

EL CAMBIO DE LAS AGENDAS POLÍTICAS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Aant Elzinga
Andrew Jamison

Revista Zona Abierta 75/76

Madrid, 1996

El siguiente material se utiliza con fines
exclusivamente didácticos

EL CAMBIO DE LAS AGENDAS POLÍTICAS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA*

Aant Elzinga
y Andrew Jamison

Los estudios sobre política científica y tecnológica (C+T) ocupan un espacio débil y disperso en la amplia comunidad de estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad (STS). Para ganarse la atención política y académica, compiten entre sí varios enfoques, que representan distintas disciplinas e identidades profesionales. La dispersión puede deberse al hecho de que la política científica y su estudio académico se lleven a cabo en contextos nacionales que difieren tanto en sus tradiciones intelectuales como en sus pautas de institucionalización. A menudo, los responsables de la elaboración de las políticas así como los científicos forman la principal audiencia de estos estudios, y no tanto una determinada comunidad de miembros en pie de igualdad.

Para los propósitos de este capítulo, quisiéramos distinguir entre política científica y política de la ciencia. Esta última se refiere a la interacción entre la ciencia y el poder, esto es: la movilización de la ciencia como un recurso en las relaciones internacionales, la utilización de la ciencia por parte de los grupos de presión o de las clases sociales para aumentar su respectivo poder e influir en la sociedad, y el ejercicio del control social sobre el conocimiento. Por el contrario, la política científica puede definirse como las “medidas colectivas que toma un gobierno para fomentar, de un lado, el desarrollo de la investigación científica y tecnológica y, de otro, a fin de utilizar los resultados de esa investigación para objetivos políticos generales” (Salomon, 1977: 45-46).

La política científica, como política pública diferenciada, nació al poco de finalizar la segunda guerra mundial, aunque durante el período de entreguerras se hubiesen tomado importantes medidas para su desarrollo, tanto en fundaciones privadas como en la Unión Soviética. En Estados Unidos, el informe de Vannevar Bush del año 1945, *Science: The Endless Frontier*, sirvió durante unos cuarenta años de piedra de toque para el pensamiento sobre la política científica que sólo se ha revisado de forma explícita recientemente (Lederman, 1991; véase Shapley y Roy, 1985). En Europa, el debate entre John Bernal y Michael Polanyi respecto a la posibilidad de una orientación política de la ciencia desempeñó un papel similar. A partir de estos episodios, este capítulo revisa el cambio de las agendas en la política científica y tecnológica, dentro del panorama general de la evaluación de las relaciones entre la ciencia y la sociedad durante los últimos cincuenta años.

Nuestro enfoque sigue el que adoptó el periodista científico David Dickson en su libro *The New Politics of Science* (1984), en el que se considera la política científica como el resultado de una interacción dinámica entre actores que representan lo que nosotros vamos a llamar diferentes culturas políticas (*policy cultures*). En tanto que miembros de una joven generación de académicos que maduró en los años sesenta, en los que se dieron tanto el desafío académico a la epistemología positivista (e.g., Kuhn, 1962/1970) como el desafío político a la civilización tecnocrática, somos críticos con el determinismo tecnológico y el optimismo científico que caracterizan a gran parte de la primera etapa de estudios sobre política científica. Nuestro enfoque trata de unir lo que Ina Spiegel-Rösing, en su artículo introductorio en la antología de estudios sobre STS de 1977, identificó como dos disciplinas específicas dentro de los trabajos sobre STS: los estudios sociales sobre la ciencia y el estudio de la política científica (y tecnológica) (Spiegel-Rösing, 1977). Parafraseando a Imre Lakatos, creemos que el análisis de la política científica y tecnológica resulta ciego sin la crítica de los estudios científicos, al igual que estos últimos resultan ingenuos si no se completan con la perspectiva que ofrece la política científica y tecnológica (Lakatos, 1974).

En cada una de las tres últimas décadas, las doctrinas desarrolladas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) han dejado huella en los enfoques de la política científica que los gobiernos han seguido. Antes de que se fundase la OCDE, en 1961, la política científica era menos uniforme, dado que las distintas elites nacionales solían tener sus propias agendas políticas. La OCDE ha desempeñado el papel de un foro en el que los ministros responsables de la ciencia de los principales países capitalistas occidentales se reúnen regularmente para desarrollar un marco común de referencia. En determinados momentos, los documentos de los grupos internacionales e interdisciplinarios de la OCDE han

* “Changing Policy Agendas in Science and Technology”, en S. Jasanoff *et al.*, (comps.), *Handbook of Science and Technology Studies*, Thousand Oaks-Londres: Sage, pp. 572-597. © Sage. Traducción de Belén Barreiros.

diagnosticado problemas, han señalado nuevas cuestiones y han articulado los supuestos y principios que han guiado a los países miembros en la formulación de sus políticas científicas.

En lo que sigue, revisaremos la interacción de la política científica y la más amplia política de la ciencia, desde el período de entreguerras hasta la actualidad. Los cambios en las doctrinas de la OCDE serán un punto focal en nuestro análisis ya que éstos generalmente han propiciado cambios en las agendas de las políticas. El artículo destaca una serie de cuestiones relacionadas con la política científica que los estudiosos de la STS deberían, a nuestro entender, tener más en cuenta, como son: la mayor y menor importancia que adquiere de forma cíclica el discurso sobre la política científica en un proceso de despolitización y repolitización; los factores sociales y políticos que están detrás de los cambios de las principales direcciones que toma la política científica; la interacción de diversas culturas en relación a la forma de diseñar las políticas, y los problemas de ordenar y explicar las pautas y transformaciones de la política científica. Queremos destacar las distintas formas en las que la política científica está insertada en una sociología política del conocimiento científico más amplia.

De la política a la política científica

La política científica y la política de la ciencia interactúan a diversos niveles. Lo más obvio, aunque a menudo los estudios lo olviden, es que la misma idea de política científica forma parte de un programa político en beneficio de aquellos que están en el poder –la clase política, industrial y militar– y que utilizan el conocimiento para conseguir sus fines. Al mismo tiempo, muchos cambios en la política científica han sido promovidos por debates públicos y movimientos, sobre los polémicos desarrollos en el área de la ciencia y tecnología, desde la bomba atómica hasta la ingeniería genética y el calentamiento del planeta. A menudo, las reformas institucionales así como las innovaciones reglamentarias, han respondido a presiones ejercidas por grupos de interés e intelectuales críticos. A otro nivel, escritores populares y líderes de opinión han influido en el marco conceptual en el que se discute la política pública (Carson, 1962; Commoner, 1971; Graham, 1970). Aquí, la política de la ciencia se convierte en una lucha retórica sobre las distintas formas en las que se interpretan la ciencia y la tecnología así como sobre las perspectivas y las metáforas, que a ella se asocian, que llevan a visiones alternativas para la organización del conocimiento. El terreno político ofrece un espacio para una valoración cultural más amplia de las decisiones en política científica y tecnológica así como también para un proceso más específico de contabilización de los costes y beneficios que implican para los grupos sociales.

Originariamente, en el período comprendido entre la primera y la segunda guerra mundial, en el que se desarrolló la política científica, había una conexión explícita entre la política pública y la política, en el sentido de que las propuestas de políticas estaban insertadas en programas explícitamente políticos, de un lado, de gestión tecnocrática y de otro, de populismo democrático. La visión de Bernal de una ciencia socialmente responsable en su versión más fuerte ha asociado la ciencia a la lucha para crear una sociedad socialista (Bernal, 1939):

La paradoja es que el bernalismo, el producto del pensamiento revolucionario en los años treinta, fue de hecho adoptado, en el período de la posguerra, por capos de la industria y por ministros del gobierno... Hacia 1964, lo que había ocurrido fue que la tesis bernalista dura había sido abandonada, quedándose el bernalismo débil de planificación, programación, personal, dinero y equipamiento para el crecimiento eficiente. La versión dura del bernalismo parecía olvidada incluso por el propio autor. No hay que asombrarse, por tanto, de que el “bernalismo” pudiese servir como el fundamento o la legitimación teórica para las doctrinas sobre políticas científicas tanto en el Este como en el Oeste [Elzinga, 1988: 94].

La política científica, al haberse desarrollado de una forma más profesionalizada y diferenciada en sectores concretos de la sociedad, ha estado cada vez más separada de sus orígenes políticos e ideológicos. Para ser más precisos, a menudo los orígenes se han vuelto invisibles, al haberse reducido la formulación de la política a un instrumento tecnocrático para la racionalización y planificación en un marco establecido cuyos supuestos principales no se cuestionan (Aronowitz, 1988). Normalizada de esta manera, la política científica avanza hasta que la recesión económica o la crisis política en la sociedad impulsan una revisión del paradigma doctrinal existente y un cambio hacia una nueva concepción de las relaciones entre la ciencia y la sociedad. Actualmente, parece que la política de C+T pueda encontrarse en el proceso de repolitización,

ya que los supuestos de la era de la guerra fría así como las concepciones del Estado están en plena reformulación, lo mismo que lo están el valor y la naturaleza política de la propia investigación básica.

Las dimensiones culturales de la política científica y tecnológica

Una de las maneras de analizar la interacción entre la política y las políticas consiste en centrarse en los diversos actores que están involucrados en la formulación de la política científica y tecnológica. Nos encontramos con lo que podríamos llamar las cuatro principales “culturas de las políticas”, coexistiendo en cada sociedad, compitiendo por recursos e influencias y tratando de orientar en determinadas direcciones la ciencia y la tecnología¹. Estas culturas, que destacan como portavoces de los actores dominantes en la literatura que hemos revisado, representan intereses sociales y políticos diversos y sus posiciones se inspiran en bases institucionales y tradiciones distintas. Cada cultura tiene su propia percepción de las políticas, incluyendo supuestos doctrinales, preferencias ideológicas e ideales de la ciencia, así como distintas relaciones con quienes ostentan el poder político y económico. Se podría también decir que éstas son los principales componentes de la política científica y tecnológica.

En primer lugar, hay una cultura burocrática, dominada en muchos países por el ejército y basada en la administración del Estado con sus departamentos, comités, consejos y órganos de asesoramiento. Ésta se preocupa principalmente por una administración, coordinación, planificación y organización eficaz. Aquí, lo que sobre todo preocupa de la ciencia es su uso social; lo que interesa aquí es la ciencia para la política, es más, que la política pública sea científica (Jasanoff, 1990; Smith, 1990). En segundo lugar, la cultura académica, fundada entre los propios científicos, se interesa más por una política para la ciencia y por conservar lo que se perciben como valores académicos de autonomía, integridad, objetividad y control sobre la inversión y la organización (Polanyi, 1958; Shils, 1968; Wittrock y Elzinga, 1985). En tercer lugar, hay una cultura económica relacionada con el sector empresarial y de gestión, fundada en las empresas industriales y que centra su atención en los usos tecnológicos de la ciencia. Aquí está presente un espíritu o *ethos* empresarial que busca transformar los resultados científicos en innovaciones exitosas que puedan ser difundidas en el mercado (Dosi *et al.*, 1988; Etzkowitz y Webster, 1995; Gibbons y Wittrock, 1985). Finalmente, podemos referirnos a una cultura cívica, que en su forma más dinámica está fundada en los movimientos sociales y populares, como el medio ambiente y el feminismo, y cuyas preocupaciones son más las consecuencias e implicaciones sociales de la ciencia que su producción y aplicación. La cultura cívica articula sus posiciones a través de organizaciones con intereses públicos así como también a través de campañas y movimientos. Obviamente, su influencia depende de la fuerza relativa de la sociedad civil en el conjunto de la cultura política de un país (Almond y Verba, 1965; Blume *et al.*, 1987; Nowotny y Rose, 1979). Mientras que las culturas dominantes tienden a orientar la política científica y tecnológica en una dirección “tecnocrática”, la cultura cívica representa lo que se ha llamado una “estrategia democrática” para la política de C+T (Dickson, 1984).

