

JOSÉ A. LÓPEZ CEREZO
JOSÉ M. SÁNCHEZ RON (Eds.)

CIENCIA, TECNOLOGÍA,
SOCIEDAD Y CULTURA
EN EL CAMBIO DE SIGLO

BIBLIOTECA NUEVA

ORGANIZACIÓN DE ESTADOS IBEROAMERICANOS

Cubierta: A. Imbert

- © Los autores, 2001
© Editorial Biblioteca Nueva, S. L., Madrid, 2001
Almagro, 38
28010 Madrid

ISBN: 84-7030-912-9
Depósito Legal: M-8.437-2001

Impreso en Rógar, S. A.
Impreso en España - *Printed in Spain*

Ninguna parte de esta publicación, incluido diseño de la cubierta, puede ser reproducida, almacenada o transmitida en manera alguna, ni por ningún medio, ya sea eléctrico, químico, mecánico, óptico, de grabación o de fotocopia, sin permiso previo del editor.

Ciencia y cultura en el cambio de siglo. A propósito de C. P. Snow

JORGE NÚÑEZ JOVER

La idea de que la ciencia sólo concierne a los científicos es tan anticientífica como es antipoético asumir que la poesía sólo concierne a los poetas.

GABRIEL GARCÍA MÁRQUEZ

RESUMEN

A lo largo del siglo xx han cambiado mucho nuestras imágenes de la ciencia, la tecnología y sus interrelaciones con la sociedad. Al producirse el cambio de siglo se acentúa nuestra percepción social de la **tecnociencia** y junto a sus muchas promesas para el bienestar humano captamos perfectamente las limitaciones e incluso los peligros que acompaña el desarrollo científico y tecnológico. El enorme condicionamiento e impacto social de la **tecnociencia** justifica que ella deba ocupar un lugar privilegiado en el debate ético, político, social y cultural de nuestros tiempos.

Mirado el asunto desde la óptica de los países subdesarrollados una de las mayores preocupaciones tiene que ver con la profunda polarización del sistema científico internacional. Si prestamos atención a las tendencias que caracterizan las principales transformaciones en ese sistema, surge la pregunta de qué pueden esperar esos países del actual avance tecnocientífico. En términos planetarios: **¿ciencia para qué, ciencia para quién?**

La introducción de este tema en nuestro documento se vincula con las propuestas de C. P. Snow acerca de las **dos culturas**. La escisión de las dos culturas puede acompañarse de la **pérdida de sensibilidad humanística ante los desafíos de la tecnociencia**. En particular a Snow le preocupaban los «países pobres» aunque tenía al respecto una visión optimista que hoy no podemos compartir. Se trata de **enfatizar la perspectiva humanista de la ciencia pero afinándola en la comprensión social que de ella venimos construyendo**.

Cambridge, mayo de 1959. C. P. Snow, científico de formación y escritor por vocación, pronuncia una conferencia donde acuña una noción sobre la cual volverían luego, una y otra vez, estudiosos de la cultura y la educación para identificar a través de ella lo que muchos consideran una grave deformación de la cultura contemporánea¹.

Con la expresión «las dos culturas», Snow se refirió al proceso de cristalización de dos ambientes intelectuales crecientemente escindidos e in-comunicados: de un lado lo que él llama «la cultura tradicional» donde incluye preferentemente a los «literatos» y de otro a los científicos, puros y aplicados, e ingenieros. Según Snow, los primeros muestran un escaso interés y un profundo desconocimiento de los avances científicos, o más exactamente, de la revolución científica e industrial que tenía lugar desde fines del siglo XIX e inicios del siglo XX; los «científicos» por su parte, prestan escasa atención a la cultura humanista e incluso la miran con desdén.

Las raíces de esa escisión cultural Snow cree encontrarlas en el sistema educativo, responsable de la formación unilateral de los estudiantes. Las consecuencias las sitúa, sobre todo, en la incapacidad de asumir una actitud inteligente ante las grandes transformaciones tecnocientíficas de nuestro siglo y la dificultad para estimar suficientemente sus impactos sociales.

Al hacer estas observaciones Snow pensaba sobre todo en Inglaterra. Le preocupaba que esas escisiones culturales debilitaran la visión estratégica del país, su capacidad de estar a la altura de otras naciones, sobre todo Estados Unidos y la Unión Soviética, y alertaba sobre la mejor adecuación de los sistemas educativos de esos países a la nueva realidad a la que se abría el siglo XX. Snow hablaba desde el país que lideró la revolución científica y la revolución industrial en los siglos XVII y XVIII pero cuya capacidad educativa y cultural, según su opinión, se distanciaba de las exigencias del siglo en curso.

La otra obsesión de Snow eran los «países pobres». Para él, el acceso a la riqueza y al bienestar pasaba por incorporarse a los avances científicos e industriales. La «gran brecha abierta entre ricos y pobres» es a su juicio una de «las tres amenazas que se ciernen en nuestro horizonte», en tanto las otras dos son «la guerra nuclear y la superpoblación». Lo que ocurre es que la cultura occidental, dividida, no puede calibrar el alcance de esos desafíos ni actuar en consecuencia. Situado en la quinta década del siglo, Snow advierte sobre la necesidad de ayudar a los países pobres. Cree que éstos pueden aprender rápidamente el manejo de la ciencia y la tecnología; en sus palabras, «el arte de hacerse rico». Llama

¹ Snow (1977).

entonces a Estados Unidos y a la URSS a ofrecer lo que los países pobres necesitan: capital y hombres. Estos últimos «científicos e ingenieros competentes con la suficiente capacidad de adaptación para dedicar a la industrialización de un país extranjero lo menos diez años de su vida»². Esta última observación conduce de nuevo al desafío de «las dos culturas»: «Estos hombres, que todavía no poseemos, tienen que ser formados no sólo en términos científicos, sino también en términos humanos»³.

La conferencia de S. P. Snow fue leída hace 40 años, y se publicó en forma de folleto en rústica al día siguiente de ser pronunciada. Desde el inicio fue objeto de alguna atención editorial, aunque en los primeros meses se le hicieron pocas reseñas. Al cabo de un año, sin embargo, se había acumulado una verdadera inundación de artículos, referencias, cartas, críticas y elogios, procedentes de los más diversos países. Todas las expectativas de Snow habían sido desbordadas. Desde entonces la expresión «las dos culturas» y la denuncia de la escisión e incomunicación entre ellas ha sido una y otra vez discutida.

Parece conveniente que luego de cumplirse cuarenta años de aquella conferencia la revisitemos, tratemos de comprender su contexto y meditemos si algunas de aquellas preocupaciones tienen algún valor para nosotros. Antes, sin embargo, detallaremos un poco los orígenes de la escisión de las dos culturas.

