



EXPERTOS, POLÍTICOS Y CIUDADANÍA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO TECNOCIENTÍFICO. ALGUNAS INTERACCIONES QUE AYUDAN A COMPRENDER LAS RELACIONES ENTRE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

Experts, politicians and the citizenship in the construction of the tech-scientific knowledge.
Some interactions that lead to the understanding of the relationships among science,
technology and society

Betty C. Estévez Cedeño¹

Marta González García²

Nicanor Ursua Lezaun³

Resumen

Este trabajo tiene por objetivo analizar, básicamente, las conexiones que se establecen entre los expertos científico-

técnicos, como comunidad científica especializada, y la ciudadanía entendida ésta como público,⁴ como agencia portadora de conocimiento de utilidad y como ente que ayuda a la financiación de la investigación científica. Comenzamos el análisis destacando las principales características de las relaciones entre ciencia y sociedad durante la última parte del siglo XX y principios del XXI, enfatizando los roles representados por el público y por los expertos profesionales frente a la construcción de los productos científicos y subrayando algunos criterios que pueden definir a la comunidad científica actual y sus fronteras. A continuación analizamos las actuales concepciones que explican cómo se construye el conocimiento científico y finalmente nos centramos en

¹(bestvez6@hotmail.com)

²(marta.gonzalez@cchs.csic.es)

³(nicenor.ursua@ehu.es) Universidad del País Vasco/Esukal Herriko Unibertsitatea/Consejo Superior de Investigaciones Científicas

⁴Una de las nociones de público que podemos tomar como referencia es la expuesta por la política científica europea para designar a dicho agente. Se trata de los "diferentes actores sociales, entre los que se incluyen representantes de grupos de pacientes, asociación de consumidores, organizaciones de la sociedad civil sin ánimos de lucro, medios de comunicación, representantes de la industria, asociaciones o unidades de comercio y cualquier otro grupo o persona que demuestre especial interés y que puede formar parte, de manera responsable, para dar respuesta a una técnica de investigación o actividad política" (EURAB, 2007:6).

los criterios de adaptación que ha de tomar en cuenta una nueva propuesta teórica: la gobernanza deliberativo-pluralista que permite comprender las nuevas relaciones entre expertos, políticos y ciudadanos, y que ha de ser entendida como una versión actualizada de la política científica, concibiendo ésta como uno de los instrumentos más apropiados para orientar la investigación científica y tecnológica. La propuesta de la gobernanza deliberativo-pluralista reconoce la importancia de la participación ciudadana en la construcción del conocimiento y considera su inclusión en la toma de decisiones un criterio justo y democrático, orientado por la idea de alcanzar un mayor bienestar social.

Palabras clave: ciudadanos, comunidad científica especializada, políticos, gobernanza deliberativo-pluralista, política científica, participación ciudadana.

Abstract

The main objective of this work is to analyze, basically, the connections that are established among the tech-scientific experts, as a specialized scientific community, and the citizenship taken as the public, as a bearer agency of knowledge of utility and as a body that helps to the financing of the scientific investigation. We started the analysis by enhancing the principal characteristics of the relationship between science and society during the last part of the XX century and the beginnings of the XXI, focusing on the represented roles by the public and by the professional experts facing the construction of the scientific products and underlining some criteria that can define the current scientific community and their frontiers. Next, we analyzed the current conceptions which explain the way the scientific knowledge is constructed and finally we focused on the adaptation criteria when taking into account a new theoretical proposal: the deliberative – pluralist government that leads to the understanding of new relationships among experts, politicians and citizens,

and that must be understood as an updated version of the scientific politics, conceiving this as one of the most appropriated tools to guide the scientific and technological investigation. The proposal of the deliberative – pluralist government acknowledges the relevance of the citizenship participation in the construction of the knowledge and it considers the inclusion of a fair and democratic judgment in the decisions making, guided by the idea of reaching a better social welfare.

Key words: citizens, specialized scientific community, politicians, deliberative-pluralist government, scientific politics, citizen participation.

1. Algunas consideraciones histórico-culturales en la construcción de la ciencia del siglo XX

Una visión retrospectiva para conocer los fundamentos en los que la ciencia descansa desde la época moderna debe considerar que para algunos estudiosos de su historia (Bernal, 1979; Ziman, 1980; Mínguez, 1986; Solís, 1994; Shapin, 2000; García Font, 2000; Ordóñez, 2003 y 2004; Navarro, 2004; Solís y Sellés, 2005), las interacciones producidas entre ciencia y sociedad son un efecto directo de cambios motivados en diversos ámbitos de la acción social. Las interrelaciones entre ciencia y sociedad que intentaremos destacar contienen aspectos que motivan a pensar que ha habido una co-evolución de ambas, gracias a la interacción de una con la otra.

El análisis que aquí se presenta trasciende la ya conocida doble explicación de la acción científica,

es decir, la explicación interna de la comunidad científica y la generación de su producto —el conocimiento—, y la explicación externa de los resultados o efectos desatados en el resto de los ámbitos sociales como meros receptores, cuando los hay, del aporte del conocimiento.⁵ Dicho de

otra forma, la expresión de los complejos culturales y su posicionamiento ante la generación de conocimiento a lo largo de la historia de la ciencia contrarresta la versión de la evolución de ésta como una actividad autónoma y como una práctica descontextualizada que responde únicamente a su propio dinamismo (Heler, 2004).

Para abordar las principales consideraciones histórico-culturales en la referencia contemporánea de la ciencia se toman en cuenta seis criterios básicos en su relación con la sociedad: i) la relación de la ciencia y el público; ii) el papel desempeñado por el investigador; iii) las herramientas utilizadas en el trabajo científico; iv) la racionalidad del trabajo y el conocimiento científico; v) la formación del público y del experto profesional; vi) los medios de difusión y comunicación científica. Estos criterios aclaran cuál ha sido la visión predominante de los que colaboran en la producción de la ciencia y cuáles han sido las actitudes más destacadas que diferencian o no el papel del científico y el del público. El contenido de estos aspectos no pretende abarcar todos los criterios posibles que puedan explicar el desenvolvimiento de la ciencia en una etapa determinada, sólo contiene cuestiones destacables y a tener en cuenta, orientadas por el objetivo de este trabajo.