Aunque la mayoría de los países han seguido una pauta general similar en la formulación de las políticas, hay “estilos nacionales” de política científica y tecnológica distintos, que reflejan diferencias más generales en la forma de hacer las políticas así como en la regulación gubernamental (Hilpert, 1991; Vogel, 1986). En el caso particular de la política de C+T, las variaciones nacionales dependen, de un lado, de las fuerzas relativas y modos de interacción entre las culturas mencionadas y, de otro, de los acuerdos institucionales más formalizados que tiene cada país para la producción del conocimiento. A este respecto, se puede distinguir entre aquellos países, como Francia, Japón y Suecia, en los que el Estado ha intervenido activamente en los asuntos económicos y otros países, como Estados Unidos y Gran Bretaña, en los que se ha dado un mayor margen a la mano invisible del mercado y en los que se ha limitado la intervención del Estado a iniciativas estratégicas y militares. Se da otra diferencia en el grado de centralización de la autoridad y en la influencia regional sobre las prioridades. Aquí el sistema federal alemán representa un contrapunto interesante al sistema republicano francés.

A pesar de estas diferencias nacionales en el estilo, es posible discernir una serie de procesos subyacentes que han llevado a una convergencia internacional en términos de problemas y enfoques. Entre ellos, cabe destacar:

¹ La contribución de Erik Baark ha sido importante para desarrollar el concepto de “culturas de las políticas” (véase Baark, 1991).

- a. El creciente dominio en la política económica industrial de las tecnologías basadas en la ciencia;
- b. La conformidad metodológica en la identificación de prioridades futuras;
- c. La globalización de la producción y difusión del conocimiento tanto en la esfera pública como en la privada;
- d. El aumento de los costes de las tecnologías de investigación, de las nuevas instalaciones experimentales creadas a gran escala y de otras infraestructuras;
- e. La elaboración internacional de la agenda y la orquestación desde arriba a través de entidades intergubernamentales, lo que conduce a la conformidad en la percepción y gestión de problemas.

Algunos analistas se inclinan a atribuir una lógica autónoma y determinista al desarrollo de la ciencia y de la tecnología, que da lugar a los mismos problemas y cuestiones en diferentes países. En la ciencia del movimiento científico de las décadas de 1950 y 1960, que fue especialmente influyente en la antigua Unión Soviética, algunos analistas incluso hablaron de una Revolución Científica y Tecnológica (la teoría de la RCT) que transformaba, de la misma forma, los países comunistas y capitalistas con un nuevo modo de producción automatizado basado en la ciencia (Fleron, 1977; Richta *et al.*, 1967). En Occidente, casi al mismo tiempo, autores como Daniel Bell y John Kenneth Galbraith estaban proponiendo una teoría de la convergencia, según la cual todos los países se estaban moviendo hacia una misma formación “postindustrial” (Bell, 1974; Galbraith, 1967). Nuestra propia percepción es que se da un proceso de interacción cíclico, socialmente construido, entre, de un lado, la ciencia y la tecnología y, de otro, la respuesta o crítica cultural. Desde esta perspectiva, los actores políticos y sociales, con sus propias visiones y agendas políticas, contestan continuamente el “imperativo tecnológico” (Baark y Jamison, 1986).

Periodizaciones de la política de C+T

Las diferentes orientaciones culturales entre los analistas de C+T han llevado a distintos acercamientos a la periodización de la política científica: un enfoque burocrático en la orientación organizacional que lleva a un tipo de análisis, un enfoque económico de gastos y beneficios en I+D que lleva a otro, y un enfoque académico centrado en doctrinas sobre las políticas que conduce a una tercera manera de analizar la historia reciente. Una cuarta perspectiva, que se deriva de la cultura cívica y del enfoque sobre las interacciones entre la ciencia, la tecnología y los movimientos sociales, se opone a los supuestos elitistas de las tres corrientes antes mencionadas. Mientras que hay un cierto acuerdo sobre los acontecimientos claves y los momentos cruciales, los autores difieren respecto a qué cuestiones se consideran más importantes y merecen ser destacadas.

Harvey Brooks, una de las figuras principales de la política científica en la academia norteamericana, distingue tres períodos: el período de la guerra fría de 1945 a 1965, el período dominado por las prioridades sociales de 1965 a 1978, y el período política de innovación, de 1978 a 1980 (Brooks, 1986: 128-136). En cada etapa, Brooks ve la política científica, principalmente, como un proceso de coordinación y gestión institucional y su periodización refleja en gran medida su implicación personal en el proceso, como veterano consejero del ejecutivo y del legislativo.

Christopher Freeman, que fue durante muchos años director de la Science Policy Research Unit (SPRU) de la Universidad de Sussex, presenta un marco de análisis diferente. Freeman ve la política científica desde la óptica del economista, centrándose en el papel de la investigación en la innovación industrial. En su terminología, las décadas de 1940 y 1950 representan un período de economía de la investigación del lado de la oferta, cuando el esfuerzo del gobierno iba dirigido a la expansión de la innovación industrial, en particular mediante inversiones en investigación básica y en educación superior. Eso se corresponde con el período de la expansión económica de la posguerra, cuando iba tomando forma un nuevo paradigma “tecnológico”, basado en las innovaciones en electrónica, petroquímica y energía atómica (Freeman, 1987). Cuando, a principios de los años sesenta, la ola de innovación de la posguerra alcanzó su máximo, con tasas de rendimiento en inversiones aparentemente a la baja, la política científica, según Freeman, entró en un período de economía del lado de la demanda. Siendo el momento crucial alrededor de 1965, las preocupaciones sobre el mercado llegaron a dominar la política científica, al cuestionarse los gastos en investigación básica y “al recibir un énfasis creciente, tanto en la industria privada como en el gobierno, la preocupación por el coste y su efectividad así como también las técnicas de evaluación de proyectos” (Freeman, 1988: 115). Freeman aprecia otro tercer período en los años ochenta, caracterizado por una combinación de economía de la investigación del lado de la oferta y del lado de la

demanda, con el objetivo de fomentar lo que se percibía como un paradigma tecno-económico basado en la microelectrónica, la biotecnología y los nuevos materiales industriales. La política científica se convierte en política de la innovación, un ingrediente en un nuevo tipo de marco gubernamental para la innovación industrial.

Jean-Jacques Salomon, que representa el enfoque político o burocrático de sesgo europeo, considera la política científica en relación a las ideas o doctrinas que dominan en períodos determinados. La política científica se convierte, en gran medida, en un asunto de relaciones internacionales o de filosofía política. Por tanto, la periodización de Salomon intenta indagar en la emergencia y evolución de la política científica como un ámbito específico de la vida política, caracterizando cada período en función del comportamiento estratégico y de la acomodación táctica a las principales disputas doctrinales (Salomon, 1977). Para Salomon, estos períodos se caracterizan en gran medida por la idea dominante de la relación entre “ciencia y poder” (véase Salomon, 1990).

Los analistas de los movimientos sociales, al contemplar la historia de la posguerra desde la perspectiva de la cultura cívica, adoptan un tipo de periodización muy distinta (véase Jamison *et al.*, 1990). Los años cincuenta y principios de los sesenta se contemplan como un período de despertar, en el que se articulan y se hacen visibles las perjudiciales consecuencias sociales y medioambientales del desarrollo económico. El final de los sesenta y principios de los setenta fueron tiempos de organización, en el que surgieron nuevas formas de activismo que estimularon el pensamiento alternativo y las peticiones de reforma institucional. A mediados de los setenta, con la crisis del petróleo, tuvo lugar otra politización en torno a cuestiones específicas, especialmente la energía nuclear, que decayó a finales de la década. Desde esta perspectiva, los años ochenta representaron el resurgimiento del optimismo tecnocrático de la era inmediata a la posguerra y se produjo una dispersión del activismo hacia organizaciones profesionales con intereses públicos y medioambientales, como la World Resources Institute. Gran parte de la “praxis cognitiva” de los nuevos movimientos sociales se transformó en nuevos programas académicos de medio ambiente, pacifismo y estudios sobre la mujer (véase Eyerman y Jamison, 1991). Nuestra propia periodización tratará de integrar los distintos enfoques a la vez que intentará centrarse en las relaciones de la política científica con la política de la ciencia y la tecnología en sentido amplio.

La formulación de la política científica y tecnológica

Como actividad explícita y consciente, la política científica y tecnológica es producto de varias iniciativas tomadas entre la primera y la segunda guerra mundial (Ronayne, 1984). Pero estas iniciativas se construyeron a partir de tres siglos de preparación, durante los cuales los actores relevantes desarrollaron lentamente sus identidades y redes institucionales características y la ciencia y tecnología se movieron hacia el meollo de la vida política, social y económica. La ciencia y la tecnología empezaron a adquirir algo de su carácter moderno durante la revolución científica del siglo XVII. En la transición del feudalismo al industrialismo –o capitalismo, si se prefiere– de las sociedades europeas, surgió el científico moderno como una especie de síntesis entre un maestro medieval y un artesano tradicional, con precursores entre los artistas-ingenieros del Renacimiento (Zilsel, 1942).

Las academias científicas del siglo XVII (la Academia del Cimento en Italia, la Royal Society en Inglaterra, la Academie des Sciences en Francia) proporcionaron algunos de los primeros espacios sociales organizados del mundo, para llevar a cabo investigación científica y para comunicar los resultados científicos. Se puede encontrar la base de la institucionalización de la ciencia como proyecto específico, separado de la religión, la retórica y la política, en el contrato social entre el artesano-maestro y el monarca (Mendelsohn, 1977; Van den Daele, 1977). Con la revolución científica del siglo XIX, se empezó a identificar la ciencia con la práctica experimental, mediada por instrumentos técnicos; lo que en otras partes del mundo permaneció separado, dividido entre, de un lado, el ámbito aislado del proyecto académico y, de otro, el aprendizaje práctico, en Europa se combinaba en una praxis científica académica (Ezrahi, 1990; Jamison, 1989; Shapin y Schaffer, 1985).

Con el advenimiento de las revoluciones política e industrial de finales del siglo XVIII, la ciencia entró en las universidades y lo que hasta entonces había sido una actividad social relativamente marginal, se transformó en una profesión (Mendelsohn, 1964). Los vínculos con la tecnología y el desarrollo industrial se intensificaron a lo largo del siglo XIX, llevando a la creación de nuevos tipos de universidades científicas, laboratorios de investigación industrial e institutos tecnológicos. Al mismo tiempo, en todo el mundo industrializado, los científicos fueron creando asociaciones para el progreso de la ciencia, para fomentar sus propios intereses profesionales y fueron actuando de diversas maneras como grupo de presión, para mejorar

su estatus social y aumentar su influencia política. Los ingenieros siguieron el ejemplo, profesionalizando su preparación, ampliando sus actividades por todo el aparato del Estado y el sistema corporativo en expansión y creando sus propias academias para que creciese rápidamente una nueva rama más práctica dentro de la cultura académica. Y antes de la época de la primera guerra mundial, los científicos y los ingenieros se habían convertido en actores claves en el desarrollo del moderno Estado industrial y entre ellos se encontraban aquellos que soñaron con una sociedad tecnocrática, dirigida por los científicos vanguardistas en el nombre de la racionalidad instrumental o tecnológica (Noble, 1977).