CÓMO LOS CIENTÍFICOS DEJARON DE SER INTELLECTUALES

Los orígenes de esa fractura se sitúan en la revolución científica del siglo XVII⁴. Desde entonces la ciencia comenzó a distinguirse como un tipo específico de producción espiritual, dotada de una racionalidad propia, susceptible de expresarse en lenguajes matemáticos, remitida al juicio comprobatorio de lo empírico y por ello distinguible de otros discursos y prácticas. También aquella revolución representó un paso adelante en la institucionalización y profesionalización de las comunidades intelectuales de los filósofos naturales que durante el siglo XIX pasarían a denominarse científicos. El proceso mediante el cual el trabajo científico devino una profesión diferenciada, duró varios siglos. En la época de Galileo los ricos y nobles no tenían demasiado interés por la investigación. Los hombres que hoy llamamos científicos eran generalmente personas que carecían de recursos pues procedían de familias burguesas, eran hijos de artesanos o comerciantes. Los medios de subsistencia que les permitieran dedicarse a la ciencia podían obtenerlos de diferentes formas. Una de ellas era «ganar el victo» como decía Leonardo, poniéndose al

² Ibid., pág. 57.

³ Ibid., pág. 58.

⁴ Vessuri (1986).

servicio de un rico mecenas como Luis XII de Francia, quien en 1507 le otorgó un sueldo fijo como «pintor e ingeniero ordinario». Podían también ocupar una cátedra universitaria o emprender la carrera eclesiástica.

Aparentemente la forma menos interesante de ganarse el sustento era la carrera universitaria; la ciencia y la enseñanza no coincidían y el Estado no pagaba por investigar. De este modo el trabajo era más bien aburrido, apartaba los intereses investigativos y estaba mal pagado.

Con el tiempo el Estado comprendió la necesidad de financiar la investigación, además de la enseñanza. Este modelo fue creado por Jean-Baptiste Colbert, Secretario de Estado de Luis XIV, quien en 1666 decidió que el Estado debía financiar las actividades de la *Académie des Sciences* de modo semejante a como se financiaban academias de pintura, escultura, arquitectura y teatro. El objetivo de Colbert y los ministros que le sucedieron era dignificar y retribuir adecuadamente el trabajo de estudiosos distintos al clásico profesor que sólo explicaba los textos de los antiguos. En este proceso la figura del investigador y del profesor se irían fundiendo paulatinamente⁵.

Esa misma actitud se adoptó en Alemania con la reorganización de la Universidad de Berlín en 1806 y se extendió luego a todas las universidades alemanas. La vocación por la investigación se fue convirtiendo en una profesión reconocida y bien remunerada⁶.

Faltaba sin embargo un nombre para designarla. Hasta entonces se les llamaba «filósofos naturales» o simplemente filósofos. Hay que observar que hacia fines del siglo XVIII la ciencia no se había fragmentado aún en diferentes disciplinas. En 1834 la revista inglesa *Quarterly Review* mostró las dificultades que impedían a la *British Association for the Advancement of Science* encontrar un término que abarcara a los cultivadores de las diferentes disciplinas. «Filósofos» parecía demasiado amplio, por lo que se sugería el término *scientist* por analogía al ya acuñado de *artist*. La propuesta fue acogida por el naturalista y filósofo de la ciencia William Whewell, quien la utilizó en el Prefacio a su *The Philosophy of the Inductive Sciences* de 1840, además de emplearlo en sus conferencias⁷.

Si se estudian las publicaciones científicas del siglo XIX se aprecia cada vez más la especialización del lenguaje, el intento creciente de la objetividad, apoyado no sólo en el perfeccionamiento del método científico, sino también en la separación de toda valoración, de toda expresión de cultura espiritual, concebida como extrínseca a la ciencia.

Emoción, sensibilidad, espíritu, belleza, se confrontaron cada vez más con matematización, experimentación, objetividad, operándose así una fractura al interior de la creación humana. De un lado quedó la ciencia y de otro una visión amputada de la cultura. En su privilegio extremo,

⁵ Di Trocchio (1998).

⁶ Ben-David y Zloczower (1980).

⁷ Di Trocchio (1998).

la ciencia, entendida como conocimiento verdadero, pasó a diferenciarse de otros productos cognitivos asociados a la vida cotidiana: sólo lo científico podía entenderse como racional⁸.

En este curso, la expresión «intelectual» quedó reservada para los artistas y literatos; los científicos fueron excluidos de ella. Snow refiere la anécdota de G.H. Hardy (1877-1947), un importante matemático quien en los años 30 le decía: «¿Se ha fijado usted cómo se emplea hoy la palabra "intelectual". Parece haberse impuesto una nueva definición que desde luego no incluye a Rutherford ni a Eddington ni a Dirac ni a Adrian ni a mí. Parece un poco extraño, ¿no cree usted?»⁹.

LA IMAGEN DE LA CIENCIA EN LA MITAD DEL SIGLO

Volvamos a Snow. Es obvio que el mundo ha cambiado bastante desde 1959. Por ejemplo, algunos críticos de Snow le reprocharon no tener en cuenta la realidad de la Guerra Fría al destacar la colaboración entre las grandes potencias en la ayuda a los «pobres» y exaltar la fuerza educativa y científica de la URSS. Hoy la URSS no existe y ése es un dato clave de la contemporaneidad.

Pero al destacar los cambios ocurridos en los últimos cuarenta años, me dirijo en otra dirección. El mundo que emerge de la segunda posguerra declaraba su preocupación por la brecha entre ricos y pobres, y la Organización de las Naciones Unidas, recién creada, generaba conceptos y políticas para atender esa desigualdad.

El problema del desarrollo se convirtió en un gran tema internacional que tuvo en la teoría estructuralista de la CEPAL¹⁰ (Prebisch, Furtado, entre otros) su expresión conceptual más elaborada. El problema

⁸ Vessuri (1986).

⁹ Snow (1977: 14).

¹⁰ Comisión Económica para América Latina. En la medianía del siglo xx se formó un importantísimo pensamiento latinoamericano cuya obsesión básica era el tema del desarrollo social. En torno a ese debate se forjaron dos grandes escuelas: el cepalismo estructuralista, de gran influencia en los gobiernos de la región, y las teorizaciones de la dependencia, mucho más críticas del capitalismo latinoamericano e influidas por el marxismo y el triunfo de la revolución cubana. Entre los pensadores de la dependencia están Fernando H. Cardoso y E. Faletto, entre otros. Los reflujo revolucionarios, el agotamiento de los modelos económicos vigentes (ante todo la industrialización por sustitución de importaciones), el ascenso de las dictaduras y la implantación de modelos neoliberales cortaron el aliento a aquellas reflexiones sobre el desarrollo. La década de los 80 se caracterizó por una auténtica «contrarrevolución en la teoría del desarrollo». En la década actual ese tema ha sido retomado dentro y fuera de la región. Una de las claves de ese debate es la relación entre la ciencia, la tecnología, la cultura y el desarrollo. Un pensamiento de Gregorio Weinberg ayuda a comprender la trascendencia política y cultural del tema: «Sólo empieza a nacionalizarse el pensamiento, cuando comienza a ponerse en duda la veracidad del nunca demostrado supuesto de la universalidad de las formas del desarrollo.» Sobre esto, véase Núñez (1998).

de la difusión del progreso técnico fue captado desde el inicio como elemento básico para comprender las diferencias entre «centro» y «periferia» y hacia él se propuso orientar las estrategias de desarrollo. Es importante comprender el tipo de percepción que sobre la ciencia y la tecnología era dominante en esa etapa.