1.1 La Gran Ciencia y la revolución tecnocientífica

Sánchez Ron (1998) considera que la Gran Ciencia es un procedimiento de investigación característico del siglo XX, pero lo que diferencia ampliamente a la ciencia realizada en los siglos XVII - XIX de la del siglo XX es el crecimiento exponencial de criterios mensurables a ella relacionados, tales como el número de científicos, el número de publicaciones, la cantidad de descubrimientos y el

³Iranzo y Blanco sostienen que para explicar la omnipresencia del devenir científico, tradicionalmente se han desarrollado dos vías de investigación: de un lado, "la aproximación *internalista* que define el saber científico como un fenómeno intelectual de progreso endógeno que obtiene resultados objetivos y válidos; de otro lado, los estudios *externalistas* (análisis de impacto, análisis sobre la percepción social de la ciencia, etc) que apuntan a la sociedad más amplia como fuente de apoyo y receptividad, o de dirección interesada de la actividad..." (Iranzo y Blanco, 1999: 171).

presupuesto asignado a la investigación, entre otros. Esta distinción cuantitativa y otro tipo de criterios culturales motivaron que autores como Alvin Weinberg (1961) y Derek De Solla Price (1963) propusieran una distinción conceptual para el desenvolvimiento de la actividad científica del momento: la Gran Ciencia, Macrociencia o *Big Science*. Por su parte, Echeverría (2003) argumenta que la Macrociencia es sólo la etapa previa a la revolución tecnocientífica que adquiere relevancia después de la década de los años 80.

A) *Relación ciencia y público*. Durante buena parte del siglo XIX y la primera porción del XX, la comunidad científica intentó difundir una imagen de la ciencia como actividad precursora de generar bienestar a la población, gozando del beneplácito del público. Fue durante los años 60, 70 y 80 del siglo XX que la avalancha de los impactos científico-tecnológicos provocó que algunos movimientos sociales —estrechamente relacionados con nuevas conciencias ideológicas y con cierta significación en la esfera política— se convirtieran en los principales promotores de la participación pública/ciudadana (Broman, 2002).

Durante ningún otro período anterior la ciudadanía había pedido ni tenido un papel tan relevante en la orientación del desarrollo de la ciencia; la participación del público había sido más bien como testigo, receptor o usuario de productos y servicios, y en algunos casos de grupos concretos, como portadora de conocimiento artesanal, que había servido para el desarrollo de determinadas materias.

En la ciencia del siglo XXI el público, a través de sus organizaciones, parece reclamar muchas veces un espacio de negociación que intenta generar respuestas a aquellas demandas en las cuales la administración no ha tenido un alcance suficiente o su presencia ha sido prácticamente

nula. Prueba de ello es que muchos representantes de grupos sociales funcionan como intermediarios para hacer llegar sus intereses a la administración en materia de ciencia y tecnología. No es extraño encontrar reflexiones sobre las cuales el gobierno trata de responder con programas de acción, políticas o normativas, demandas que hacía mucho tiempo que habían sido señaladas y asumidas por distintos grupos de la sociedad civil organizada.

Desde el marco institucional internacional, la necesidad de actualizar las relaciones entre ciencia y público se ve reflejada en la propuesta y firma de un nuevo contrato social de la ciencia con la sociedad. La ‘Conferencia mundial sobre la ciencia para el siglo XXI: Un nuevo compromiso’, que contó con el auspicio de la UNESCO y el Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU), celebrada en Budapest, en julio de 1999, es una de las expresiones más importantes del nuevo contrato. En este cónclave se asumió el compromiso de utilizar los resultados de la investigación científica, para mejorar el crecimiento económico y el desarrollo humano sostenible.

En esta misma cuerda, en Bruselas en octubre de 2009, el Comité del Espacio Europeo de Investigación (ERAB, siglas en inglés) se planteó diseñar una nueva estrategia con el objetivo de “Preparar a Europa para un nuevo Renacimiento”. Este primer boceto enfatiza la necesidad de restaurar la confianza entre ciencia y sociedad, poniendo en marcha un nuevo contrato social basado en las 3R’s: **R**igor en la toma de decisiones políticas o científicas, **R**espeto por el prójimo, por el científico y por el medioambiente y **R**esponsabilidad por nuestras propias acciones como científicos y como ciudadanos (ERAB, 2009). Este asunto es aún más complejo, sobre todo, cuando se trata del ámbito de la construcción del conocimiento científico y, particularmente, si consideramos el papel desempeñado por representantes de la sociedad civil.

B) Papel desempeñado por el experto científico. En el siglo XX “la ciencia la realizan, en general, licenciados

procedentes de facultades de ciencias que trabajan en departamentos de ciencias u otras instituciones identificables externas” (Solís, 1994: 70). Prueba de ello fue el período de entreguerras que motivó muchas combinaciones de la función del científico. Numerosos expertos y científicos de prestigio dejaron los laboratorios y pasaron a gabinetes de dirección y asesoramiento, y se convirtieron en expertos en la negociación y en el diseño de las políticas científico-tecnológicas de los Estados.

El científico del siglo XX forma parte de las más altas instancias del poder político y militar y además mantiene su vinculación con las grandes industrias (Echeverría, 2003). En el siglo XX ya no se habla del intelectual como un sujeto singular que goza de prestigio, ahora adquiere una denominación plural, es decir, quien toma las decisiones sobre qué se investiga, quién investiga y cuándo se hace, es un sujeto plural conformado por científicos, tecnólogos, empresarios y políticos.