En casi todos los países industrializados, la responsabilidad sobre la ciencia y la tecnología estaba en gran medida en manos del sector privado, que desarrolló, en las primeras décadas del siglo XX, lo que se podría llamar una política científica corporativa, mediante laboratorios de investigación industrial, vínculos universidad-industria y, quizás más importante, fundaciones corporativas. Las fundaciones Carnegie, Ford y Rockefeller –por citar sólo las más importantes– llegaron a ser actores relevantes en el período de entreguerras, estableciendo las agendas políticas en la ciencia física y la biología así como también en determinadas áreas de las ciencias sociales. El apoyo de estas fundaciones fue crucial para la consolidación de la “Universidad de investigación” y para la renovación en la vida académica de los valores tradicionales (Geiger, 1986). Las fundaciones también animaron la interdisciplinariedad y el crecimiento de contactos internacionales entre científicos, financiando un abanico de programas internacionales de intercambio tanto en la investigación como en la educación (véase Abir-Am, 1982).

Durante el período de entreguerras, únicamente en la Unión Soviética se desarrolló una política científica más activa. En palabras de Loren Graham (1967): “En la historia, ningún gobierno previo ha estado tan abierta y enérgicamente a favor de la ciencia. Los líderes revolucionarios del Estado soviético veían las ciencias naturales como la respuesta a los problemas tanto espirituales como físicos de Rusia” (pp. 32-33). El Estado soviético trató de integrar la investigación científica en lo que se convirtió un sistema elaborado de planificación económica centralizada y se reorganizó la Academia de las Ciencias para que pudiese servir mejor a los intereses de la nueva sociedad socialista.

En 1931, una delegación de funcionarios y científicos soviéticos de alto nivel asistieron a un congreso internacional, en Londres, de historia de la ciencia y presentaron el acercamiento soviético a la ciencia y tecnología como alternativa al estatus algo bajo que tenían estas disciplinas en los países capitalistas que se encontraban entonces en plena depresión económica (Bukharin *et al.*, 1931; véase Graham, 1985). Se contrastaron las facilidades y el apoyo ofrecidos a los científicos de la Unión Soviética con el desempleo desenfrenado de Occidente y el atractivo del “modelo” soviético de dirección y control estatales se extendió a muchos científicos e intelectuales no comunistas. En Gran Bretaña, un grupo de científicos del más alto nivel –Lancelot Hogben, Hyman Levy, J. B. S. Haldane, Joseph Needham y John Bernal– hicieron una campaña a favor de que el Estado se implicase de forma más activa en la política científica y de que los científicos desempeñasen un papel más político en la resolución de los problemas sociales. En 1939, Bernal publicó una especie de manifiesto, *The Social Function of Science*, en el que reunió una serie de argumentos históricos, políticos y económicos para que se aumentase el apoyo estatal a la ciencia y tecnología (Werskey, 1978).

Debido a estas distintas iniciativas, la ciencia y la tecnología se convirtieron, en vísperas de la segunda guerra mundial, en un área explícita del debate político y de la discusión sobre políticas públicas. La cultura económica desarrolló una serie de instituciones para hacer financiar y planificar la investigación científica; el Estado soviético había experimentado con la planificación y con instrumentos de dirección de política científica, y los científicos activistas habían intentado alertar a sus colegas de la cultura académica sobre la necesidad de una mayor implicación social en la investigación científica. Pero sería la propia guerra la que llevaría a estas distintas fuentes a ser el centro de la atención política.

De Pearl Harbor al Sputnik: los años cuarenta y cincuenta

Las experiencias con la investigación militar en la segunda guerra mundial, especialmente el establecimiento de proyectos multidisciplinarios a tiran escala, y de compleja planificación, en investigación, electrónica, radar y energía atómica, marcaron un giro decisivo en la historia de la política científica y tecnológica (Salomon, 1973). A lo largo y lo ancho del mundo industrializado se produjo una especie de hibridización entre los representantes de la cultura militar y burocrática y aquéllos de las culturas científicas y académicas (Weingart, 1982). Apareció una nueva generación de expertos que tendió un puente entre los valores y las normas del Estado y los de la academia; ofrecieron un nuevo vocabulario y crearon un nuevo rol social en tanto que políticos de la ciencia y de la tecnología. Estos “nuevos hombres”, tal y como los

llamó C. P. Snow en una de sus primeras novelas de la posguerra (Snow, 1954), con experiencia en fundaciones o administración académica, reclutaron el personal para los grandes proyectos de la ciencia, negociaron con funcionarios militares y civiles en nombre de los científicos, organizaron y gestionaron los laboratorios y los medios para llevar a cabo los proyectos y se convirtieron, después de la guerra, en los portavoces de las aspiraciones políticas y profesionales de la cultura académica (Greenberg, 1967). Algunos se convirtieron en críticos expertos y formaron organizaciones para protestar contra la carrera armamentística, lo que les llevó a entrar en contacto con activistas de la cultura cívica y a establecer vínculos que se volverían más importantes a lo largo de los sesenta (Blume, 1974). Otros se convirtieron en miembros de los nuevos órganos encargados de la formulación de las políticas y establecidos para financiar y coordinar la ciencia y, la tecnología. También entraron a formar parte de los consejos y de las comisiones que se ocuparon de diversos programas civiles de I+D así como también de los institutos de investigación militar, ampliamente extendidos. Al mismo tiempo, el vínculo con el ejército contribuyó fuertemente al diseño de las agendas científicas, especialmente en las ciencias físicas, que era en aquella época la disciplina estrella (Florman, 1987, Hoch, 1988; Mendelsohn, 1990).

En el período inmediato a la posguerra, los países industrializados habían aceptado la implicación activa del Estado en la investigación científica y tecnológica. En la mayoría de los países, se crearon consejos científicos o de investigación para la investigación básica y la ingeniería así como para las principales áreas sectoriales de investigación: defensa, sanidad, agricultura y energía (atómica). Los consejos de investigación no eran completamente nuevos –por ejemplo, en 1930, se crearon en Estados Unidos los Institutos Nacionales de Sanidad y las agencias de investigación militar se pusieron en marcha incluso antes– pero sus presupuestos aumentaron sustancialmente después de la guerra y, por tanto, se les dio un mayor peso en la distribución de los recursos nacionales y en el establecimiento de las prioridades nacionales. En muchos países, los laboratorios nacionales y los institutos de investigación que se crearon para la Investigación militar, la energía atómica y la agricultura, también fueron importantes. Durante este período, en las ciencias sociales, las fundaciones desempeñaron un papel significativo a la hora de fijar las agendas políticas; en los estudios de países, la sociología, la investigación mediante encuestas y otros campos, el apoyo de las fundaciones fue esencial para crear nuevos departamentos y nuevas subdisciplinas dentro del sistema universitario. La cultura académica como tal entró a formar parte de alianzas más activas con cultura burocrática y económica. Y, a pesar de todo, la cultura académica consiguió mantener en muchos países en control decisivo sobre los órganos de financiación y coordinación. Los logros alcanzados por el esfuerzo de la guerra –especialmente la bomba atómica– llevó a una “victoria del elitismo” y a la firme creencia por parte de los funcionarios del Estado y de las corporaciones en que se debería dejar a los científicos que determinasen sus propias prioridades (Kevles, 1978; Rose y Rose, 1969).

El resultado fue la derrota temporal de una visión de la ciencia más consciente desde un punto de vista social y más populista. Las normas institucionales de la ciencia, enunciadas por Robert Merton en Estados Unidos en 1942, se correspondían con los dogmas de la Society for Freedom in Science, fundada por Michael Polanyi, en 1941, como contrapunto a las doctrinas de planificación socialista de Bernal. Ambas trataban de (re)definir las condiciones para una “comunidad científica” libre y abierta, en contra de los movimientos totalitarios de la derecha y de la izquierda. En 1945, Vannevar Bush, que había sido durante la guerra una de las figuras claves en la formulación de la política científica, elaboró un informe para el presidente Roosevelt, en el que defendió la máxima autonomía para los científicos frente a los intereses políticos, económicos y sociales (Bush, 1945). En lugar de controlar la ciencia, se fomentó que el público hiciese un mejor uso de la misma y que aprendiese más de ella: una ola de popularización y de información pública sustituyó en gran medida el activismo tan extendido antes de la guerra.

Realmente se puede caracterizar el período inmediato a la posguerra como de hegemonía científica, en el que el panorama de la política científica y tecnológica estaba dominado por las voces de la cultura académica, que defendían la autonomía académica y la libertad científica (Gilpin y Wright, 1964). Hacia finales de los años cuarenta, sin embargo, se cierra el telón de acero con el lanzamiento de la bomba atómica soviética y la victoria de los comunistas en China. En Estados Unidos, especialmente, la cruzada anticomunista perjudicó gravemente las libertades adquiridas por la cultura académica. El precio del patrocinio estatal se volvió muy alto, en términos de juramento de lealtad y conformidad ideológica, aunque, a lo largo de los cincuenta, los científicos continuaran ejerciendo la principal autoridad en las nuevas relaciones entre la ciencia y el Estado. Incluso la censura y el control político estaban, en gran medida, en manos de la cultura académica (Schrecker, 1986).

De cualquier modo, merece la pena recordar que entre 1950 y 1957, cuando los soviéticos lanzaron su primer Sputnik, la Fundación Nacional de la Ciencia (NSF), en Estados Unidos, siguió siendo una

organización relativamente pequeña. La mayor parte de la financiación para la I+D iba destinada a institutos con misiones determinadas como el Instituto de Investigación Naval (ONR), la Comisión de Energía Atómica (AEC) y los Institutos Nacionales de Sanidad (NIH). La proporción del presupuesto para I+D destinada a la investigación básica seguía siendo pequeña, comparado con los programas militares, de salud y energía (Greenberg, 1967). Pero incluso en estos programas se daba más importancia a la ciencia que a la tecnología; los principales protagonistas del discurso de la política científica consideraban que la ciencia impulsaba a la tecnología. Tanto los responsables de la formulación de la política como los investigadores académicos prestaron poca atención a la interacción entre la ciencia y la tecnología o a lo que luego se llamaría la innovación industrial.

Del Sputnik a Vietnam: los años sesenta

El Sputnik, el satélite espacial soviético, llevó a cambios dramáticos en la esfera de la política científica y tecnológica, puesto que la alianza entre el gobierno y las universidades adquirió nuevas dimensiones (Lakoff, 1977). En muchos países, se originó una nueva ola de movilizaciones de científicos e ingenieros, pero fue especialmente acentuada en Estados Unidos, donde los presupuestos para I+D crecieron una media de un 15% al año hasta mediados de los sesenta. La mayor parte de este gasto fue destinado al esfuerzo militar y espacial, los dos sectores que dominaron la I+D americana durante esa década. Sin embargo, esta expansión no alteró la estructura principal del apoyo federal a la ciencia, que se conllevaba una división del trabajo entre la investigación básica y aquella orientada a determinadas misiones. Éste era el modelo que habían adoptado la mayoría de los otros países industriales de Occidente. En este modelo, la comunidad investigadora tenía el privilegio de establecer los objetivos internos de la investigación básica y de garantizar el control de calidad mediante procesos de revisión Internos (es decir, por parte de otros investigadores), mientras que los criterios subyacentes al trabajo orientado a determinadas misiones venían fijados por órganos de financiación competentes.

