le permitiera experimentar con los condenados a muerte. Pasteur pensaba que éstos podrían elegir entre la ejecución inmediata o sufrir una experiencia de inoculaciones preventivas de la rabia.

En la historia reciente, hemos conocido, con horror, las experiencias sobre cáncer y sobre los efectos de las bajas temperaturas sobre el hombre, realizadas en el campo de concentración de Dachau. Actualmente, todas las reglamentaciones sobre el problema, más o menos discutidas, pretenden considerar los derechos humanos y exigen, principalmente, el conocimiento pleno del sujeto experimental y su consciente consentimiento en plenas facultades intelectivas y de libertad.

En resumen, tampoco en la investigación el fin justifica los medios. Un posible resultado beneficioso no justifica una investigación que lesione los derechos humanos.

Otra cuestión ética es el buen uso de los medios que la sociedad pone en manos del investigador para que realice su labor científica. El objetivo de su trabajo, su finalidad primordial, debe ser el avance científico para beneficio de la humanidad. Cuando se malversan estos medios hacia fines personales de lucro, de medro personal, de vanidad o de simple divertimento, se está cometiendo un fraude.

BIBLIOGRAFÍA

- ANÓNIMO (1991) *La recherche*, vol. 22, 282.
- BARRY, Barnes (1987) *Sobre ciencia*, Barcelona, Labor.
- EDELMAN, Bernard (1991) "Experimentation sur l'homme: une loi sacrificielle", *La recherche*, vol. 22, 1056-1065.
- KHUN, Tomás, Samuel (1978) *La revolución Copernicana*, Barcelona, Seix Barral.
- LEVY, Gabor (1992) "La Balcanización de la ciencia", *Internacional Laboratory*, vol. 9, N°6.
- MEDAWAR, Peter (1993) *La amenaza y la gloria*, Barcelona, Gedisa.
- MERTON, Robert King (1977) *La sociología de la ciencia*, Madrid, Alianza.
- PIEL, Gerard (1962) *Science in the Cause of Man*, New York, A. Knopf Inc.
- PRIMO YÚFERA, Eduardo (1989) "Eureta", *Newsletter*, vol. 3, N°26.
- (1992) "Las bases de una política científica para el siglo XXI", *Revista Madrid*, vol. 11, N° 78.
- SKLAIR, Leslie (1977) *El conocimiento organizado*, Barcelona, Labor.
- TREFIL, James (1992) *1001 temas sobre ciencia. 1001 cosas que todo el mundo debería saber sobre ciencia*, Barcelona, Plaza y Janés.