El científico del siglo XX es más especialista y a la vez diverso, es decir, realiza una labor que implica pluralidad profesional. Por una parte, el investigador está cada vez más especializado en áreas y subáreas de trabajo; y por otra, al ser la actividad científica una más entre las que conforman el sistema socioeconómico moderno, y como tal un ejercicio competitivo, el practicante de la ciencia tiene también que ocuparse de las labores de gestión, supervisión y negociación, lo que le exige una dedicación adicional a su trabajo como científico.

C) Herramientas utilizadas para el trabajo científico.

El sector privado adquiere un papel relevante en la financiación de la investigación científica y tecnológica. El conocimiento se mercantiliza al punto de que genera instituciones que apoyan la explotación exclusiva del producto científico. La interdisciplinariedad, la cooperación institucional y la seguridad son valores que orientan y definen la investigación hecha en el penúltimo siglo, pero sobre todo existe una gran influencia de los valores

técnicos (funcionalidad, aplicabilidad, eficiencia y eficacia) y de los valores económicos (rentabilidad, patentabilidad y viabilidad). Tanto en América del Norte como en Europa, las demandas de ciertos sectores como el militar, el económico, el tecnológico y el industrial adquieren prioridad ante las demandas de sectores más directamente relacionados con el compromiso social de la ciencia, tales como salud y medioambiente, que sin embargo, recuperan fuerzas en el siglo XXI.

D) Racionalidad del trabajo y del conocimiento científico. En la ciencia contemporánea predomina la noción de *paradigma*, como la etiqueta metodológica a la cual los científicos adscriben sus trabajos. La utilidad se inserta como factor de justificación económica, política y social; y la especialización y profesionalización aparecen como epígrafe para la institucionalización y el progreso de la ciencia contemporánea.

En los últimos años, sin embargo, han aparecido con fuerza nuevas dimensiones, entre las que sobresalen la interdisciplinarietà, como híbrido entre comunidades científicas para la concreción del conocimiento;

la adaptabilidad al contexto cultural⁶ e incluso individual⁷, que se oponen al ideal de universalidad de la ciencia, como atributo de gran significación para comprender las especificidades de la naturaleza humana, sus productos y su entorno. Por otro lado, aparece el interés por reducir o al menos gestionar los riesgos y la incertidumbre del actual

⁶La ciencia del siglo XX intenta rescatar sus raíces culturales y sociales del conocimiento, como sucedió a principios del Renacimiento, y no como ha ocurrido en la ciencia de los últimos siglos que ha valorado la idea de que el verdadero conocimiento objetivo no debería incluir influencias socioculturales.

⁷La investigación para generar tratamientos médicos personalizados gracias a la genética es un buen ejemplo en este sentido, pues es considerado uno de los cinco principales temas que debe ser incluido en las agendas de ciencia e innovación europea y convertirlo en una realidad para el año 2030. Se trata de un tema apoyado no sólo por los expertos científicos sino también por los ciudadanos españoles. Para más información véase <http://www.reto2030.eu/>

y complejo sistema de investigación, que levanta sus bases sobre lo imprevisible y la imposibilidad de un control total, como reflejan las etiquetas de ciencia postnormal (Funtowicz y Ravetz, 1993) y ciencia reguladora (Luján y López Cerezo, 2004).

En la historia de la ciencia el horizonte del trabajo científico estuvo orientado hasta hace muy poco tiempo a la búsqueda de la verdad o de la eficiencia, pero la madurez de los grupos de trabajo que conforman el sujeto plural de la Macrociencia y la Tecnociencia ha hecho que el quehacer del científico esté más ligado a la búsqueda de la mayor satisfacción posible de demandas o a que al menos exista un equilibrio entre la diversidad de valores que confluyen en los objetivos científicos, tecnológicos económicos y sociales actuales. Ahora se plantea el diálogo y el debate como los mecanismos básicos más apropiados de interacción para la concepción de la ciencia y que abren el camino para la ciencia del siglo XXI.

E) La formación del público y del experto profesional. En la época contemporánea la comunidad científica logró un espacio y un estatuto social, creciendo al punto de ubicar a los científicos en una torre de marfil y construyendo una relación de profesionales y subordinados, justificando su autoridad en el apego a normas y al método para la producción de un conocimiento 'esotérico', pero generando, a su vez, una relación jerárquica entre ciencia y público.

La ciencia surge como fuente teórica estabilizada y constituye el conocimiento gobernado por reglas estandarizadas sobre las cuales las teorías y prácticas son construidas y subsecuentemente llegan a ser universales. A diferencia del conocimiento no profesional, éste es considerado como empírico, hecho sobre la base de elementos dispares los cuales son considerados como desorganizados... El conocimiento experto es definido como objetivo, certero y global, mientras que el conocimiento lego es percibido como su polar oponente, subjetivo, incierto y situado (Arksey, 1998: 95).

A pesar de que es en este siglo cuando la educación formal parece extenderse al público como derecho universal institucionalizado, no hay que olvidar que esta característica debe ser asumida considerando ciertos matices que son ampliamente argumentados y recogidos por otros tipos de estudios, tales como los estudios de género, diversidad funcional, etc.

F) Medios de difusión y comunicación. A pesar de que la vida cotidiana del ciudadano de los países industrializados está cada vez más invadida de ciencia y tecnología, su cultura científica se ha ido debilitando a tal punto que se instauran programas nacionales para mejorarla. Por otro lado, el alcance a los medios de difusión y comunicación y la abundancia en contenidos divulgativos pareciera contradecir la afirmación anterior, pero el alto grado de información, así como el vertiginoso ritmo de su producción e intercambio, hace casi imposible una sensata actualización y dominio básico de la misma. En cuanto al intercambio entre los científicos, los medios tradicionales de difusión aún se mantienen; de hecho, el intercambio epistolar entre expertos se conserva tal y como se hacía entre los intelectuales del siglo XIX, ahora modernizado con el uso del correo electrónico.