Al menos desde Francis Bacon la ciencia es promesa, promesa de creación de lo que el hombre necesita para vivir. La razón tecnocientífica, es decir, la búsqueda de un conocimiento verdadero que nos provea de los recursos para transformar prácticamente la naturaleza en nuestro provecho, es un dato cultural esencial de la modernidad.

La revolución industrial que se inicia en el siglo XVIII y se acelera notablemente en la segunda mitad del siglo XIX a través de su comunión cada vez más estrecha con la ciencia, a la vez que se expande por Europa y alcanza a otras regiones, sobre todo Estados Unidos, pareció a muchos la materialización más evidente de la fuerza humana de la razón tecnocientífica.

En 1945, V. Bush¹¹, entonces asesor del Presidente de los Estados Unidos, le hace llegar un informe que ayudó a cristalizar esa percepción a la vez que refleja bien el estado de ánimo dominante en algunos circuitos científicos: «La ciencia: frontera sin límites» es el título de aquel documento que luego se convertiría, a través de su divulgación y del «efecto demostración» de las naciones industrializadas, en una suerte de modelo cuya esencia era universalmente compartida.

Una fórmula parece resumir la esencia de la propuesta: más ciencia generaría más tecnología, a la que seguiría más riqueza y bienestar. La ciencia y su capacidad de ofrecer bienestar parecían ilimitadas. Por ello, acceder a la revolución científica parecía la clave para alcanzar el bienestar deseado. Colocar la educación y la cultura en condiciones de aceptar ese reto resultaba el corolario obligado de aquella previsión.

A esto se suma un argumento que Kuhn ofreció durante la conferencia inaugural del XVII Congreso Mundial de Historia de la Ciencia (Berkeley, 1985). Kuhn observa cómo la Segunda Guerra Mundial obligó a meditar profundamente sobre las consecuencias sociales de la ciencia: «Por todas partes la gente surgía de la guerra con una marcada conciencia (a veces miedo) sobre el poder de la ciencia y su potencial importancia social. La empresa científica había cambiado el mundo de forma totalmente imprevista y sin duda continuaría haciéndolo. La gente se preguntaba cómo iba a ser manejado y controlado su poder, para bien o para mal. Se era consciente de que sólo los científicos parecían entender la ciencia. Y en general se aceptaba, a menudo entre los propios científicos, que las consecuencias sociales de su trabajo eran demasiado importantes para dejarlas exclusivamente en sus manos»¹². Según Kuhn, estas preocupaciones obligaban a meditar sobre el tema de las dos culturas.

¹¹ Bush (1945).

¹² Kuhn (1986: 170).

Ése es el contexto de «las dos culturas» de Snow: una mezcla de optimismo y preocupación por la ciencia. Según creo, a él lo movían el optimismo tecnocientífico, una convicción crítica de la educación inglesa por su tradicionalismo e hiperespecialización que impide la conexión entre lo científico y lo humanístico (defecto que él cree atribuible a toda la educación occidental) y una sincera preocupación por el destino de «los países pobres» que podrían dejar de serlo si se incorporaran a la revolución científica.

Su crítica no se dirige sólo a los que no alcanzan a entender la ciencia (en los «literatos» encuentra la mayor expresión) sino también a los científicos que no logran ver el alcance práctico de su trabajo, disociándolo de las metas y valores sociales. Se trata, como es conocido, de la famosa torre de marfil en la cual toda una tradición de pensamiento occidental consideró que debería recluirse a la ciencia para evitarle conflictos con las sociedades donde se produce.

De un modo simplificado puede atribuirse al positivismo lógico la responsabilidad de la cristalización filosófica de esa concepción que distancia la ciencia del contexto político, económico, social y moral donde se produce. Como se sabe, el positivismo lógico¹³ es un producto cultural de la Europa de entreguerras que puede ser concebido como un esfuerzo por encontrar los recursos intelectuales que hicieran posible la objetividad y la verdad apelando a consideraciones empíricas y lógicas, y sus trayendo al conocimiento de la influencia de circunstancias psicológicas, políticas o de otros órdenes. De ahí el énfasis en discernir la ciencia, considerada como paradigma de verdad, de otros productos culturales, en general, la «no ciencia». En su versión extrema se trata de un cientificismo que propone una racionalidad opuesta al racismo, al fascismo, al irracionalismo, que poblaban la Europa de entonces. El cultivo de las virtudes cognitivas parecía un buen antídoto cultural a aquellas amenazas.

Así, las verdades científicas, bien protegidas, permitirían avanzar en la industrialización, la riqueza y el bienestar. Búsqueda de la objetividad y explotación práctica del saber en beneficio del hombre eran las piedras angulares de una imagen de la ciencia que ha tenido un peso fundamental en la cultura del siglo xx.

A partir de la década del 40 esas virtudes cognitivas (fruto de la experiencia y la lógica, conjugadas) serían reforzadas por la propuesta del sociólogo norteamericano R. K. Merton de un código de honestidad intelectual o *eihos* de la ciencia¹⁴ llamado a preservar el espíritu crítico, la integridad moral y la honestidad del trabajo científico.

En la época que Snow dictó su conferencia el peso de esa imagen era enorme. También muchos pensaban que la incorporación de los países pobres a la Revolución Científica era un proceso inevitable. Un estudioso

¹³ Ayer (1967).

¹⁴ Merton (1980).

de la ciencia tan conocido como De Solla Price, quien ha hecho contribuciones fundamentales al estudio cuantitativo de la ciencia (a él le debemos cálculos tan ingeniosos como que están vivos el 90 por 100 de los científicos que han existido), pronosticaba que el final del siglo xx conocería de un empate entre las diferentes regiones del mundo en materia de desarrollo científico. La cita es ésta: «cuanto más tarde comienza un país su esfuerzo serio para hacer ciencia moderna, más aprisa puede crecer. Se puede suponer, por tanto, que en algún momento, dentro de pocas décadas, veremos un final bastante reñido de una carrera que dura ya varios siglos. Los países científicos más viejos llegarán necesariamente a su estado de maduración y las nuevas masas de población científica de China, India, África y otros lugares llegarán casi simultáneamente a la misma meta final»¹⁵. El fallo de aquella predicción es fácil de constatar. Hay que observar que el optimismo de Price era un hecho bastante extendido en la mitad del siglo. Y también estaba muy difundida la perspectiva epistemológica en que se fundaba aquel optimismo: la atribución a la ciencia de autonomía respecto a las determinaciones sociales, lo que le permite avanzar en medio de muy variadas circunstancias sociales e igualar oportunidades entre países y regiones. El optimismo fundado en la ciencia, y su débil comprensión social, eran datos culturales importantes en la mitad del siglo y algo más adelante.