El primer informe de la OCDE, *Science and the Policies of Governments* (el llamado informe Piagnol, 1963), establecía la distinción entre “las políticas para la ciencia” y “la ciencia para las políticas”, así como también las categorías para calcular el caudal de fondos para diversos tipos de actividades. En un seminario organizado por la OCDE en Frascati, Italia, se desarrolló una metodología para la estadística aplicada a la I+D a partir de estas categorías –investigación básica, investigación aplicada, desarrollo tecnológico o, simplemente, desarrollo (todas juntas agrupadas en la abreviatura I+D). El informe también ofrece una serie de recomendaciones para los gobiernos miembros que debían seguir a la hora de apoyar la investigación científica y técnica y a la hora de crear órganos de asesoramiento científico para el Estado. Y, quizás lo que es más importante, el documento transformó una ambición política o un enfoque, en una doctrina de política estratégica: esto es, la idea de que la ciencia, junto con la educación superior, debía de ser considerada como un factor productivo en pie de igualdad con el trabajo y el capital, en la búsqueda del crecimiento económico. En palabras del informe, “Los gastos tanto en educación como en investigación representan inversiones a largo plazo en el crecimiento económico” (OCDE, 1963: 30). El principio de apoyar la ciencia para estimular el crecimiento, medido en términos de PNB, puede calificarse como la primera doctrina de política científica de la OCDE-OCDEI.

El papel de los científicos como expertos se desarrolló también en muchas esferas civiles de la política y de la toma de decisiones en el ámbito público (Price, 1967). En Estados Unidos, el Congreso creó en 1962 un asesor especial de ciencia y tecnología al servicio del presidente (Golden, 1988). En Suecia, en ese mismo año, se creó un Consejo Asesor para la Ciencia que tenía acceso directo al gabinete del primer ministro, mientras que en Canadá se fundó un Consejo de la Ciencia compuesto por una plantilla con sus propios profesionales de política de investigación y próximo al gobierno (fue abolido en 1992)².

En los años sesenta, en muchos países europeos surgieron centros dentro de las universidades para el estudio de la política científica; por ejemplo, en 1966, fueron creados el SPRU en Gran Bretaña y el RPP

² En otros países se hicieron acuerdos similares, a menudo influidos por las discusiones en el seno de la OCDE, que empezaron a publicar informes de política científica nacional, basados en las visitas de los expertos “críticos”. Surgieron los grupos parlamentarios con un interés en la política científica y en Estados Unidos, en 1964, se iniciaron audiciones sobre ciencia y, tecnología en el Congreso. En 1963, el Congreso también animó a la Academia Nacional de las Ciencias (ANC) a la creación de un comité de ciencia y política pública (COSPUP).

(Programa sobre Política de Investigación) en Lund, Suecia. En Europa del Este y en la antigua Unión Soviética tuvieron lugar creaciones similares, bajo los auspicios de un movimiento de “la ciencia de la ciencia” (Goldsmith y MacKay, 1963). También fue en este período cuando el historiador Derek de Solla Price llevó a cabo sus estudios sobre lo que consideraba como un crecimiento exponencial del número de científicos y de sus publicaciones, estableciendo el fundamento estadístico para la tesis que apunta a la transición desde la pequeña ciencia a la Gran Ciencia, de la ciencia de mecenazgo y de artífices individuales, a la investigación basada en el trabajo de equipo, en la financiación de proyectos, políticamente dirigidos y de capital intensivo (Price, 1963). En el plano internacional, se tomaron una serie de iniciativas dentro de las Naciones Unidas³.

A la vez que estos acontecimientos, empezaron a aparecer revistas especializadas dedicadas a la política científica y a la gestión de I+D (*Minerva*, *Research Policy*, *Impact of Science on Society*, *Technology Review*), mientras que en 1961, la revista *Science* inició una sección de noticias especiales y de comentario crítico dirigida por Daniel Greenberg. La discusión sobre las prioridades en la ciencia salió a la luz en las páginas de *Minerva*, que presentó artículos escritos por destacados administradores, responsables de la formulación de las políticas y filósofos de la ciencia. La cuestión más importante en el llamado debate *Minerva*, fue cómo elegir entre distintos campos de la ciencia y cuál era la mejor manera en la que los grupos científicos pudieran ejercer presión en beneficio de sus campos de estudio (Shils, 1968). Alvin Weinberg introdujo la idea de inversión en investigación como una política de seguros, capaz de garantizar a un país un fondo de desarrollo tecnológico básico así como también un conjunto de criterios generales que pudiesen guiar las decisiones a la hora de seleccionar la investigación para las áreas socialmente relevantes (Weinberg, 1967).

El criterio de Weinberg para la selección científica estableció dos conjuntos de principios. El primero hace referencia a las implicaciones externas, esto es, al amplio mérito social y tecnológico así como al impacto potencial en los campos científicos vecinos. El otro conjunto de principios era interno, por ejemplo: si el asunto determinado estaba o no maduro para su explotación, si el tema era original o ya se había trabajado demasiado en él, si el problema era fructífero para el desarrollo del campo de investigación. Esto proporcionaba una lista de criterios que los consejos de investigación podrían transformar en unas directrices más complejas.

Resulta interesante notar cómo en períodos de fuertes exigencias externas sobre la pertinencia y la responsabilidad puede haber una corriente epistémica de criterios por los que las evaluaciones externas sobre la relevancia social pasan a primer plano mientras que las evaluaciones de los expertos a partir de criterios de revisión interna pasan a segundo plano (Price, 1979; Elzinga, 1985).

El escepticismo de la cultura burocrática sobre la idea de que las inversiones en la ciencia llevan directamente al crecimiento económico, fue la principal razón por la que se lanzó el Proyecto Hindsight, encargado, a mediados de los sesenta, por el Ministerio de Defensa de Estados Unidos. El estudio era un inventario de innovaciones militares en el que se evaluaba la contribución relativa de la ciencia y la tecnología a su desarrollo. La idea de la cadena de innovación, que había sido un importante concepto inicial en la política científica, fue puesto a prueba y se hizo un intento para establecer los eslabones entre la investigación básica y las innovaciones (Sherwin e Isenson, 1967).

Estas investigaciones tuvieron un importante impacto en el sector industrial, fortaleciendo su *ethos* economicista y su convicción de que los gastos científicos tenían que justificarse directamente en términos económicos más que científicos. Ya no se podía dar por hecho que la inversión en la ciencia contribuyera directamente al crecimiento económico; parecía posible –incluso bastante normal– que el crecimiento económico se produjese sin la ciencia. A la hora de explicar la innovación, parecía más importante referirse al tirón del mercado que al impulso de la ciencia.

El contraataque por parte de la cultura académica se hizo mediante un proyecto llamado TRACES. El proyecto Hindsight había servido para arrojar dudas sobre el tópico establecido –de Bernal a Bush y Brooks– que había defendido que una amplia inversión en la ciencia básica era prerequisite para el

³ Una conferencia, en 1963, llevó a la creación del Comité de Asesoramiento sobre la Aplicación de la Ciencia y Tecnología al Desarrollo, y a partir de 1965 en adelante se celebraron una serie de conferencias ministeriales. Como resultado de la conexión entre la Unesco y la IAEA, el profesor Abdus Salam fundó en 1964, en Trieste, el Centro Internacional para la Física Teórica. La Unesco también creó su propio centro de política científica, dirigido por el belga Yves d’Hemptine, que sirvió para lanzar el Estudio Nacional Comparativo sobre el Funcionamiento de las Unidades de Investigación (ICSOPRU), una encuesta cuantitativa positivista sobre la productividad de la I+D, aplicada a un gran número de países a lo largo de los años setenta.

mantenimiento de la supremacía tecnológica. TRACES proporcionó una crítica metodológica a Hindsight y trató de aportar pruebas a favor de un modelo de impulso por parte de la ciencia, mostrando, así, la importancia de la investigación básica para la innovación industrial (IIT Research Institute, 1968). El proyecto, apoyado por la National Science Foundation, se centró no solamente en las etapas iniciales sino en todas las fases de una innovación exitosa y mostró que la investigación básica había desempeñado un papel importante en casi todos los proyectos investigados. En otros países se hicieron estudios similares que también trataron de mostrar que la ciencia básica era una actividad económicamente importante (véase Irvine y Martin, 1984). Al llegar a este punto, la cultura académica asumió la categoría de “investigación básica” como algo libre de problemas. Veinte años más tarde, bajo presiones externas y debido a los vínculos simbióticos con las nuevas tecnologías, quedó claro que se había construido esta categoría desde una concepción interna y positivista de la ciencia. Entonces se empezó a utilizar el término de *investigación estratégica* como una categoría más adecuada desde la perspectiva de la política científica.

En gran medida, la polémica en torno a estos estudios se debió a las distintas percepciones sobre la cadena de innovación que tenían diferentes tipos de órganos de financiación. El debate llamó la atención sobre el hecho de que la relación entre la ciencia y la política científica estaba socialmente e institucionalmente mediatizada por las estructuras de financiación y por los mecanismos interactivos entre la ciencia, la industria y el Estado. También puso de manifiesto que los términos de esa relación contribuían a determinar los resultados del proceso de innovación o, al menos, la eficiencia de su uso. Estos estudios se llevaron a cabo en un período en el que Estados Unidos había alcanzado la supremacía tecnológica, invirtiendo en el sector militar, en el nuclear y en el espacial, y en otros proyectos de la Gran Ciencia. Sin embargo, en 1967 comenzó el estancamiento del apoyo federal a la I+D e inició una etapa de declive. Aunque los estudios sobre la política científica y los debates mencionados previamente desempeñaron su papel, fue más importante la tensión ideológica, principalmente en relación a la guerra del Vietnam, que tuvo lugar entre, de un lado, la cultura académica (y cívica) y, de otro, la burocrática y la económica. En este contexto, se desarrollaron las críticas a la ciencia y tecnología, que centraron su atención no solamente en el uso que se había hecho de la ciencia en la guerra del Vietnam sino también en el papel que tenían en la contaminación del medio ambiente y en otros efectos negativos para la sociedad. Fue al final de este período de cuestionamiento y conflicto entre las principales culturas, que tuvo lugar, a principios de los años setenta, un nuevo tipo de reconciliación.

Los años setenta: el período de la relevancia social

La aparición, a finales de los sesenta, de lo que Theodore Roszak llamó “academia disidente” fue un factor importante en la reticencia que mostraron los gobiernos y las industrias en el abastecimiento de recursos para la investigación básica. Durante un tiempo, la tensión incluso se convirtió en animosidad y en deterioro de la comunicación. En Estados Unidos, se dismanteló la oficina de Política Científica y Tecnológica (OSTP) y quedó debilitada la posición del consejero de política científica del presidente (Smith, 1990). Al mismo tiempo, una ola de críticas se extendió sobre la academia, y los nuevos movimientos sociales de feminismo y medio ambiente fueron creando sus propias identidades organizacionales en todo el sector industrial. En este contexto, se inició una serie de nuevos programas con objetivos concretos –la “guerra contra el cáncer” de 100 millones de dólares (Studer y Chubin, 1980), el programa NSF sobre investigación aplicada a las necesidades nacionales (RANN) y la creación en el Congreso, en 1972, de la Oficina de Evaluación Tecnológica (OTA). Con estas medidas –y otras similares en otros países– se daba paso a una nueva era de responsabilidad social. Por un lado, indicaba una alianza entre la cultura burocrática y la económica y, por otro, al menos en algunos lugares, las agendas de las políticas científicas y tecnológicas se abrieron a las preocupaciones que se habían ido manifestando en las culturas académica y cívica.