En cuanto a trabajos de reconocido éxito en la popularización de la ciencia en el mundo anglosajón durante las últimas décadas se puede mencionar a Carl Sagan (1934-1997), Stephen Jay Gould (1942-2002) e Isaac Asimov (1920-1992). Sagan fue catedrático en la universidad de Cornell, Gould y Asimov en la Universidad de Harvard. Estos ensayistas dejaron varias obras de divulgación en diferentes formatos. Sagan, por ejemplo, dirigió la serie televisiva *Cosmos*⁸, que fue transmitida en 60 países y contó con una audiencia de 50 millones de telespectadores, lo que le permitió contribuir a la divulgación científica. En formato

⁸Es un programa televisivo que comenzó a ser transmitido en 1980. Sus principales objetivos fueron difundir el origen de la vida, el lugar de la especie humana y del planeta en el universo, y dar a conocer la historia de la astronomía (Guerrero, 2002).

de artículos periodísticos y de libro se publicaron las obras de Jay Gould, entre las que destacan *El pulgar del Panda* (1980) y *Brontosaurus y la nalga del ministro* (1991). Las obras de Asimov *El sol desnudo* (1957) y *Los límites de la Fundación* (1982) vieron la luz como ensayos y novelas.

El ímpetu de los especialistas por divulgar la ciencia ha cambiado considerablemente en los dos últimos siglos.

En la actualidad la divulgación científica es percibida como una actividad casi frívola y de poco mérito para el reconocimiento de los investigadores (Guerrero, 2002). Es cierto que no todos tienen por qué dedicarse a la divulgación, pero debería ser una actividad más valorada en el compromiso público de los científicos. Desafortunadamente, hoy en día, en los modelos curriculares de científicos y tecnólogos el apartado de actividades de divulgación científica –cuando se incluye– no tiene un valor significativo en la ponderación de los méritos de la carrera investigadora. En consecuencia, en muchas ocasiones esta función pasa a ser desempeñada por otros profesionales como los periodistas científicos u otras agencias.

La difusión de los temas científicos se ha modernizado al igual que la comunicación, de hecho, los gobiernos regionales y nacionales realizan cada vez más campañas de divulgación científica. En cuanto a la retroalimentación entre público y expertos, en las últimas décadas se han puesto a prueba nuevas estrategias de intercambio con la finalidad de promover el aumento de la cultura científica de la sociedad en general. La falta de tradición y promoción de este tipo de actividades, así como el papel de los medios de comunicación como creadores de visiones cognitivas respecto a la ciencia y la tecnología, han sido determinantes para la modificación de las imágenes que proyectan los asuntos científicos.

1.2. Público y expertos profesionales. Una conjunción necesaria para la construcción de la ciencia actual

El análisis de grupos expertos y el público como parte de un mismo sistema constituye una visión sociológica necesaria para explicar la construcción de la ciencia del último siglo. Considerando que la ciencia tiene normas y métodos de procedimiento internos, no por ello se debe asumir que su producto es un valor único y exclusivo de su funcionamiento independiente o de la propuesta hecha por un grupo de especialistas únicamente, como muchas veces se ha querido describir, sin tomar en cuenta otros tipos de conocimientos que también pueden influir en la explicación de los resultados científicos.

De acuerdo con la evolución histórico-social de la ciencia, sería ingenuo apoyar la idea de que ésta puede ser practicada y construida aislada de otros intereses. Por tanto, asumimos que hoy en día el conocimiento lego y el conocimiento científico cobran más validez y vigencia que en ninguna otra época de la historia de la ciencia; ambos gozan de reconocimiento y debe haber canales de intercambio y negociación entre uno y otro.

Hay razones para pensar que el aporte del conocimiento lego ha sido de gran importancia para el progreso y el asentamiento de una disciplina. Esta idea general sobre la importancia de ambos conocimientos puede ser ilustrada ampliamente con el examen empírico realizado por Wynne (1995) sobre los imprecisos intercambios que mantuvieron los granjeros de las montañas de Cumbria y los científicos tras el desastre de Chernobil. Este caso de estudio formó parte del programa de investigación ESRC/SPSG sobre la comprensión pública de la ciencia. La lluvia de radioactividad diagnosticada por los científicos en la zona trajo consigo la restricción en la venta de ovejas. Los científicos designados por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de Reino Unido señalaron que los altos niveles de isótopos de cesio depositados en el lago de

la zona podrían decrecer en un tiempo relativamente corto, pero su precisión sobre la reducción de la contaminación se basaba en un tipo de suelo diferente y resultó errónea, lo que demostró que los expertos científicos habían estado equivocados y sus análisis socavaron su credibilidad ante los ojos de los granjeros de las montañas, quienes ya habían considerado otras cuestiones, incluyendo la fuente principal de la radioactividad.

El razonamiento de los granjeros locales supuso que había una buena alegación relacionada con la contaminación derivada del accidente de Chernobil, pero la contaminación radioactiva no provenía precisamente de ese hecho, sino de Sellafield/Windscale, una planta nuclear cercana. A pesar del conocimiento especializado de los granjeros sobre el entorno ambiental y la relevante evidencia que soportaba su caso, los científicos insistentemente ignoraron su punto de vista. Por su parte, los granjeros no se atrevían a expresar sus sospechas a los medios de comunicación por la dependencia económica y social que directa o indirectamente tenían de la planta nuclear mencionada.

Esto muestra, por un lado, que aunque los granjeros no poseían credenciales de competencia científico-técnica, su conocimiento era válido para proporcionar información relevante para la elaboración de los análisis científicos y, por otro, que la pertinencia del conocimiento local incluye la consideración de los diversos lazos de conexión cultural generados en el entorno. Por consiguiente, la construcción social del conocimiento puede ser espontánea en la medida en que un grupo social se vea afectado.