Ese optimismo, sin embargo, no tenía siempre el mismo signo político. J. D. Bernal¹⁶, por ejemplo, estaba convencido del papel benefactor potencial de la ciencia pero no creía que el capitalismo pudiera utilizar racionalmente sus potencialidades. La unión entre ciencia y el socialismo era a su juicio la clave del futuro. Un científico eminente como Albert Einstein declaró el socialismo como el único modo de sobrepasar lo que, según él mismo recuerda, Veblen llamó «la fase depredadora» del desarrollo humano. A su juicio el socialismo se dirige a un fin ético-social en relación con el cual la ciencia puede ser apenas un medio. Sus palabras de 1949 son éstas: «Por estas razones debemos estar en guardia para no sobreestimar la ciencia y el método científico cuando de lo que se trata es de problemas humanos y no debemos asumir que los expertos son los únicos que tienen el derecho de expresarse sobre los temas que afectan la organización de la sociedad»¹⁷. Aceptando que existe una grave crisis en la sociedad contemporánea, Einstein sugiere como soluciones el establecimiento de una economía socialista y un sistema educativo orientado a fines sociales. La complejidad del acceso al socialismo lo advierte al diferenciar socialismo de economía socialista, planificada.

¹⁵ De Solla Price (1973: 158-159).

¹⁶ Notable cristalógrafo químico, premio Nobel de la Paz, publicó en 1939 *La función social de la ciencia*, probablemente la primera discusión pública sobre la función de la ciencia en la sociedad. En 1954 publicó *La ciencia en la historia* en dos tomos, con un enfoque donde se subrayan los resortes e impactos sociales de la ciencia.

¹⁷ Einstein (1949: 21).

Esta última es imprescindible pero las transformaciones sociopolíticas, enriquecedoras del individuo y su personalidad, también las aprecia Einstein como exigencias del socialismo¹⁷.

Pero volvamos a Snow. En 1959 el poder de la ciencia era evidente. La industria y la guerra no dejaban lugar a dudas. Un grupo de países dominaba el escenario científico del planeta y la URSS disputaba a Estados Unidos con éxito la primacía en diversos sectores; el Sputnik de 1957 había conmocionado a la nación norteamericana y al mundo entero. La mayoría de los países estaban al margen de la revolución científica; sin embargo, parecía que aquello tenía solución.

Pero la cultura estaba dividida. Las sensibilidades técnicas, matemáticas y experimentales a un lado y la cultura humanista al otro. Y eso limitaba el entendimiento y retardaba la solución de los grandes problemas de nuestro tiempo. Snow estaba preocupado por el futuro de Inglaterra y del mundo, y creía que la educación podía ayudar si lograba actuar en correspondencia con las exigencias de la revolución científica y acortar las distancias entre las dos culturas.

CAMBIOS EN LA IMAGEN DE LA CIENCIA

Como se mencionó antes, hacia los años 40 existía una confianza generalizada en la ciencia, en su capacidad de generar riqueza y bienestar. El pensamiento científico se estimaba el arquetipo de la racionalidad; se gastaban enormes sumas en el desarrollo científico y en gran medida los científicos disponían de márgenes considerables para orientar su trabajo, como lo prescribía el informe de V. Bush citado antes. La honestidad de los científicos y el valor de la ciencia eran muy pocas veces puestos en duda.

En los años 60, sin embargo, esa percepción comenzó a transformarse. El uso militar reiterado de la ciencia, los daños ecológicos, los envenenamientos farmacéuticos, las protestas de los consumidores por la toxicidad de numerosos productos, fueron generando en los principales países occidentales una perspectiva mucho más crítica. El libro de Rachel Carson *Silent Spring* (1962), que reveló los riesgos asociados al uso de insecticidas como el DDT, desencadenó críticas a los posibles daños ambientales de las tecnologías. Las preocupaciones sociales que todo esto

¹⁷ La frase, de notable agudeza política, es ésta: «No obstante, es necesario recordar que una economía planificada no es todavía el socialismo. Una economía planificada de este tipo puede estar acompañada por la esclavización total del individuo. Lograr el socialismo requiere de algunos problemas sociopolíticos extremadamente difíciles: ¿cómo es posible, en vista de la centralización de largo alcance del poder económico y político, evitar que la burocracia se vuelva todopoderosa y arrogante? ¿Cómo pueden protegerse los derechos de los individuos y a partir de ello garantizar un contrapeso democrático al poder de la burocracia?» (Ibid.).

despertó tuvo sus expresiones en la aparición de varias agencias administrativas orientadas a hacer frente a la nueva situación¹⁸. Grupos de científicos se rebelaron contra el reclutamiento de muchos de sus colegas para objetivos moralmente discutibles. La guerra de Vietnam influyó mucho en aquella conciencia¹⁹. También se fue haciendo evidente que el «código de honestidad científica» construido por la Escuela de Columbia, liderada por Merton, quedaba en entredicho a partir de las declaraciones de los propios científicos. James Watson, que había obtenido el premio Nobel en 1962 junto a Francis Crick y Maurice Wilkins por el descubrimiento en 1953 de la estructura del ADN, publicó en 1968 *La doble hélice*²⁰, donde confesaba que para alcanzar su objetivo primero que otros se había comportado como un hombre dispuesto a todo. Espionaje, mezquindades, falta de escrúpulos, flirteo románticos, codazos, eran los ingredientes de una historia que no se reducía a la búsqueda desinteresada de la verdad. *Harvard University Press* se negó a publicar el libro; Wilkins y Crick elevaron quejas y presionaron para que no apareciera. Cuando se publicó, la avalancha de polémicas lo convirtió en un *best-seller*. En los ámbitos científicos internacionales el libro fue interpretado como una traición que lastimaba la imagen mítica de la ciencia²¹. «Jim el honrado» —como Watson se llamaba a sí mismo con fina ironía— era la expresión de un ambiente científico sumamente competitivo donde la lucha por los financiamientos, los reconocimientos y las recompensas expresan al interior de la ciencia los signos propios de la sociedad en que se produce²².

Sin duda que la obra de T. S. Kuhn *La estructura de las revoluciones científicas* (1962) ha jugado un papel importante en la cultura occidental y su actitud hacia la ciencia. Kuhn, físico de formación dedicado al estudio de la historia de la ciencia, extrajo de ella una imagen que no coincidía con la imagen canonizada por la tradición positivista. Desde su perspectiva, la ciencia se presenta como un proceso donde las subjetividades (individuales y colectivas) tienen un peso fundamental. Las in-

¹⁸ Ejemplos de esto son la Agencia de Protección Ambiental (1969), la Agencia de Salud y Seguridad (1970), la Oficina de Evaluación de Tecnologías (1972) y la Comisión de Regulación Nuclear (1975). Véase González García y cols. (1996).