En 1971, un grupo de la OCDE, dirigido por Harvey Brooks, realizó el informe *Science, Growth and Society: A New Perspective*. El informe Brooks puede interpretarse como una respuesta por parte de gobiernos miembros al período de cuestionamiento y agitación social de finales de los sesenta. El informe ponía el acento en la necesidad de un mayor control social sobre la investigación aplicada y de una ampliación del ámbito de la política científica para incluir todos los sectores de las políticas públicas. Se dividió una ciencia unificada en distintos programas sectoriales y en el discurso de las políticas pasaron a primera línea un nuevo conjunto de conceptos –política orientada a determinadas misiones, política tecnológica, relevancia social. Como tal, el OCDE 2 representó una doctrina tecnocrática de ingeniería social, que pasó a ser moneda común en todo el mundo industrializado.

Detrás del cambio hacía una doctrina tecnocrática socialmente responsable estaba una compleja combinación de factores. En palabras de Harvey Brooks (1986):

La época eufórica con respecto a la capacidad de la ciencia para resolver problemas sociales pronto dio paso a la desilusión y acabó en lo que la mayoría vio como una revuelta en contra de la ciencia o, al menos, en contra de la Gran Ciencia... En seguida, sin embargo, se empezó a ver la ciencia y la racionalidad como la fuente del problema en vez de como la base para su solución y los problemas sociales se consideraron de forma creciente como los efectos secundarios del progreso de la ciencia y la tecnología [p. 130].

Los movimientos sociales que surgieron en los sesenta –los movimientos pacifista, estudiantil y verde– llevaron a lo que se puede calificar como la repolitización de la ciencia (véase Nowotny y Rose, 1979; Rose y Rose, 1976). En los años setenta, se volvió a discutir en la esfera política sobre política científica y tecnológica. Por un lado, se crearon varias organizaciones; en casi todos los países industrializados surgieron grupos ecologistas y después de la Conferencia de la ONU sobre medio ambiente, celebrada en Estocolmo en 1972, las cuestiones medioambientales empezaron a extenderse, de forma más activa, también a los países en desarrollo. En muchos países, el movimiento ecologista se convirtió en un grupo de presión activo, ofreciendo su conocimiento y competencias en sentido contrario al establecido, así como reclamando una mayor participación pública en la toma de decisiones de ciencia y tecnología (Cotgrove, 1982; Skoie, 1979). En muchos países, científicos de izquierda crearon organizaciones de “ciencia radical”, cuyos miembros desempeñaron un papel relevante en los debates públicos sobre investigación militar y experimentación en laboratorios con ADN recombinante o ingeniería genética (Arditti, Brennan y Cavrak, 1979; Balogh, 1991; Fuller, 1971).

Entre los nuevos protagonistas de la cultura cívica, los grupos a favor de la liberación de la mujer también fueron importantes. Éstos sacaron a la luz cuestiones referentes al sesgo sexista y se centraron en áreas determinadas de la tecnología médica, relacionadas normalmente con la reproducción y el control de la natalidad. En el transcurso de los setenta, los estudios sobre la mujer se convirtieron en una nueva área de investigación y los grupos feministas se centraron en la discriminación y en la diferenciación sexual, tanto en las teorías científicas como en los institutos (Rothschild, 1983). Tal y como ocurriría con el ecologismo, en los setenta, el reto feminista se convirtió en un importante movimiento social y en muchos países logró introducir nuevas cuestiones en las agendas nacionales de política científica y tecnológica. A finales de los setenta, con la nueva intensificación de la carrera armamentística, el movimiento pacifista volvió a cobrar vida. En toda Europa occidental y en Estados Unidos, las manifestaciones de masa y los programas de investigación y de educación presionaron a favor del uso civil de la I+D de carácter militar (Thompson y Smith, 1980). En muchos de los más grandes institutos de investigación en defensa se desarrollaron proyectos y grupos de trabajo con fines civiles. En Gran Bretaña, las comisiones de trabajadores en la Lucas Aerospace Corporation llevaron a cabo un plan de producción alternativo que proponía que las empresas fabricasen una serie de productos con utilidad social en vez del armamento que dominaba la lista de producción. La llamada a la “producción alternativa” –presente entre los trabajadores británicos primero y después, en los setenta, entre los escandinavos y alemanes–, reflejaba, obviamente, la mala situación económica. Pero también era producto del nuevo activismo de los movimientos de los trabajadores de muchos países, en parte animados por la aparición de los nuevos movimientos sociales (Elliott y Elliott, 1976; Wainwright y Elliott, 1982).

La respuesta de las otras culturas de política C+T a todo este movimiento “democrático”, fue ampliar sustancialmente el ámbito de la política científica y tecnológica tratando de incluir muchos más sectores sociales así como a establecer nuevos mecanismos para evaluar los impactos sociales y medioambientales del desarrollo tecnológico (Norman, 1979; OCDE, 1981). Casi todos los países industrializados crearon agencias de protección medioambiental o departamentos dentro de los cuales se institucionalizó la evaluación del impacto sobre el medio ambiente. También se reformó la legislación medioambiental y la ecología se convirtió en una esfera importante para las iniciativas de política científica y tecnológica, mediante nuevos programas de I+D, comisiones, órganos de asesoramiento y demás (Smith, 1990). En 1974, con los aumentos del precio del petróleo de la OPEP –la llamada crisis del petróleo– el debate sobre el medio ambiente se centró, de forma creciente, en la cuestión de la energía y, especialmente, en los pros y los contras de la energía nuclear. Esto llevó a ciertos países a desarrollar algunos de los programas de I+D de carácter no militar más ambiciosos. Una multitud de nuevos institutos y consejos se empezaron a encargar de los estudios sobre la conservación de la energía, la energía alternativa y los

sistemas de energía, y, en muchos países europeos, la energía nuclear se convirtió en una cuestión política dominante, capaz de hacer caer gobiernos y de fomentar la creación de nuevos partidos políticos (véase Rüdig, 1991).

Los debates públicos sobre la energía nuclear, la ingeniería genética y las consecuencias de la “revolución” informática, contribuyeron al interés en la evaluación de la tecnología. En 1972, en el seno del Congreso de Estados Unidos, se creó una Oficina de Evaluación Tecnológica y en muchos otros países se crearon nuevos órganos con una misión similar (Wynne, 1975, para evaluaciones posteriores de los asesores, véase Jamison y Baark, 1990). A lo largo de los ochenta, algunas de las actividades en relación a la evaluación de la tecnología se beneficiaría de la interacción con los estudiosos de la ciencia y la tecnología, especialmente aquellos que compartían los enfoques constructivistas al desarrollo tecnológico (Schot, 1992).

Para aumentar la participación del público en las decisiones sobre la política científica y tecnológica, los gobiernos organizaron varias campañas de información a gran escala y a nivel local se llevaron a cabo iniciativas novedosas. Los representantes de la cultura cívica, por tanto, pudieron participar en la elaboración de la política, bajo el principio general de que había que dar voz a la gente afectada por la ciencia y la tecnología. En Cambridge, Massachusetts, el ayuntamiento puso en marcha una junta encargada de regular los experimentos de ADN recombinante (Krimsky, 1982) y, en Londres, el ayuntamiento llevó a cabo sus propias investigaciones como medidas medioambientales y económicas. Este fue también el período en el que tanto en las universidades de tecnología como en las escuelas de humanidades se crearon asignaturas sobre ciencia, tecnología y sociedad. En ese momento, el estudio de las controversias científicas se convirtió en un área de interés (Mazur, 1981; Nelkin, 1979). La preocupación de los políticos y burócratas fue desarrollar mecanismos para resolver las polémicas o llegar a una conclusión, cuestión en la que se implicaron también los estudiosos del área de ciencia, tecnología y sociedad (STS) (véase Engelhart y Caplan, 1987).

Una de las consecuencias de estas iniciativas fue el aumento de la influencia “externa” sobre la cultura académica, lo que llevó con el tiempo a una especie de retroceso. A principios de los ochenta, algunos defendían que la petición sobre la relevancia social había ido demasiado lejos y que la creciente participación pública en la política científica y tecnológica había anulado la autoridad de los expertos (Jasanoff, 1990). Más importante fue el hecho de que en Gran Bretaña y en Estados Unidos llegasen al poder los conservadores, cuyo objetivo principal fue reforzar la cultura económica o corporativa y recortar el gasto público. Parte de este cambio se debió al creciente reto tecnológico y económico por parte de Japón y de los llamados nuevos países en vías de industrialización (NICs), esto es, Corea, Taiwan, Singapur y Hong Kong; aparte de la incapacidad de mantener el ritmo de crecimiento de estos países, hay que considerar la inhabilidad de las culturas burocrática y cívica para desarrollar alternativas funcionales así como para idear técnicas de gestión y organización adecuadas que permitiesen fijar las prioridades en ciencia y tecnología. En muchos de los nuevos programas sectoriales de I+D no había un control de calidad suficiente; tampoco la recompensa económica fue lo suficientemente alta como para motivar un crecimiento mayor.

Los años ochenta: la política de orquestación

En este, nuevo contexto, la OCDE (1981) publicó un nuevo documento, *Science and Technology Policy for the 1980s*, que ayudó a los países miembros a formular políticas frente a lo que, de forma creciente, se vio como el desafío japonés. El contenido esencial del documento OCDE 3 era estimular el desarrollo de las nuevas tecnologías mediante una política industrial activa así como fomentar una relación más estrecha y una mayor colaboración entre las universidades y la industria. Todos los países industrializados compartieron la orientación comercial que se dio a la política científica en la década de los ochenta, en el que tanto la innovación industrial como la prospección tecnológica desempeñaron un papel relevante. Aun así, los mecanismos que se adoptaron en estos países fueron sustancialmente distintos.

El éxito japonés en muchas ramas de la industria, especialmente en la importante industria electrónica, respondía a un acercamiento a la política de I+D propio de este país, que consistía en un uso sistemático de la prospección tecnológica y una fuerte orientación económica o industrial (Freeman, 1987). En Japón y en los países en vías de desarrollo del este de Asia, la política científica entró a formar parte de la política industrial y, en comparación con los países occidentales, el Estado desempeñó un papel más activo así como también prestó mayor ayuda a las empresas de exportación. Los países occidentales, en respuesta al desafío del milagro japonés, empezaron a experimentar con la prospección en la investigación (Irvine y Martin, 1984; para una revisión posterior de lo ocurrido en ocho países, Martin e Irvine, 1989).

También se hicieron importantes esfuerzos para desarrollar programas de ayuda a la tecnología microelectrónica, la biotecnología y los materiales industriales, a la vez que se fomentaron nuevos vínculos entre las universidades y el sector industrial (Etzkowitz y Webster, 1995). Los valores de la cultura económica, por tanto, acabaron dominando. Los países del Tercer Mundo siguieron el ejemplo, como en el caso de China, en donde las reformas de política científica y tecnológica estuvieron estrechamente unidas al proceso de reforma económica iniciado a finales de los años setenta (Baark, 1991; Simon y Goldman, 1989).