Existen puntos de vista que justifican como idea más preeminente que los más capacitados para expresar opiniones sobre temas científicos son, únicamente, los expertos científicos,

lo que produce un enorme distanciamiento entre el público y ciencia. En contraposición, hay autores que reducen esto a un plano más sencillo. O`Connor (1999), por ejemplo, ha observado que a pesar de la diversidad de los diferentes puntos de partida del conocimiento social, la humanidad tiene la posibilidad de comunicarse entre sí a través del lenguaje en su sentido coloquial, aunque no sólo eso hace posible el conocimiento. Es el diálogo y las posibilidades de ampliar y profundizar las experiencias lo que permite aumentar la conversación entre personas “sordas”. Un fácil y completo entendimiento resultan raros entre grupos de diversas razas, regímenes, intereses o culturas. Por tanto, la determinación de la comunicación es una de las mejores formas mediante la cual puede pretenderse el conocimiento de la realidad social y por qué no del conocimiento científico.

El argumento de O`Connor sugiere que el mayor distanciamiento entre el público y los expertos profesionales viene dado por el lenguaje especializado utilizado por los segundos, que resulta ininteligible para los primeros. De hecho, ha habido un gran cuestionamiento al lenguaje codificado de la ciencia, puesto que en la medida en que los científicos seleccionan descripciones y justificaciones a partir del vocabulario disponible y de acuerdo con sus intereses y la naturaleza del contexto social dentro de su propia comunidad, esto es, al tratar con personas que poseen experiencia de primera mano del mundo social de la ciencia, hay toda la razón para esperar que harán algo semejante en el curso de su interacción con los legos, quienes se verán en mayores dificultades para cuestionar sus explicaciones (Mulkay, 1985: 378-379).

En este sentido, resulta casi improbable entender a la ciencia como una entidad autónoma aislada del contexto en –y para– el cual fue construida. Para Mulkay también es casi indispensable un proceso de negociación al que le es, a su vez, inherente la capacidad de diálogo entre los grupos que forman parte de un mismo espacio cultural.

Así que, tanto el uso de un lenguaje entendible por los legos para mejorar la comunicación entre éstos y la comunidad científica como los contenidos culturales son argumentos que ofrecen y apoyan una visión de la ciencia como producto público y social. Debido a que, por una parte, como se refleja en la literatura, la ciencia es una actividad que trata de ser guiada para el bien público, aunque no siempre sucede así, por tanto deben aunarse esfuerzos para que pueda ser entendida como tal por cualquier grupo social. Por otra parte, si la ciencia es un bien público, del que se pueden beneficiar diversos grupos sociales, éstos han de formar parte, incidir o ser consultados en alguna de las etapas de su proceso de definición, orientación y acción.

La ciencia, al producir bienes para un uso común, se convierte en un sistema de intercambio y beneficios. Los productos de la comunidad científica son contribuciones que responden a demandas y las contribuciones reciben un importante reconocimiento por el aporte de no obvias piezas de información e ideas que provienen del trabajo de investigación (Krohn, 1977). Esta acumulación de contribuciones, por una parte, y de reconocimientos, por la otra, contiene elementos de repartición de responsabilidades, de derechos y de participación variada, que forma parte de una fase del proceso científico que evita o ayuda a resolver contradicciones.

La ciencia también intenta resolver determinados problemas que necesitan de la dedicación científica especializada, lo que produce un aumento de áreas y científicos académicos, pero además de esto, existen problemas prácticos como son la contaminación, las enfermedades raras, la gestión de la energía, la incertidumbre sobre patologías sin curas, la regeneración de fuentes renovables, la nutrición, la agricultura ecológica, el diseño de artefactos tecnológicos para atender a personas mayores o con diversidad funcional y otros tantos problemas de investigación que para su resolución necesitan la presencia de testigos. Aunque éstos están fuera de la profesión científica, su conocimiento práctico precisa ser teóricamente mezclado, procesado

y unificado al conocimiento académico especializado (Bernal, 1979).

El experto, como profesional de la ciencia, ha desempeñado diferentes roles a lo largo de la historia de esta actividad. El intelectual del siglo XVII y XVIII realizaba su labor como actor crítico de la doctrina sagrada y se le reconocía más como un actor que representaba una combinación entre descubridor de la verdad y creador de conocimiento que como el experto tal como hoy lo entendemos.⁹ La 'nueva' labor incluyó la verificación de los hechos para la construcción de la verdad y el descubrimiento de datos que anteriormente eran desconocidos (Solís y Sellés, 2005; Ordóñez, 2004).

En el siglo XIX el científico destacó como sistematizador y difusor del conocimiento en sintonía con el proceso de institucionalización de la ciencia, de hecho, es a finales de este siglo cuando se utiliza por primera vez la acepción de científico, acuñada por el historiador de la ciencia británico William Whewell.

Para el siglo XX el científico pasa a desempeñar una labor de experto determinado por su tarea consultiva y de asesoramiento solicitada y subsidiada por la unidad administrativa de los Estados. El científico, a lo largo de la historia de la ciencia representa, cada vez más, una combinación múltiple de roles. Sin embargo, el común denominador es el perfil de *investigadores* o *exploradores* con el fin de construir nuevas teorías, mejorar el conocimiento existente y obtener resultados cada vez más satisfactorios en las áreas en las que trabajan.

Antes de comentar algunas de las principales características de la relación que se establece actualmente entre

⁹La noción de experto a la que nos referimos coincide con la acepción que da el DRAE, considera a una "persona que, poseyendo determinados conocimientos científicos, artísticos o prácticos, informa a un juzgador sobre puntos litigiosos en cuanto se relacionan con su especial saber o experiencia" (DRAE, 2001) Disponible en <http://www.rae.es/rae.html> Desde la visión en la que desarrollamos este trabajo el experto incluye, entonces, no sólo la preparación académica sino también la experiencia en un área de trabajo determinada.

comunidad científica y público, resulta pertinente repasar los principales modos de producción del conocimiento, propuestos desde la perspectiva académica para explicar esta actividad social.

2. Los nuevos modos de producir conocimiento científico

Durante el siglo XX son muchos los acontecimientos y cambios propiciados en las formas de concebir y hacer ciencia. Si el siglo XIX fue considerado como el de la institucionalización de la ciencia, el XX es considerado por muchos autores como el siglo de los mayores avances tecnocientíficos y el de mayor socialización de la ciencia, ya que se extendió en la sociedad de un modo como nunca antes lo había logrado.