¹⁹ La perspectiva apuntada y los desarrollos teóricos que en relación con ella se originaron, alimentando un enfoque marcadamente social de la ciencia, aparecieron en varios libros de los cuales hoy se comenta poco pero que son fundamentales para entender los cambios de perspectivas en la comprensión de la ciencia que marcadamente se fueron forjando en los 60 y los 70. Entre esas obras están Rose y Rose (1976a y 1976b), y Levy Leblond y Jaubert (1975). Estas obras proponen una perspectiva teórica de la ciencia bien distante de la llamada «concepción tradicional» (González García y cols. [1996]). Debe destacarse que esas perspectivas estaban vinculadas a movimientos de científicos como *Science for the People* en Estados Unidos y la *British Society for the Social Responsibility in Science*.

²⁰ Watson (1981).

²¹ Di Trocchio (1998).

²² Varios trabajos publicados en las últimas décadas han llamado la atención sobre el fraude en la ciencia. Por ejemplo Broad y Wade (1982) y Di Trocchio (1998).

fluencias de las adscripciones disciplinarias, marcos conceptuales, ideas filosóficas, valores, dogmas, prejuicios y lealtades, son reconocidas como elementos influyentes en la ciencia con tanto peso como las pruebas lógicas y los respaldos empíricos²³.

En contraste con esto, antes y ahora a la interpretación marxista de la ciencia se le tomaba poco en cuenta en la cultura académica. Hay, sin embargo, algunas tesis de Marx que aún hoy requieren atención. Cada vez es más claro que no se puede discutir de ciencia y tecnología sin examinar sus interacciones dinámicas, sus relaciones de constitución recíprocas con las sociedades donde se desarrollan. La fuerza de las ideas seminales de Marx radica en su propuesta de que toda teoría de la ciencia tiene que remitirse a una teoría de la sociedad donde se revelan los principales intereses, actores y fuerzas que la mueven. En particular, a fines del siglo xx la subordinación del desarrollo tecnocientífico, y con él de los valores, políticas e instituciones que lo hacen posible, a la lógica de la reproducción del capital es una realidad aún más palpitante que la constatada por Marx en el siglo xix. La propuesta de Kuhn es aguda en el plano epistémico y permite conectar la dimensión cognoscitiva en los valores y las estructuras comunitarias de la ciencia, pero no observó la relación que toda ella guarda con los contextos sociales más amplios que dan sentido a la práctica tecnocientífica. Para eso se necesita una teoría social y también, según creo, una cierta disposición crítica ante el orden social dominante al nivel planetario.

Las huellas de Kuhn en la cultura académica posterior son muy evidentes²⁴. Es, sin embargo, exagerado considerar a Kuhn responsable del cambio operado en la segunda mitad del siglo xx en la percepción social de la ciencia. Las raíces de esa transformación se encuentran en los cambios profundos operados en las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, el creciente condicionamiento social de la ciencia y la multiplicación de sus impactos económicos, militares, culturales y de todo orden. Condicionamientos e impactos percibidos y discutidos con más intensidad en las últimas décadas.

Esta circunstancia objetiva, referida a relaciones de constitución cualitativamente nuevas entre ciencia y sociedad, sirve de contexto a cambios en los discursos intelectuales (filosóficos, históricos, sociológicos, entre otros) que han renovado nuestra comprensión de la ciencia, enfatizando su dimensión social.

Esos discursos son muy variados e incorporan, entre otras, perspectivas que pudieran clasificarse como posmodernas donde la búsqueda,

²³ Su visión de la ciencia resultó retadora de la percepción epistémica dominante. Otros nombres como los de Hanson, Feyerabend, Toulmin, por citar algunos, pueden agregarse a la lista de esa generación de filósofos e historiadores que refutó la imagen de la ciencia dominante en la cultura occidental. Hay una abundante literatura sobre ese cambio intelectual. Por mi parte dejé constancia de él en Núñez (1989).

²⁴ Solís (1998) ofrece un interesante panorama de las contribuciones de Kuhn.

prueba y utilización del conocimiento objetivo propios de la ciencia son sustituidas por manipulaciones, juegos del lenguaje, relaciones de poder, que, según creo, dejan poco margen para una interpretación de la ciencia que pueda alimentar el diseño de estrategias socioeconómicas y culturales socialmente relevantes.

Junto a este discurso sigue perviviendo en la educación, y no pocas veces en las políticas públicas, aquella imagen tradicional, objetivista y benefactora a ultranza que parece no percibir la importancia del análisis social de la ciencia.

En todo caso parece más razonable sostener a estas alturas una perspectiva crítica de las ideas tradicionales y entender la ciencia, en su comunión con la tecnología, como un fenómeno inscrito en la historia, la sociedad y la cultura. La idea del conocimiento como una construcción social²⁵, la aceptación de un relativismo moderado con relación al conocimiento, son piezas claves en esta perspectiva social, cultural e histórica de la ciencia. El reconocimiento de la ciencia y la tecnología como procesos sociales²⁶ no impide la defensa de los ideales de rigor, objetividad y honestidad intelectual al margen de los cuales se debilita la identidad de la ciencia como fenómeno cultural. Esta postura no sólo parece reflejar mejor la práctica real de la ciencia sino que también parece más conveniente para sociedades que aún se esfuerzan por incorporar la ciencia y la tecnología a los fundamentos de sus culturas.

De esta manera, llegamos a un cambio de siglo donde la cultura ha revisado en profundidad su imagen de la ciencia y el espacio que ella ocupa en la sociedad. Ésa no es, desde luego, la percepción de Snow en su discusión sobre las dos culturas. Pero esa realidad hace aún más actual el problema que él planteó.

LAS TENDENCIAS Y LO QUE ELLAS NOS RESERVAN

Ya vimos que C. P. Snow afinca su crítica a la escisión entre las dos culturas en su convicción de que ello afectaría a los sistemas educativos que debían formar a las personas capaces de incorporarse a la revolución científica e industrial. Tenía fe en las potencialidades de la ciencia y la educación. En el fondo él compartía la concepción lineal y optimista de Bush, apreciaba la ciencia como sinónimo de objetividad, bienestar y democracia. También creía que los países pobres lograrían sumarse a ese impulso.

²⁵ Olivé (1998) destaca la diversidad de constructivismos actuantes en la filosofía y la sociología de la ciencia. Junto al «constructivismo devastador» (la expresión es de R. Boyd) asociado a posiciones que se reúnen dentro de la nueva sociología del conocimiento científico (Latour y Woolgar, 1995; Woolgar, 1991) puede destacarse un «constructivismo social» que, como dice Olivé, «tiene un interés epistemológico más profundo» (1998: 196).

²⁶ Núñez (1999).