La prospectiva se convirtió en una de las principales metodologías nuevas de las políticas. En las nuevas comisiones y programas de tecnología avanzada que se crearon en la mayoría de los países, los institutos del Estado intentaron seguir el modelo consensual japonés de toma de decisiones (Martin e Irvine, 1989). La idea era reunir a varios actores, elegidos en función de su especialidad, para la prospectiva y para la selección de determinadas opciones tecnológicas, con los que se elaboraban las políticas. La prospección, por tanto, implica un importante elemento de construcción social, por medio del cual los gobiernos, o los institutos conectados a los mismos, tratan de crear consenso entre los representantes de las culturas académica, económica y política. En el sector industrial se lleva a cabo un proceso similar bajo el nombre de “gestión de un problema”. La introducción, a principios de los años ochenta, de este tipo de metodologías de prospección en la mayoría de los países industriales de Occidente, sugiere que se estaba produciendo un proceso de reconciliación que coincidía con el debilitamiento de la influencia de la cultura cívica. En la primera mitad de los años ochenta, en la mayoría de los países, los movimientos sociales perdieron fuerza a través de procesos de incorporación y marginalización: se aceptaban y se institucionalizaban las demandas más moderadas, mientras que, de una manera u otra, se suprimían de la agenda política las más radicales (véase Vig y Kraft, 1984). En muchos países, se tomaron decisiones o bien para reducir la energía nuclear o bien para desarrollar otras fuentes de energía. Al mismo tiempo, el sector corporativo fue desarrollando un conjunto de “soluciones” tecnológicas para resolver los problemas medioambientales que habían tenido tanta relevancia en los debates públicos.

El sistema de subvención de proyectos que se desarrolló en los años setenta, había otorgado una mayor influencia al cuerpo de gestión procedimental, que reforzó la alianza entre la cultura burocrática y la económica. Dentro de la academia, surgieron críticas al crecimiento de los procedimientos legales y administrativos y se pidió la reducción de las disposiciones burocráticas. Don Price (1979), un experto americano en política científica, sugirió que los esfuerzos de los gobiernos para guiar la investigación en la universidad fuesen menos directos pero más ambiciosos:

Para lograr un apoyo gubernamental, de gran alcance e integrado, a la ciencia y a la tecnología, el primer paso más efectivo (aunque a lo mejor el más difícil) puede consistir en lograr un sistema de responsabilidad más disciplinado, dentro de todo el Congreso, y un cuerpo de administradores generalistas más competente (sin excluir, de ninguna forma, a los científicos) que podrían ofrecer mayor unidad y continuidad al sistema de planificación del gobierno [p. 91].

Con esto se pedía, principalmente, la nueva política de orquestación que empezó a destacar en los años ochenta. Formaba parte de lo que se ha llamado un nuevo contrato social para la ciencia que sustituía la antigua doctrina de “autonomía relativa”, dominante durante el período de la posguerra y tan bien recogida en el informe de Vannevar Bush. Este nuevo contrato se caracteriza por una ciencia académica más integrada tanto en el Estado como en el sector privado, a la vez que otorga importancia a la investigación básica (Kevles, 1990). Tal y como ocurrió con el informe Vannevar Bush, que introdujo un conjunto de conceptos que llegaron a ser fundamentales en los estudios de política científica con una orientación más tecnocrática, el “nuevo contrato” también aportó un conjunto de nuevos conceptos que los académicos adoptaron, a veces de forma crítica y otras no (Bimber y Guston, 1995).

El cambio del marco externo ha llevado a que los estudios de política científica se hayan sensibilizado con la dinámica cognitiva interna de la C+T. En la medida en que factores que previamente se habían considerado externos al propio proceso de investigación definieron, de forma más evidente, nuevas líneas de trabajo, se desarrolló una serie de conceptos para tratar de dar sentido a todo esto. Un trabajo pionero en esta misma línea lo había realizado en los años setenta en Alemania el grupo Starnberg, ahora disuelto, que introdujo la “teoría de la finalización”. Según esta teoría, en algunos momentos el proceso de investigación está más cerrado a la influencia externa mientras que en otros está más abierto, en función de las diversas etapas de la dinámica cognitiva de la ciencia. En las etapas de fuerte desarrollo teórico –se postulaba– las disciplinas serían relativamente inmunes a la presión externa, mientras que sucedería lo

contrario en las fases pre y posparadigmáticas. En este último caso es porque se considera madura la disciplina en cuestión, supuesto que ha sido fuertemente criticado (Schäffer, 1983).

También se ha señalado cómo recientemente la diferenciación social y cognitiva ha evolucionado hacia comunidades disciplinarias y comunidades híbridas. Estas últimas formulan políticas según un mandato social articulado a conciencia y muestran un sistema reputacional así como criterios para la evaluación de los resultados de la investigación algo distintos a las pautas de las carreras tradicionales y a los criterios que se encuentran en las disciplinas académicas. La distinción es importante para el análisis de las diferencias entre la ciencia como disciplina y la ciencia orientada a problemas concretos, consideración relevante para la política científica. Aquí es esencial lo que se puede calificar como el *giro cognitivo* en los estudios de política científica (Rip, 1981). Algunos estudios recientes han desarrollado más este enfoque (Elzinga, 1985; Remington, 1988).

Otros dos conceptos son importantes en este giro cognitivo: la “colectivización” y la “investigación estratégica”. El primero se refiere al proceso por el que la Gran Ciencia implica a los investigadores no sólo en un equipo de trabajo sino también en un proceso en el que se integran las funciones que corresponden a la ciencia, a la toma de decisiones o a la producción en la sociedad (Ziman, 1987). El último concepto ha sido definido por Martin e Irvine como “la investigación básica llevada a cabo con la esperanza de que conduzca a un amplio conocimiento que pueda constituir la base para solucionar problemas prácticos actuales o futuros” (Irvine y Martin, 1984: 4).

El cambio en el contrato entre la ciencia y la sociedad impulsó una serie de estudios históricos que revisaron la historia institucional de la ciencia así como las experiencias previas de las relaciones entre la universidad y la industria (Thackray *et al.*, 1985). También se dio un nuevo impulso a la historia de la investigación industrial (Dennis, 1987) y se hicieron una serie de comparaciones de las políticas de los llamados sistemas nacionales de innovación (Nelson, 1984).

Tendencias actuales y respuestas

En los años noventa, se observa un mayor conocimiento de las características particulares de cada país, en tanto que los gobiernos de los países miembros de la OCDE intentan armonizar sus prácticas y sus políticas en aquellas actividades en las que se pueden minimizar las fuentes potenciales de fricción (por ejemplo, subsidios, normas y sistemas de patentes). La política científica y tecnológica, como nos ha dicho un portavoz de la OCDE,

tiene que estar relacionada tanto con los contextos nacionales como con el cambio global. Los gobiernos tienen que planificar su acción en el entramado social e institucional de sus países con más cuidado. Al mismo tiempo, tienen que hacer mejor uso de las políticas científicas y tecnológicas para resolver problemas que surgen en un mundo que cambia rápidamente [Aubert, 1992: 4; véase OCDE, 1992].

En la década actual, la *globalización* y la *indigenización* se han convertido en palabras claves. Misteriosamente, éste es un período en el que el eslogan “piensa globalmente y actúa localmente” se ha hecho popular en las organizaciones no gubernamentales (Clark, 1991). El advenimiento de las nuevas tecnologías y de la investigación básica orientada exige un análisis de las políticas que esté más sensibilizado con las dinámicas cognitiva y cultural de la ciencia. En el ámbito de los diferentes escenarios socioculturales de la ciencia, los académicos inspirados en la nueva sociología de la ciencia están bien preparados para hacer sugerencias, relevantes para los responsables de la elaboración (de las políticas así como para los gestores de los programas de I+D).

La naturaleza cambiante de la competencia económica mundial ha sido una razón importante del nuevo contrato social de las relaciones entre la ciencia y la sociedad. El reto japonés ha llevado a muchos países a intentar mejorar su propia competitividad industrial y la rivalidad entre Estados Unidos y Europa ha crecido. Para este propósito, en Estados Unidos se ha llevado a cabo el programa de “guerra de las galaxias” o la Iniciativa de Defensa Estratégica (Elzinga, 1990), mientras que en Europa se ha creado el programa EUREKA para la coordinación de los esfuerzos en investigación de todo el continente. Ahora, este último forma parte de un marco supranacional más general de política científica y tecnológica que opera a cuatro niveles: la investigación básica, la educación superior, el desarrollo tecnológico y la estandarización de la regulación y evaluación de los impactos tecnológicos, especialmente en relación a la protección del medio

ambiente. Cada vez es más común referirse a una política científica y tecnológica europea y a identificar, entre los analistas, una misión especial para Europa en los siguientes años. En palabras de Sharp y Walker,

creemos que la conjetura actual de los acontecimientos ofrece a Europa la oportunidad de liderar tres áreas importantes de las políticas –la adopción de tecnología para el mantenimiento, la organización de un “Plan Marshall” para Europa del Este y el establecimiento de una nueva autoridad sobre la competencia internacional [Freeman, Sharp y Walker, 1991: 396].

En conjunto, esto motiva el crecimiento de los proyectos con una meta determinada así como de la investigación estratégica, que exigen, ambos, mayores compromisos financieros por parte de los países miembros y aumentan el riesgo de que se produzcan tensiones políticas en relación a las políticas de C+T (*New Scientist*, 14 de marzo de 1992). Al mismo tiempo, los esfuerzos para orquestar un proceso de reformas institucionales nuevas tienden a producir una mayor integración de la cultura académica y política, mientras que la cultura cívica articula su crítica sobre la sectorialización de la política científica y tecnológica en un nivel más alto –esto es, el europeo–, que vincula a los países miembros en torno a un modo de desarrollo tecnocrático, dirigido por las nuevas burocracias concentradas en Bruselas.

Cabe esperar que la intensificación de la competición económica mediante la alta tecnología lleve a unas relaciones más conflictivas entre los países occidentales y quizás especialmente entre los tres bloques, esto es, América del Norte, Europa y el este de Asia. La era previa de animosidad entre las dos superpotencias está dando paso a un mundo tripolar, o incluso multipolar, en el que las tradiciones regionales, así como las identidades étnicas y religiosas, pueden llegar a desempeñar un papel más importante en las agendas políticas de C+T.

Es necesario indicar otras pautas globales, superpuestas a esta “regionalización” de las políticas científicas y tecnológicas. La primera de ellas es la posición central que ocupa la biotecnología, sustituyendo la biología a la física en el papel de disciplina principal de la tecnociencia. En segundo lugar, hay que destacar los nuevos problemas medioambientales que están adquiriendo un impacto significativo en las agendas de investigación. Además, con el final de la guerra fría y la transformación de Europa del Este, el viejo conflicto Este-Oeste ha llevado a que se agudice la contradicción entre los países industrializados del “norte” y los países en vía de desarrollo del “sur”, lo cual ha repercutido de forma importante en el terreno de la política científica y tecnológica. Concluiremos este capítulo revisando las cuatro culturas y señalando las respuestas que han tenido a las pautas mencionadas previamente.

La industrialización creciente y la propagación de los valores comerciales a la cultura académica han provocado debates sobre diversas cuestiones, entre ellas, la corrupción, la calidad e integridad científicas así como, de forma más general, la ética en la investigación. En algunos sectores, la preocupación por el debilitamiento de los criterios de revisión interna en la selección de proyectos promovidos por el SDI ha trascendido hacia polémicas sobre la validez de los resultados científicos. En el sector de defensa, el concepto de *spin-off* ha sido sustituido por un nuevo eslogan, *uso dual*, mientras que se sigue discutiendo acaloradamente sobre la transformación de programas militares en programas de uso civil. En este proceso, la conciencia creciente de las diferencias que hay entre las culturas burocrática y académica serán relevantes en el proceso de planificación y diseño de las instituciones futuras y de los programas de las políticas. Los analistas tendrán que sensibilizarse a las diferencias tanto de los sistemas culturales como de los acuerdos institucionales.