Ciertamente, hubo adelantos en áreas como la medicina (con el control de la reproducción a través de la píldora anticonceptiva), la biología (con el descubrimiento de la estructura del ADN y la revolución genética), la química (con la expansión de técnicas y el desarrollo de fertilizantes, ayudada por la inversión y expansión de los laboratorios), la física (con la génesis de una mecánica para las radiaciones y la estructura microscópica de la materia) y la matemática (con la aplicación en el diseño de instrumentos de cálculo y ordenadores para el procesamiento de datos). Pero, sobre todo, la ciencia que más ha destacado en el siglo XX ha sido la puesta al servicio del aparato militar, con consecuencias muchas veces negativas para la humanidad.

El reconocimiento que "el poder de la ciencia" recibió por parte de los militares, de especialmente Estados Unidos y la Unión Soviética, hizo que la práctica científica pasase a recibir un apoyo nunca antes alcanzado por las naciones más poderosas, un hecho este que a su vez condicionó aspectos importantes en la dirección de las investigaciones científicas durante la segunda mitad del siglo (Sánchez Ron, 2005: 516).

Por otra parte, la creación de la *National Science Foundation* en Estados Unidos como uno de los principales patrocinadores de la investigación básica, propuesta por V. Bush (1945) en su informe *Science, The Endless Frontier*, consagró la confluencia de la producción científica a una labor de política de Estado y la adaptó a nuevos estándares de investigación intelectual, considerando nuevos roles y áreas de trabajo, y estableciendo así un contrato entre ciencia, tecnología y sociedad que más tarde se ha cuestionado.

Los nuevos modos de producción del conocimiento durante la segunda mitad del siglo XX y lo que llevamos del siglo XXI, han recibido, entre otras, las denominaciones de ciencia normal y ciencia postnormal.

La ciencia normal expuesta en la obra de T. Kuhn (1962) *La Estructura de las Revoluciones Científicas*, se caracterizaba por la sucesión de períodos largos de “ciencia normal” interrumpidos por breves episodios denominados revoluciones científicas y resueltas con cambios de paradigmas.

Frente a esta, la *ciencia postnormal* y la *ciencia reguladora*, son típicas de finales del siglo XX y principios del XXI. La primera, caracterizada por el grado de incertidumbre que debe gestionar y los problemas a los que se enfrenta pueden afectar la supervivencia de ecosistemas y poblaciones y, con frecuencia, las decisiones están marcadamente politizadas, mientras que en la segunda, los productos científicos están sometidos a la presión de distintos grupos de interés que al interpretar de forma diferente los contenidos científicos se ve sujeta a situaciones controvertidas. Pero es la tecnociencia y, últimamente, la gobernanza de la ciencia las que en los últimos años han sido consideradas con los más actualizados modos para explicar cómo se construye el conocimiento científico desde la reflexión sociológica y filosófica. Veamos, de forma resumida, los contenidos de estas dos concepciones.

- *Latecnociencia* (Echeverría, 2003). Su historia se remonta a la época de la Segunda Guerra Mundial y posterior a la Guerra Fría. La tecnociencia propiamente dicha consiste en la emergencia, consolidación y desarrollo estable de un tipo de sistema científico-tecnológico. Este tipo de acción es promovido por algunas grandes empresas, más que por los Estados, y se centra en el desarrollo de nuevas tecnologías. La tecnociencia, a diferencia de otros tipos de investigación, resalta que los cambios en la construcción del conocimiento están más enfocados hacia cómo resolver las cuestiones prácticas que en el seguimiento de modelos metodológicos o epistemológicos. La tecnociencia se caracteriza por la instrumentalización del conocimiento científico-tecnológico, ya que está constituida por sistemas tecnocientíficos abiertos que interactúan con la sociedad en ámbitos muy diversos, los cuales forman redes científico-tecnológicas más o menos consolidadas e imbricadas en las sociedades.

Todos estos sistemas tienen incidencia transnacional, influyendo en varias sociedades a la vez y de manera diferente en cada una de ellas, en función de sus peculiaridades culturales y sociales. La actividad tecnocientífica es ampliamente destacada por la inclusión de sistemas múltiples de valores que, aunque no la guían, sí pretenden influenciar, controlar y prevenir sus consecuencias y riesgos, sirviendo de contrapeso a los valores puramente económicos, militares, políticos, científicos y técnicos.

Desde esta perspectiva, los principales actores están representados por el mercado, el Estado y la sociedad, y dentro del mercado uno de los actores principales son los departamentos de I+D de las empresas multinacionales, cadenas de producción industrial, etc. La comunidad científica aporta su conocimiento y destrezas profesionales a un grupo también de profesionales de otros tipos, que trabaja de forma cooperativa para desarrollar un proyecto con etapas previamente diseñadas. Por su parte, el público se encuentra representado por los grupos que justifican sus valores para que sean tomados en cuenta y para de alguna

forma orientar la producción tecnocientífica, en este caso, se incluye como parte del público la pequeña y mediana empresa, militares, colectivos de trabajadores y pacientes y agrupaciones ecologistas, entre otros.

En la revolución tecnocientífica se destaca que el cambio en la ciencia del siglo XX es aún más radical que las propuestas anteriores¹⁰, ya que incluye no solamente una renovación de las teorías que la derivaron, sino también un incremento del tamaño de la ciencia, de sus objetivos, de los criterios de valoración de sus resultados y de las formas en que las comunidades científicas organizan ahora su trabajo de investigación.