Hoy estamos de regreso de muchas de esas utopías y nuestra mirada a la ciencia tiene un énfasis mucho más social. Dos tesis pueden resumir lo que aquí interesa destacar:

1. La ciencia y la tecnología no navegan por encima de las circunstancias sociales igualando oportunidades, sino que son procesos sociales condicionados y condicionantes de la economía, la política y todo lo demás.
2. Frente al optimismo cientificista hay que subrayar que lo que convierte a la ciencia en un recurso significativo es la sociedad donde se produce. Lo más importante no es la ciencia sino el proyecto social donde se inscriba, los intereses sociales que atienda, los actores sociales que le den sentido.

En otros términos, la imagen optimista, benefactora y neutral de la ciencia tiene que ser sustituida en el discurso actual por una imagen que acentúe su naturaleza y condicionamiento social.

Pero ese mismo enfoque social debe servir para defender una posición humanista ante el desarrollo científico y tecnológico en nuestros días. En particular, es de la mayor importancia preguntarse qué debe esperar la mayoría de la población del planeta respecto al actual avance tecnocientífico²⁷.

Para llamar la atención sobre este tema, es preciso explorar algunas de las tendencias que se vienen imponiendo en el cambio de siglo. Veamos.

1. La idea de A. Touraine según la cual el mundo no está globalizado sino trilateralizado, es especialmente cierta en ciencia y tecnología. Norteamérica, Europa y Japón sobrepasan el 80 por 100 del gasto mundial en ellas²⁸ y exhiben un dominio absoluto en publicaciones y patentes²⁹. La producción y utilización del cono-

²⁷ La preocupación estuvo presente en el Congreso Mundial sobre la Ciencia. *Science for the Twenty-First-Century. A New Commitment* (Budapest, 26 de junio-1 de julio de 1999), y con mucho énfasis fue planteado por el grupo latinoamericano que intervino en el congreso. Sus puntos de vista se plasmaron en la Declaración de Santo Domingo «La ciencia para el siglo XXI: una nueva visión y un marco de acción» (documento de trabajo).

²⁸ Si se considera el Gasto Interno Bruto en Investigación y Desarrollo (GIBID) de Estados Unidos más Canadá (178,1 miles de millones de dólares, para el 37,9 por 100 del total), Europa Occidental (131,5, para el 28 por 100 del total) y Japón y los NPI's (87,3, para el 18,6 por 100), ese gasto es superior al 84 por 100 del total mundial (470,4). Los más próximos son China (23,3, para el 4,9 por 100) y la CEI (11,8 para el 2,5 por 100) (Barré, 1998).

²⁹ La producción científica medida a través de las publicaciones se distribuye así: Estados Unidos más Canadá, 38,4 por 100 del total mundial; Europa Occidental, 35,8 por 100; y Japón más NPI's, 10,1; sumados casi el 85 por 100 del total mundial (ibíd.).

Entre 1963 y 1993 Estados Unidos acumuló el 49,33 por 100 de los Premios Nobel; Reino Unido y Alemania rivalizan por el segundo lugar, 11,50 y 8,16; y Japón el 1 por 100. Los países más industrializados han mantenido un esfuerzo significativo en investiga-

cimiento objetivo es en gran medida el privilegio de unos pocos. Hay dos polos, en uno recae el peso y la orientación de la ciencia; en el otro, la debilidad de las instituciones científicas en los países subdesarrollados. No se trata de una situación coyuntural, sino estructuralmente afirmada que se consolida y ahonda, lo que justifica la tesis de que la polarización es una propiedad estable del sistema científico internacional³⁰, lo cual parece apuntalar la distribución inequitativa de la riqueza mundial: el 20 por 100 de la humanidad dispone del 86 por 100 de los bienes de consumo. La exploración de la frontera del conocimiento, la producción de nuevas tecnologías tiene que ver, ante todo, con las necesidades de consumo de los sectores sociales prominentes de los países desarrollados y las elites de los países subdesarrollados. Poco o nada tienen que ver esos avances con las necesidades básicas de las mayorías más pobres del planeta³¹.

2. El esfuerzo científico y tecnológico descansa, cada vez más, en las empresas y la lógica que lo conduce es, sobre todo, la competitividad y la ganancia³². Destacan entre ellas varios centenares de corporaciones transnacionales (CTN) que actúan en alianza con los gobiernos de un grupo de países industrializados. Esa alianza estratégica da lugar a lo que algunos críticos del actual orden mundial denominan el «protogobierno mundial» y el verdadero «su-

ción básica: Francia 25 por 100 de su I+D; Alemania 23 por 100; Japón y Estados Unidos 19 por 100 y Reino Unido 13 por 100 (Papón y Barré, 1996).

La producción tecnológica también tiene una alta concentración como evidencia la concesión de patentes en Europa y Estados Unidos, los dos mercados abiertos principales. En el mercado europeo domina Europa Occidental con 47,4 por 100; pero Estados Unidos más Canadá le sigue con 33,4 por 100; y Japón más los NPI's con 16,6 por 100. Debe indicarse que en los últimos dos años Europa Occidental ha perdido 2 puntos porcentuales, Japón más los NPI's ha perdido 4,3, mientras Estados Unidos más Canadá ha ganado 6,1 (Barre, 1998).

En el mercado de Estados Unidos el dominio de ese país más Canadá alcanza 51,5 por 100, Japón más los NPI's 27,3 por 100; y Europa Occidental 19,9 por 100. En los últimos dos años la posición norteamericana aumenta en 2,8 por 100, Europa Occidental aumentó 1,3 puntos y Japón más los NPI's ascendió 2,3 (ibíd.). El análisis muestra que ha habido una erosión suave en la cuota mundial de Europa Occidental en el sistema europeo de patentes (-9 por 100 en 5 años) y una recesión más notable en el sistema americano (-22 por 100) (ibíd.).

³⁰ Polanco (1987).

³¹ Dagnino y Thomas (1999).

³² En los sistemas de ciencia y tecnología más avanzados crece el papel de las empresas en el financiamiento y la realización del esfuerzo de I+D, lo que va desplazando cada vez más el énfasis del esfuerzo hacia las tareas de desarrollo, que predominan sobre la investigación básica y aplicada. Según datos de 1996, en Estados Unidos la industria financia el 61,6 por 100 de las actividades de I+D, mientras el gobierno cubre el 33,6 por 100 y las universidades y organismos no lucrativos el 4,9 por 100. La ejecución de esas actividades se distribuye así: la industria el 72,8 por 100, el gobierno el 8,8 por 100 y las universidades y organismos con fines no lucrativos el 18,4 por 100 (Nichols y Ratchford, 1998).

jeto-mundo» de la globalización capitalista transnacional³³. El eje esencial de esa alianza es la competitividad y su resorte principal la innovación tecnológica. Parece imponerse la tendencia a que la ciencia y la tecnología queden, cada vez más, reducidas a variables de la reproducción ampliada del capital.