Parece claro que las inversiones militares en I+D ya no garantizan el liderazgo tecnológico en la esfera internacional, ni en términos armamentísticos ni comerciales (Brooks y Branscomb, 1989). Tal y como ha señalado un editorial reciente de *Science*:

Las motivaciones, la organización y la cultura que se requiere para sacar al mercado productos rentables es muy distinta de la que se necesita para crear y difundir conocimiento [...]. Los consorcios y los centros en los que participan varias compañías pueden ser muy eficientes en investigación básica así como a la hora de señalar cuestiones genéricas en el desarrollo de las nuevas tecnologías, pero no lo son en el proceso de innovación. Las compañías están cada vez menos interesadas en participar en consorcios [Abelson, 1991: 9].

El nuevo *ethos* empresarial, que se desarrolló quizás de forma más rápida y más controvertida en el campo de la biotecnología, ha chocado con muchos de los valores tradicionales de la cultura académica (Kenney, 1986). La biotecnología también ha sacado a la luz un conjunto de cuestiones, como la propiedad

intelectual, la comodificación y la diversidad genética. También se han inspirado en ella el nuevo campo de la bioética. A finales de los años ochenta, fueron particularmente importantes las cuestiones relacionadas con el intento de hacer un mapa del genoma humano, uno de los más grandes esfuerzos que se han llevado a cabo nunca. Tanto la comercialización de la biotecnología como los aspectos organizacionales del proyecto del genoma humano han reforzado la vieja distinción entre pequeña y gran ciencia. También han hecho evidente que la biología se está convirtiendo frente a la física en el campo científico privilegiado por el poder así como en la principal fuente del discurso público sobre las políticas e instituciones científicas y tecnológicas.

La cultura cívica ha estado en desventaja a la hora de definir los términos de referencia del discurso sobre la política científica y tecnológica. No obstante, en la segunda mitad de los años ochenta, conforme creció el interés por los problemas medioambientales, un ecologismo nuevo y más profesionalizado se convirtió, en varios países y especialmente en los foros internacionales, en un factor cada vez más importante (Caldwell, 1990; McCormick, 1989). Las presiones ejercidas por los grupos de interés ecologistas, como el World Wildlife Fund y el International Union for the Conservation of Nature (IUCN), llevaron a un torrente de iniciativas. Los nuevos problemas medioambientales –el calentamiento del planeta, la destrucción de los bosques a causa de la lluvia tropical, la biodiversidad, y demás– llevaron a una serie de negociaciones intergubernamentales, indicando lo que un participante ha llamado el advenimiento de la “diplomacia de ozono” en el mundo de las relaciones internacionales (Benedick, 1991). Actualmente, se puede decir que el aspecto comercial ha disminuido, en la medida en que los problemas medioambientales y distributivos han adquirido mayor importancia dentro de la agenda política. En gran medida, esto refleja las nuevas alianzas que se han creado entre los académicos críticos, especialmente las feministas y los ecologistas, y las organizaciones de “movimientos”, que se han vuelto tan profesionalizadas. Igualmente, en Europa del Este, la preocupación por la contaminación y la salud pública contribuyó al impulso de los movimientos anticomunistas. En muchos sentidos, el accidente nuclear de Chernóbil, en 1986, marcó el principio del fin de la burocracia comunista.

Se puede también esperar que la aparición de los movimientos poscoloniales en los países en vías de desarrollo tenga un impacto importante en los intentos de repolitizar la política científica en los países industrializados. A lo largo de los años ochenta, los movimientos y los intelectuales críticos de los países en vías de desarrollo han prestado especial atención a la difícil situación de la mujer en estos países. En palabras de Vandana Shiva (1988), una investigadora de STS que se ha convertido en una de las ecologistas de mayor influencia en la India:

Las mujeres que sobreviven nos enseñan que la naturaleza es la base misma y la matriz de la vida económica [...]. Están desafiando los conceptos de desperdicio, basura, dispensabilidad, tal y como las ha definido el occidente moderno [...]. Tienen el conocimiento y la experiencia para sacarnos del callejón sin salida ecológico en el que nos ha metido la mente masculina de occidente [p. 224].

Llegados a este punto, cabe esperar que el proceso de reformulación de la agenda lleve a nuevas iniciativas institucionales, a nuevas doctrinas y conceptos sobre la ciencia y la sociedad y a nuevas relaciones entre las ciencias. Los difíciles problemas de reconciliar las tradiciones culturales con el desarrollo tecnológico, por ejemplo, puede llevar a que las humanidades desempeñen un nuevo papel; y la tarea de movilizar recursos de conocimiento en un mundo cada vez más competitivo puede incitar nuevos esfuerzos en educación así como también nuevas síntesis filosóficas y teóricas. En la medida en que el mundo cambia, también lo harán los estudios sobre política científica y tecnológica.

BIBLIOGRAFÍA

- Abelson, P. H.** (1991), "Industrial Interactions with Universities", en *Science*, núm. 5, p. 9.
- Abir-Am, P.** (1982), "The Discourse of Physical Power and Biological Knowledge in the 1930s: A Reappraisal of the Rockefeller Foundation's "Policy" in Molecular Biology", en *Social Studies of Science*, vol. 12, pp. 341-382.
- Almond, G. y Verba, S.** (1965), *The Civic Culture*, Boston: Little Brown [*La cultura cívica*, Madrid: Euroamérica, 1970].
- Arditti, R.; Brennan, P., y Cavrak, S.** (comps.) (1979), *Science and Liberation*, Boston: South End.
- Aronowitz, S.** (1988), *Science as Power*, Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Aubert, J. E.** (1992), "What Evolution for Science and Technology Policies?", en *The OECD Observer*, núm. 174, pp. 4-6.
- Baark, E.** (1991), "Fragmented Innovation: China's Science and Technology Reforms in Retrospect", en *China's Dilemmas in the 1990s* (Joint Economic Committee), Washington D. C.: GPO.
- y **Jamison, A.** (1986), "The Technology and Culture Problematique", en E. Baark y A. Jamison (comps.) (1991), *Technological Development in China, India and Japan*, Londres: Macmillan.
- Balogh, B.** (1991), *Chain Reaction*, Cambridge: CUP.
- Bell, D.** (1974), *Coming of Post-industrial Society*. Nueva York: Basic Books [*El advenimiento de la sociedad post-industrial*, Madrid: Alianza, 1994].
- Benedick, R.** (1991), *Ozone diplomacy: New Directions in Safeguard the Planet*. Cambridge (Ma): Harvard University Press.
- Bernal, J. D.** (1939), *The Social Function of Science*, Londres: Routledge and Kegan.
- Bimber, B. y Guston, D. H.** (1995), "Politics by the Same Means: Government and Science in the United States", en S. Jasanoff *et al.* (comps.), *Handbook of Science and Technology Studies*, Thousand Oaks-Londres: Sage, pp. 554-571.
- Blume, S.** (1974), *Towards a New Political Sociology of Science*, Nueva York: Free Press.
- *et al.* (comps.) (1987), *The Social Directions of the Public Sciences (Sociology of Sciences Yearbook)*, Dordrecht: Reidel.
- Brooks, H.** (1986), "National Science Policy and Technological Innovation", en R. Landau y N. Rosenberg (comps.), *The Positive Sum Strategy*, Washington: National Academy of Sciences.
- y **Branscomb, L.** (1989), "Interview", en *Technology Review*, agosto-septiembre, pp. 55-64.
- Bukharin, N. et al.** (1931), *Science at the Cross Roads*, Londres: Cass.
- Bush, V.** (1945), *Science-The Endless Frontier*, Washington, D. C.: NSF, 1960.
- Caldwell, L.** (1990), *Between two World: Science, the Environmental Movement and Policy Choice*, Cambridge: CUP.
- Carson, R.** (1962), *Silent Spring*, Harmondsworth, UK: Penguin.
- Clark, J.** (1991), *Democratizing Development: The Role of Voluntary Organizations*, Londres: Eartscan.
- Commoner, B.** (1971), *The Closing Circle*, New York: Knopf [*El círculo que se cierra*, Barcelona: Plaza y Janés, 1973].
- Cotgrove, S.** (1982), *Catastrophe or Cornucopia: The Environment, Politics and the Future*, Chichester, UK: John Wiley.
- Dennis, M. A.** (1987), "Accounting for Research: New Histories of Corporate Laboratories and the Social History of American Science", en *Social Studies of Science*, vol. 17, pp. 479-518.
- Dickson, D.** (1984), *The New Politics of Science*, Chicago: Chicago University Press.
- Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R.; Silverberg, G., y Soete, L.** (comps.) (1988), *Technical Change and Economic Theory*, Londres: Pinter.
- Elliot, D. y Elliot, R.** (1976), *The Control of Technology*, Londres: Wykeham.
- Elzinga, A.** (1985), "Research, Bureaucracy and the Drift of Epistemic Criteria", en B. Wittrick y A. Elzinga (comps.), *The University Research System*, Estocolmo: Almqvist and Wiksell.
- (1988), "Bernalism, Comintern and the Science of Science: Critical Science Movements then and Now", en J. Annerstedt y A. Jamison (comps.), *From Research Policy to Social Intelligence*, Londres: Macmillan.
- (1990), "Large Scale Military Funding Induces Culture Clash", en *Space Policy*, agosto, pp. 187-194.
- Engelhart, H. T. y Caplan, A. L.** (comps.) (1987), *Scientific Controversies: Case Studies in the Resolution and Closure of Disputes in Science and Technology*, Cambridge: CUP.