- *La gobernanza de la ciencia* (Jasanoff, 2003, 2004). Para entender esta propuesta metodológica la autora propone la noción de “tecnologías de la humildad”¹¹ e incluye la identidad del ciudadano como un productor y consumidor del conocimiento. El trabajo de la producción de conocimiento políticamente relevante es una responsabilidad conjunta de los expertos y los ciudadanos, donde el conocimiento de la ciudadanía funciona como suplemento del conocimiento experto. Establece como espacio de acción clave el contexto local, en el que instituciones poderosas como el Estado y las corporaciones se esfuerzan en definir los principios mediante los cuales determinan qué ciudadanos deberían ser incluidos, y en

¹⁰ Se trata de las concepciones anteriores que explican la construcción del conocimiento científico posterior a la ciencia normal, tales como: la ciencia postnormal, basada en la extensión de la revisión por pares (Funtowicz y Ravetz, 1993; Ravetz 2004), Modo 2, la nueva producción del conocimiento (del modo 1 al modo 2) (Gibbons et al., 1997; Nowotny, 1999; Nowotny et al., 2003), ciencia postacadémica (Ziman, 1998), la triple hélice (Leydsdorff y Etzkowitz, 1996, 2000), entre otras concepciones, pero que no desarrollaremos en este trabajo por considerarlas anteriores a la tecnociencia y a la gobernanza de la ciencia.

¹¹ ‘Technologies of humility’ contienen hábitos de pensamiento de diferentes instituciones, intentan enfrentar los márgenes de desigualdad del entendimiento humano (el desconocimiento, la incertidumbre, la ambigüedad y lo incontrolable) y reconocen los límites de la predicción y control. Las tecnologías de la humildad confrontan frontalmente las implicaciones normativas de una previsión perfecta. Incluyen las diferentes capacidades y formas de compromiso entre expertos, decisores y el público, que son considerados necesarios en la estructura de la gobernanza moderna. Las tecnologías de la humildad requieren la puesta en marcha de mecanismos formales de participación dentro de un ambiente intelectual en el cual los ciudadanos son animados a llevar sus conocimientos y herramientas para llegar a la resolución de problemas comunes (Jasanoff, 2004).

qué términos, para tomar parte en decisiones, debates y controversias.

Estas dos propuestas, además de argumentar sobre las diversas formas como se concibe hoy en día la investigación científica, mantienen en común que la base para la producción de conocimiento es el trabajo realizado en equipo y muy cerca del contexto de aplicación.

A pesar de que ambas ofrecen abiertamente la interacción con el público y todos los agentes implicados, sus niveles de apertura son variables. Con todo, son opciones que promueven una interrelación entre ciencia y público tendentes a ser horizontales, aunque cada una posee un esquema de valores, normas, técnicas y criterios evaluativos.

En la tecnociencia existe una disputa clara de intereses y adquieren gran protagonismo los sistemas de innovación y el desarrollo del sector empresarial,

por tanto el papel del mercado es fundamental, mientras que en la gobernanza de la ciencia se priorizan criterios de bienestar social, con lo cual el aporte de grupos de ciudadanos organizados que justifiquen objetivamente la validez de su contribución viene a ser un complemento del conocimiento experto.

Partiendo de estas reflexiones que explican la forma en que interactúan los agentes sociales en la producción del conocimiento en los últimos tiempos, trataremos de analizar otra orientación que puede ser concebida como una etapa evolutiva de las concepciones anteriores. Se trata de una reflexión que está más orientada a la política científica y tecnológica por considerarla como el mecanismo más preciso e idóneo para producir y gestionar la orientación de la ciencia y la tecnología.¹²

Coincidimos con los autores que consideran fundamental la contextualización, la transdisciplinariedad y la robustez del conocimiento, pero también queremos poner acento en las estrategias de interacción, en los niveles administrativos y en el tipo de público que participa en la construcción del conocimiento.

La propuesta por la que apostamos tiene mucha afinidad con la de Jasanoff, en términos de que la participación ciudadana es percibida como un conocimiento local especializado que se conjuga en niveles de igualdad con el conocimiento técnico de los expertos científicos y demás profesionales. En la nueva idea, la incorporación del público incluye una extensión de la cultura científica a partir de las decisiones tomadas, justificada en los argumentos que la respaldan, y se trata de una propuesta donde la cultura científica de la ciudadanía va más allá de la extensión del conocimiento a través del sector académico en su papel de divulgador formal de la ciencia, debido a que en este nuevo marco de acciones la cultura científica se adquiere con la participación en los asuntos relacionados con la ciencia y la tecnología que les afecta de alguna manera.

Antes de explicar más detalladamente la función que ejercen los agentes que adquieren un papel protagónico en la nueva concepción de la gobernanza de la ciencia y la tecnología, consideramos obligatorio detenernos en algunos modelos contemporáneos, en los que se ejemplifica más claramente la relación entre ciencia y público.

3. Modelos contemporáneos de relación ciencia-público

¹²Entendiendo la ciencia como el conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación, el estudio, la reflexión y la comprobación objetiva de los mismos, y que pueden ser aplicados para conocer nuevos funcionamientos sobre nuestra especie y nuestro entorno o para obtener algún tipo de beneficio. Por otro lado, entendemos la política científica como uno de los instrumentos más apropiados para orientar la investigación científica y tecnológica, debido a que para su definición aplica medios y estrategias de trabajo que permiten acotar los intereses de la investigación y la forma como pueden obtenerse los objetivos planteados. De hecho, desde nuestra propuesta, la política científica puede ser vista como uno de los mecanismos a través del cual los científicos y los políticos se acercan al público.

Nowotny (1999) explica la alteración de las relaciones del último siglo entre ciencia y sociedad a partir de tres cambios clave:

El primero trata del nuevo rol que la ciencia y la tecnología juegan en la planificación de las políticas públicas de los Estados y en el ámbito económico posterior a la II Guerra Mundial; la batalla ya no se centra en la conquista de territorios y la dominación, sino que pasa al interés por el poder económico y tecnológico mundial, y ante este escenario la producción de conocimiento tiene claras sus orientaciones mercantiles basadas en la producción técnico-industrial.

El segundo cambio tiene que ver con las expectativas del público. Una gran variedad de actores sociales quiere ser escuchada y formar parte activa de lo que ellos consideran como crucial para el desarrollo y dirección de la ciencia y la tecnología. El público llega a ser omnipresente como consumidor y usuario de los productos y procesos que la ciencia y la tecnología colocan a su disposición, pero no existe una presencia en el proceso de elaboración de las políticas públicas y menos aún en las relacionadas con la ciencia y la tecnología.