3. Se mantienen inversiones muy altas en I+D dedicadas a fines militares³⁴ y ha disminuido el dinero para la cooperación internacional y la investigación básica.
4. La importancia económica concedida al conocimiento ha conducido a su creciente privatización y comercialización. Se profundiza el proceso de capitalización del conocimiento que la globalización se encarga de acelerar. El conocimiento se vuelve propiedad privada por medio del patentamiento de resultados de investigación, actividades de mercadeo, licencias y *copyright*, así como la formulación de políticas científicas con orientación comercial. Se impone así un modelo de ciencia llevado a cabo por científicos cuyo comportamiento es muy semejante al de los empresarios, muy preocupados por captar fondos y generar ingresos y cuyo trabajo se valora cada vez más en términos económicos y empresariales. Con ello las normas y valores clásicos de la ciencia sufren importantes transformaciones³⁵. Todos los sistemas de propiedad del conocimiento y muchos de los programas de cooperación, becas e intercambios favorecen más a los países ricos que a los pobres.

La revisión de estas tendencias permite comprender los grandes desafíos en juego y la tendencia probablemente excluyente que esos procesos reservan para lo que Snow llamaba los «países pobres». Se trata de un conflicto de naturaleza ética que envuelve el futuro de una mayoría del planeta cuya capacidad de producir, transferir, difundir y aplicar conocimientos, ciencia y tecnología, se distancia cada vez más de las necesidades sociales acumuladas. Por demás, la pobreza y el deterioro social y ambiental que todo eso genera tiene un efecto destructivo y desestabilizador cuyas consecuencias alcanzan también los países industrializados.

De modo que al examinar la tecnociencia y sus impactos en el cambio de siglo, es preciso hacerlo con una atenta mirada social que subraye los valores en juego: ciencia y tecnología para qué, ciencia y tecnología para quién.

Lamentablemente, con frecuencia, las políticas públicas en ciencia y tecnología tienden a perder de vista su condición política y a presentarse como un asunto de estricta racionalidad técnica, omitiéndose así el de-

³³ Chomsky y Dietrich (1997).

³⁴ Los fondos para fines militares representaban en Estados Unidos el 22,4 por 100 del total de gastos de I+D (Papón y Barré, 1996: 19).

³⁵ Licha (1997).

bate sobre los valores y los fines sociales. Con frecuencia todo se reduce al tema del mercado, la competitividad, y se asume que la globalización no deja opciones para escoger: hay una fórmula, la de los países industrializados, que sólo resta aceptar y aplicar. Esa fórmula, además, es presentada en su versión para el consumo de los países subdesarrollados, donde se introducen mitos como el de la desregularización estatal, que en materia de ciencia y tecnología es especialmente falso.

Se construye así un «pensamiento único», como le llamó Jacques Chirac, portador de «verdades» incuestionables que trazan un camino que no da lugar a las elecciones, a las alternativas. La pieza clave en ese discurso es la competitividad que en buena medida descansa en la innovación tecnológica. «En ciencia y tecnología, el pensamiento único se basa en la hegemonía casi absoluta de la óptica de la innovación por sobre cualquier otra dimensión según la cual pudiera ser orientada la actividad científica. No es casual que esto ocurra, ya que esta perspectiva implica la reducción del conocimiento científico y tecnológico a un hecho fundamentalmente económico; no solamente esto, sino que además se le adjudica el carácter de instrumento fundamental para el logro de un valor cargado de intereses e ideología: la competitividad»³⁶.

En este camino los problemas de la política científica y tecnológica son sustituidos por los problemas de la gestión, es decir, de la selección de los medios adecuados para impulsar la innovación, en tanto que el tema de los fines es dejado a un lado.

Al parecer, todo consiste en aplicar bien las recetas cuyo dominio es patrimonio de expertos. El debate sobre los valores que subyacen a esos diseños y el cuestionamiento de sus fines sociales se considera entorpecedor. Metáforas del tipo «sociedad del conocimiento» o «sociedad de información» pueden servir también para subrayar esas visiones tecnocráticas: el conocimiento, librado de valores, se convierte en el nuevo demiurgo de lo real.

En la sociedad contemporánea (cuyas complejidades no se reflejan adecuadamente en su definición como sociedad de la información) las estrategias para avanzar dentro de ella no están sujetas a un determinismo tecnológico que excluya la necesidad del análisis de los intereses económicos y políticos que la determinan. Parece preferible asumir un enfoque que insista en la necesidad de complementar los análisis en el campo de la gestión en ciencia y tecnología, orientado preferentemente a la identificación y uso de los medios que pueden propiciar el desarrollo científico y tecnológico, con análisis verdaderamente políticos, sociales, culturales y éticos que ofrezcan un marco de referencia orientador de su desarrollo estratégico.

³⁶ Albornoz (1997: 97).

Han pasado algo más de 40 años desde Snow, 50 desde las referidas palabras de Einstein y 60 desde que J. D. Bernal publicó *La función social de la ciencia*. Todos fueron denuncias y anuncios del final de sus respectivas décadas. Ahora estamos en el encuentro de dos siglos y en el umbral de un milenio. La ciencia y la tecnología son más importantes que nunca, aunque no precisamente por la percepción que de ellas tenían los que creyeron en la virginidad de la ciencia y su oficio de panacea. La ciencia de hoy, sus políticas y su práctica, se parecen sospechosamente a las sociedades que las producen.

Pese a las obvias inexactitudes de la tesis de Snow sobre las dos culturas, el peligro que él denunció es real: lo científico divorciado de lo humanístico es todo menos una virtud. Se necesita fomentar la comunicación —transcultural si se quiere— entre científicos, ingenieros, literatos, artistas, maestros. Desvincular la ciencia y la tecnología del debate ético, político y cultural de nuestro tiempo es hoy un error mayor que en 1959, cuando Snow leyó su conferencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AROCENA, R. (1993), *Ciencia, tecnología y sociedad. Cambio tecnológico y desarrollo*, Buenos Aires, Centro Editor de América Latina.
- (1995), *La cuestión del desarrollo vista desde América Latina*, Montevideo, EUDICI.
- AYER, A. J. (1967), *El positivismo lógico*, La Habana, Instituto del Libro.
- BARRÉ, R. (1998), «Indicaciones sobre la ciencia mundial en la actualidad», *Informe mundial sobre la ciencia*, Madrid, UNESCO-Santillana.
- BEN-DAVID, J. y ZLOCZOWER, A. (1980), «El desarrollo de la ciencia institucionalizada en Alemania», en Barnes, B. (ed.), *Estudios sobre sociología de la ciencia*, Madrid, Alianza Universidad.
- BERNAL, J. D. (1954), *La ciencia en su historia*, tomos I y II, México, UNAM.
- BIJKER, W.; HUGHES, Th. y PINCH, T. (eds.) (1989), *The Social Construction of Technological Systems*, Cambridge, Mass., MIT Press.
- BROAD, W. y WADE, N. (1982), *Betrayers of the Truth: Fraud and Deceit in the Halls of Science*, Nueva York, Simon and Schuster.
- BUSH, V. (1945), *Science -the Endless Frontier*, Washington, DC, National Science Foundation.
- CARDOSO, F. H. y FALLETTO, E. (1978), *Dependencia y desarrollo en América Latina*. Ensayo de interpretación sociológica (Primera edición, 1969), México, Siglo XXI.
- CARSON, R. (1962), *Silent Spring*, Nueva York, Houghton Mifflin.
- CEPAL (1990), *Transformación productiva con equidad. La tarea prioritaria del desarrollo de América Latina y el Caribe en los años 90*, Santiago de Chile.
- CEPAL-UNESCO (1992), *Educación y conocimiento: eje de la transformación productiva con equidad*, Santiago de Chile.