- Etzkowitz, H. y Webster, A.** (1995), "Science as Intellectual Property", en S. Jasanoff *et al.* (comps.), *Handbook of Science and Technology Studies*, Thousand Oaks-Londres: Sage, pp. 480-505.
- Eyerman, R. y Jamison, A.** (1991), *Social Movements: A Cognitive Approach*, Cambridge (Ma): Polity.
- Ezrahi, Y.** (1990), *The Descent of Icarus*, Cambridge(Ma): Harvard University Press.
- Fleron, F.** (comp.) (1977), *Technology and Communist Culture*, Nueva York: Praeger.
- Florman, S.** (1987), *The civilized engineer*, Nueva York: St. Martin's Press.
- Freeman, C.** (1987), *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, Londres: Pinter.
- (1988), "Quantitative and Qualitative Factors in National Policies for Science and Technology", en J. Annerstedt y A. Jamison (comps.), *From Research Policy to Social Intelligence*. Londres: Macmillan.
- ; **Sharp, M. y Walker, W.** (comps.) (1991), *Technology and the Future of Europe*, Londres: Pinter.
- Fuller, W.** (comp.) (1971), *The Social Impact of the Modern Biology*, Londres: Routledge.
- Galbraith, J. K.** (1967), *The New Industrial State*, Londres: Hamish Hammliton [*El nuevo Estado industrial*, Barcelona: Ariel, 1967].
- Geiger, R.** (1986). *To Advance Knowledge. The Growth of American Research Universities in the 20th Century, 1900-1940*, Oxford: Oxford University Press.
- Gibbons, M. y Wittrock, B.** (comps.) (1985), *Science as a Commodity*, Harlow: Longman.
- Gilpin, R. y Wright, C.** (comps.) (1964), *Scientist and National Policymaking*, Nueva York: Columbia University Press.
- Golden, W. T.** (comp.) (1988), *Science and Technology Advise to the President. Congress and Judiciary*. Nueva York: Pergamon.
- Goldsmith, M. y MacKay, A.** (comps.) (1963), *The Science of Science*, Harmondsworth: Penguin.
- Graham, F.** (1970), *Since Silent Spring*, Boston: Houghton Mifflin.
- Graham, L.** (1967), *The Societ Academy of Sciences and the Communist party 1927-19-32*, Princeton: Princeton University Press.
- (1985), "The Socio-political Roots of Boris Hessen: Soviet Marxism and the History of Science", *Social Studies of Science*, vol. 15, pp. 705-772.
- Greenberg, D. S.** (1967), *The Politics of Pure Science*, Nueva York: New American Library.
- Hilpert, U.** (comps.) (1991), *State Policies and Techno-industrial Innovation*, Londres: Routledge.
- Hoch, P.** (1988), "The Crystallization of a Strategic Alliance: The American Physic Elite and the Military in the 1940s", en E. Mendelshon *et al.* (comps.), *Science, Technology and the Military (Sociology of Sciences Yearbooks)*, Dordrecht: Kluwer.
- Irvine, J. y Martin, B.** (1984), *Foresight in Science*, Londres: Pinter.
- ITT Research Institute** (1968), *Technology in Restrospect and Critical Events in Science (TRACES)*, Chicago: autor.
- Jamison, A.** (1989), "Technology's Theorists: Conceptions of Innovation in Relation to Science and Technology Policy", en *Technology and Culture*, vol. 30, núm. 3, pp. 505-533.
- *et al.* (1990), *The Making of the New Environmental Consciousness*, Edimburgo: Edimburgh University Press.
- y **Baark, E.** (1990), "Modes of Biotechnology Assessment in the USA, Japan and Denmark", en *Technology Analysis and Strategic Management*, vol. 2. núm. 2, pp. 111-127.
- Jasanoff, S.** (1990), *The Fifth Branch*, Cambridge (Ma): Harvard University Press.
- Kenney, M.** (1986), *Biotechnology: The University-industrial Complex*, New Haven (CT): Yale University Press.
- Kevies, Daniel J.** (1978), *The Physicists*, Cambridge (Ma): Harvard University Press.
- (1990), "Principles and Politics in Federal R&D Policy, 1945-1990: An Appreciation of the Bush Report". Prefacio en V. Bush, *Science. The Endless Frontier*, Washington, D. C.: NSE
- Krimsky, S.** (1982), *Genetic Alchemy*, Cambridge: MIT Press.
- Kuhn, T. S.** (1962/1970), *The Structure of Sciemífic Revolutions*, Chicago: Chicago University Press (2.^a ed.) [*La estructura de las revoluciones científicas*, Madrid: FCE, 14.^a ed., 1990].
- Lakatos, I.** (1974), "History of Science and its Rational Reconstructions", en Y. Elkana (comp.), *The Interaction between Science and Philosophy*, Atlantic Highlands (NJ): Humanities.
- Lakoff, S. A.** (1977), "Scientist, Technologist and Political Power", en I. Spiegel-Rösing y D. S. Price (comps.), *Science, Technology and Society: A Cross-disciplinary Perspective*, Londres: Sage.
- Lederman, L.** (1991), *Science. The End of the Frontier?*, Washington, D. C.: AAAS.

- Martin, B. R. y Irvine, J.** (1989), *Research Foresight: Priority-Setting in Science*, Londres: Pinter.
- Mazur, A.** (1981), *The Dynamics of Technical Controversy*, Washington, D. C.: Communications Press.
- McCormick, J.** (1989), *The Global Environment Movement*, Londres: Belhaven.
- Mendelsohn, E.** (1964), "The Emergence of Science as Profession in Nineteenth Century Europe", en K. Hill (comp.), *The Management of Scientist*, Boston: Beacon.
- (1977), "The Social Production of Scientific Knowledge", en E. Mendelsohn (comp.), *The Social Production of Scientific Knowledge*, Dordrecht: Reidel.
- (1990), "Science, Technology and the Military: Patterns of Interaction", J. Salomon (comp.), *Science, War and Peace*, París: Económica.
- Nelkin, D.** (1979), *Controversy: Politics of Technical Decisions*, Beverly Hills (Ca): Sage.
- Nelson, R. R.** (1984), *High-technology Policies: A Five Nations Comparison*, Nueva York, AEI.
- Noble, D.** (1977), *America by Design: Science, Technology and the Rise of Corporate Capitalist*, Oxford: Oxford University Press.
- Norman, C.** (1979), *The God that Limps*, Nueva York: Norton.
- Nowotny, H. y Rose, H.** (comps.) (1979), *Counter-movements in the Sciences (Sociology of the Sciences Yearbook)*, Dordrecht: Reidel.
- OCDE** (1963), *Science and the Policies of Government*, París: OECD.
- (1971), *Science, Growth and Society. A New Perspective*, París: OECD.
- (1981), *Science and Technology Policy for the 1980s*, París: OECD.
- (1992), *Science and Technology Policy Outlook*, París: OECD.
- Polanyi, M.** (1958), *Personal Knowledge*, Londres: Routledge.
- Price, D. J. S.** (1963), *Little Science, Big Science*, Nueva York: Columbia University Press.
- Price, D. K.** (1967), *The Scientific Estate*, Cambridge: Harvard University Press.
- (1979), "Endless Frontier or Bureaucratic Morass?", en G. Holton y R. Morrison (comps.), *Limitis of Scientific Inquiry*, Nueva York: Norton.
- Remington, J. A.** (1988), "Beyond Big Science in America: The Binding of Inquiry", *Social Studies of Science*, vol. 18, pp. 45-72.
- Richta et al.** (1967), *Civilization at the Crossroads*. Praga: Czechoslovak Academy of Sciences [*La civilización en la encrucijada*, Madrid: Ayuso, 1974].
- Rip, A.** (1981), "A Cognitive Approach to Science Policy", en *Research Policy*, vol. 10, pp. 294-331.
- Ronayne, J.** (1984), *Science in Government*, Baltimore: Edward Arnold.
- Rose, H. y Rose, S.** (1969), *Science and Society*, Harmondsworth: Penguin.
- y — (comps.) (1976), *Ideology of/in Natural Sciences. Vol 1: The Radicalisation of Science*, Londres: Macmillan.
- Rothschild, J.** (comp.) (1983), *Machina ex Dea: Feminist Perspectives on Technology*, Nueva York: Pergamon.
- Rüdiger, A.** (1991), *Anti-nuclear Movements: A Global Survey*, Londres: Longman.
- Salomon, J. J.** (1973), *Science and Politics*, Cambridge (Ma): The MIT Press.
- (1977), "Science Policy Studies and the Development of Science Policy", en I. Spiegel-Rösing y D. Price (comps.), *Science, Technology and Society: A Cross-disciplinary Perspective*, Londres: Sage.
- (1990), *Science Policy Trends in Industrially Advanced Countries*. Informe presentado a la conferencia, "Science and Social Priorities: Perspectives of Science Policy for the 1990s", Praga, junio de 1990.
- Schäfer, S.** (1983), "Natural Philosophy and Public Spectacle in the Eighteenth Century", en *History of Science*, vol. 21, pp. 1-43.
- Schot, J.** (1992), "Constructive Technology Assessment, Opportunities for the Control of Technology: The Case of Clean Technologies", en *Science, Technology and Human Values*, vol. 17, pp. 36-56.
- Schrecker, E.** (1986), *No Ivory Tower: McCarthyism and the Universities*, Nueva York: Oxford University Press.
- Shapin, S. y Schäffer, S.** (1985), *Leviathan and the Air Pump*, Princeton: Princeton University Press.
- Shapley, D. y Roy, R.** (1985), *Lost at the Frontier. US Science and Technology Policy Adrift*, Filadelfia: ISI.
- Sherwin, C. e Isenson, R.** (1967), "Project Hindsight", en *Science*, núm. 23, pp. 1571.
- Shils, E.** (comp.) (1968), *Criteria for Scientific Development: Public Policy and National Goals*, Cambridge: MIT Press.

- Shiva, V.** (1988), *Staying Alive: Women, Ecology and Development*. Londres: Zed [*Abrazar la vida: mujer, ecología y desarrollo*, Madrid: Horas y Horas, 1995].
- Simon, D. y Goldman, M.** (comps.) (1989), *Science and Technology in Post-Mao China*, Cambridge: Harvard University Press.
- Skoie, H.** (comp.) (1979), *Scientific Expertise and the Public*, Oslo: SRHE.
- Smith, B. L. R.** (1990), *American Science Policy since World War II*. Washington, D. C.: Brookings Institution.
- Snow, C. P.** (1954), *The New Men*, Londres: Macmillan.
- Spiegel-Rösing, I.** (1977), "The Study of Science, Technology and Society (STS): Current Trends and Future Challenges", en I. Spiegel-Rösing y D. Price (comps.), *Science, Technology and Society: A Cross-disciplinary Perspective*, Londres: Sage.
- Studer, K. E. y Chubin, D. E.** (1980), *The Cancer Mission: Social Context of Biomedical Research*, Beverly Hills: Sage.
- Thackray, A.; Sturchio, J.; Bud, R. y Carrol T.** (1985), *Chemistry in America: Historical Indicators*, Dordercht: Reidel.
- Thompson, E. y Smith, D.** (comps.) (1980), *Protest and Survive*, Harmondsworth: Penguin [*Protesta y sobrevive*, Madrid: Blume, 1983].
- Van den Daele, W.** (1977), "The Social Construction of Science: Institutionalization and Definition of Positive Science in the Latter Half of the Seventh Century", en E. Mendelsohn *et al.* (comps.), *The Social Production of Scientific Knowledge (Sociology of the Science Yearbook)*, Dordrecht: Reidel.
- Vig, N. y Kraft, M.** (comps.) (1984), *Environmental Policy in the 1980s*, Washington. D. C.: QC Press.
- Vogel, D.** (1986), *National Styles of Regulation*. Ithaca: Cornell University Press.
- Wainwright, H. y Elliot, D.** (1982), *The Lucas Plan: A New Trade Unionisin in the Making?*, Londres: Allison and Busby.
- Weinberg, A. M.** (1967), *Reflections on Big Science*. Cambridge: MIT Press.
- Weingart, P.** (1982), "The Scientific Power Elite- a Chimera. The Deinstitutionalization and Politization of Science", en N. Elias *et al.* (comps.), *Scientific Establishments and Hierarchies (Sociology of the Sciences Yearbook)*, Dordrecht: Reidel.
- Werskey, G.** (1978), *The Visible College*, Nueva York: Holt, Rinehart and Winston.
- Wittrock, B. y Elzinga, A.** (1985), *The University Research System*, Estocolmo: Almqvist and Wiksell.
- Wynne, B.** (1975), "The Rhetoric of Consensus Politics: A Critical Review of Teclinology Assessment", en *Research Policy*, vol. 4, núm. 2, pp. 108-158.
- Ziisel, E.** (1942), "The Sociological Roots of Science", en *American Journal of Sociology*, vol. 47, pp. 245-279.
- Ziman, J.** (1987), *Science in a Steady State*, Londres: SPSG.