- COLLINS, H y PINCH, T. (1996), *El gólem. Lo que todos deberíamos saber acerca de la ciencia*, Barcelona, Crítica.
- COMISIÓN DEL SUR (1991), *Desafío para el Sur*, México, Fondo de Cultura Económica.
- CHOMSKY, N. y DIETRICH, H. (1997), *La sociedad global*, La Habana, Casa Editora Abril.
- DAGNINO, R. y THOMAS, H. (1999), «La política científica en América Latina: nuevos escenarios y el papel de la comunidad de investigación», *Redes*, Buenos Aires, Universidad de Quilmes.
- DI TROCCHIO, F. (1998), *Las mentiras de la ciencia*, Madrid, Alianza.
- EINSTEIN, A. (1949), *Monthly Review*, Nueva York.
- FURTADO, C. (1979), *Creatividad y dependencia*, México, Siglo XXI.
- GONZÁLEZ GARCÍA, M.; LÓPEZ CEREZO, J. A. y LUJÁN, J. L. (1996), *Ciencia, tecnología y sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, Madrid, Tecnos.
- HERRERA, A. y cols. (1994), *Las nuevas tecnologías y el futuro de América Latina. Riesgo y oportunidad*, México, Siglo XXI.
- KUHN, T. S. (1982), *La tensión esencial*, México, Fondo de Cultura Económica.
- (1996), «Las historias de la ciencia: mundos diferentes para públicos distintos», *Quipu*, mayo-agosto, vol. 3, núm. 2, México.
- LAFUENTE, A. (1997), «Los científicos entre la nación y la república de las letras», en Arboleda, L. C. y Osorio, C. (eds.), *Nacionalismo e internacionalismo en la Historia de las ciencias y la tecnología en América Latina*, Cali, Universidad del Valle.
- LATOUR, B. (1992), *Ciencia en acción. Cómo seguir a científicos e ingenieros a través de la sociedad*, Barcelona, Labor.
- LATOUR, B. y WOOLGAR, S. (1995), *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*, Madrid, Alianza.
- LEVY LEBLOND, J. M. y JAUBERT, A. (1980), «Introducción», *Autocrítica de la ciencia*, México, Nueva Imagen.
- LICHA, I. (1994), «Indicadores endógenos de desarrollo científico y tecnológico, y de gestión de la investigación», en Martínez, E. (ed.), *Ciencia, tecnología y desarrollo: interrelaciones teóricas y metodológicas*, Caracas, UNESCO-Nueva Sociedad.
- MERTON, R. (1980), «Los imperativos institucionales de la ciencia», en Barnes, B. (ed.), *Estudios sobre sociología de la ciencia*, Madrid, Alianza Universidad.
- NICHOLS, R. W. y RATCHFORD, J. T. (1998), «Norteamérica», *Informe Mundial sobre la Ciencia*, Madrid, Santillana-UNESCO.
- NÚÑEZ, J. (1989), *Interpretación teórica de la ciencia*, La Habana, Editorial de Ciencias Sociales.
- (1998), «Ciencia y desarrollo: explorando el pensamiento latinoamericano», en Guadarrama, P. (comp.), *Filosofía en América Latina*, La Habana, Félix Varela.
- (1999), *La ciencia y la tecnología como procesos sociales*, La Habana, Félix Varela.
- OLIVÉ, L. (1998), «Constructivismo, relativismo y pluralismo en la filosofía y la sociología de la ciencia», en Solís, C. (comp.), *Alta tensión: historia, filosofía y sociología de la ciencia*, Barcelona, Paidós.
- PACEY, A. (1990), *La cultura de la tecnología*, México, Fondo de Cultura Económica.
- PAPÓN, P. y BARRÉ, R. (1996), «Los sistemas de ciencia y tecnología: panorama mundial», *Informe mundial sobre la ciencia*, Madrid, UNESCO-Santillana.

- POLANCO, X. (1986), «La ciencia como ficción. Historia y contexto», *El perfil de la ciencia en América, cuadernos Quipu*, núm. 1, México.
- PREBISCH, R. (1971), *Hacia una dinámica del desarrollo latinoamericano*, México, Fondo de Cultura Económica.
- PRICE, D. J. S. (1973), *Hacia una ciencia de la ciencia*, Barcelona, Ariel.
- ROSE, H. y ROSE, S. (1979), *Economía Política de la Ciencia*, México, Nueva Imagen.
- (1980), *La radicalización de la ciencia*, México, Nueva Imagen.
- SÁBATO, J. y BOTANA, N. (1970), «La ciencia y la tecnología en el desarrollo de América Latina», *América Latina, ciencia y tecnología en el desarrollo de la sociedad*, Chile, Universidad.
- SÁBATO, J. y MACKENZIE, M. (1982), *La producción de tecnología-autónoma o transnacional*, México, Nueva Imagen.
- SNOW, C. P. (1997), *Las dos culturas y un segundo enfoque*, Madrid, Alianza.
- SOLÍS, C. (comp.) (1998), *Alta tensión: historia, filosofía y sociología de la ciencia*, Barcelona, Paidós.
- SONNTAG, H. (1988), *Duda/certeza/crisis. La evolución de las ciencias sociales en América Latina*, Caracas, UNESCO-Nueva Sociedad.
- SUTZ, J. (ed.) (1997), *Innovación y desarrollo en América Latina*, Caracas, CLACSO-AECI-Nueva Sociedad.
- UNESCO (1996), *Informe mundial sobre la ciencia*, Madrid, Santillana-UNESCO.
- VARSAVSKY, O. (1969), *Ciencia, política y cientificismo*, Buenos Aires, Centro Editor de América Latina.
- VESSURI, H. (1986), «Los papeles culturales de la ciencia en los países subdesarrollados», en Saldaña, J. J. (ed.), *El perfil de la ciencia en América, Cuadernos de Quipu*, 1, México.
- (1987), «The Social Study of Science in Latin America», *Social Studies of Science*, vol. 17, Londres, SAGE.
- (1994), «Sociología de la ciencia: enfoques y orientaciones», en Martínez, E. (ed.), *Ciencia, tecnología y desarrollo: interrelaciones teóricas y metodológicas*, Caracas, UNESCO-Nueva Sociedad.
- WATSON, J. (1981), *La doble hélice*, CONACYT, México.
- WOOLGAR, S. (1991), *Ciencia: abriendo la caja negra*, Barcelona, Anthropos.