El tercer cambio se debe al rol que la ciencia y la tecnología juegan en la producción de conocimiento. La innovación de los procesos de producción de productos y servicios se convierte en un ámbito generador de conocimiento, potencialmente capitalizable porque satisface una demanda en un contexto dado.

La situación actual es que en el terreno de los estados naciones la obtención del conocimiento científico y su aplicación dependen mucho de la financiación hecha por parte de los gobiernos y las empresas, del trabajo de los centros de investigación y las universidades, de los procesos comunicativos transmitidos por los medios, de su valoración y aceptación social.

En lo que respecta a la capacidad científica del público ha sido tema de estudio básico para conocer, no solamente el entendimiento que los ciudadanos tienen de la ciencia en general

sino para descifrar cuáles son las diferencias destacadas entre grupos de ciudadanos de un mismo país y en comparación con otros, y de qué dependen tales diferencias. Además, permite identificar el apoyo que el público da a la ciencia y a los científicos.

Los modelos clásicos de percepción pública de la ciencia han sido promovidos desde mitad de los años 80 por dos tipos de movimientos, el norteamericano “*scientific literacy*” y el británico “*public understanding of science*” (Muñoz *et al*, 2006). Wynne (1995) explica que las investigaciones sobre la comprensión pública de la ciencia incluyen, básicamente, tres instrumentos investigativos o métodos de análisis:

Encuestas cuantitativas de selección simple a gran escala, utilizadas para obtener las actitudes del público hacia la ciencia, así como su nivel de alfabetización científica o el entendimiento público de la ciencia. Esta modalidad combina preguntas sobre las actitudes del público frente a riesgos y necesidades de control o justificación de una investigación, así como preguntas de cultura científica. Este tipo de instrumento es el tradicionalmente utilizado tanto en Europa como en Estados Unidos, pero ha sido criticado debido a su estrechez normativa de cara al público, ya que generalmente se detectan dificultades de entendimiento y no se cuestiona la idea subyacente de ciencia y de cultura científica.

2) *Psicología cognitiva o reconstrucción de “modelos mentales”*, utilizada para tratar de conocer qué percepción tienen las personas legas del conocimiento científico. Este tipo de modelos procesa información nueva y la organiza

en determinados patrones. Se usan para generar inferencias, establecer conexiones causales, predicciones y resolver problemas. Los modelos mentales operan como variables de explicación independientes en la reconstrucción de por qué las personas legas piensan de la forma en que lo hacen.

3) *Investigación cualitativa*, su aplicación permite hacer análisis contextuales del público y del conocimiento experto con la finalidad de explorar las experiencias en los diferentes contextos sociales y la construcción de su significado. A través de la etnografía, de la observación participante y de entrevistas en profundidad, se intenta examinar la influencia del contexto y de las relaciones sociales para la renegociación de la ciencia.

Como comentábamos antes, el modelo de encuestas cuantitativas suele ser el más utilizado. En Europa, el Eurobarómetro indica que los debates de I+D+i requieren de una mayor educación e información de la sociedad (COTEC, 2004). En el caso español este tipo de estudio ha permitido constatar que:

- La sociedad española es una de las que posee un nivel más bajo de conocimiento en cuestiones científicas y tecnológicas en el ámbito europeo.
- Sin embargo, los encuestados declaran poseer interés por estas cuestiones. Aunque es posible que esta respuesta sea reflejo de una actitud que desea acomodarse a la posición “más políticamente correcta”, en lugar de reflejar una expresión real de ese interés.
- La televisión es la principal fuente de información, aunque la cantidad y calidad de esa información es muy criticada.
- La variable educación es decisiva como indicador del mayor interés, nivel de información y capacidad de crítica

sobre las actividades de los medios de comunicación en el terreno científico-técnico.

- Internet es el medio más valorado para conseguir información sobre ciencia y tecnología, pero su acceso está restringido a un determinado conjunto de estratos sociales.
- Revistas, libros y museos ejercen una influencia positiva, pero limitada, en la consecución de una información sobre ciencia que debería transformarse en cultura científica y técnica.

El análisis multivariante de las encuestas revela que la población española está formada en un 50% por personas entusiastas sobre cuestiones científico-técnicas, con la mitad de ella formada por entusiastas poco críticos y la otra mitad por entusiastas moderados. El resto comprende a los desinformados, a los desinteresados y a los críticos desinformados (COTEC, 2004: 164-165).

Otra de las fuentes reconocidas y citadas para comprender la cultura científica española son las Encuestas Nacionales sobre Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología, realizadas en los años 2002, 2004, 2006 y 2008 por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).¹³ Éstas siguen el perfil de los Eurobarómetros y de los *Science & Engineering Indicators de la National Science Board* de Estados Unidos, aunque en cada edición un grupo de expertos científicos hace las respectivas revisiones y modificaciones. Los resultados de esta fuente permiten complementar, de modo particular, la apropiación social de la ciencia en España, cuyos resultados son análogos a los estudios europeos:

- La principal actividad de alfabetización tecnológica es la educación formal y la divulgación a través de diferentes procedimientos. Por tanto, cuanta

más información se recibe durante el proceso de formación, más interés se despierta en el individuo, ya que es en ella donde se adquieren hábitos y se despiertan inquietudes que van a condicionar su vida adulta.

- Existe una alta utilidad atribuida al conocimiento científico-técnico para la comprensión del mundo, para tomar decisiones en la conducta como consumidor y usuario, para tomar decisiones sobre compra o usos de tecnologías, de aplicación en la profesión y para relacionarse con otras personas.
- El interés por la ciencia y la tecnología es superior a la información que se recibe en general y a la recibida en concreto durante la educación escolar (López Cerezo y Cámara Hurtado, 2005: 33-53).

De acuerdo con los resultados de la opinión pública sobre la ciencia, y siguiendo el hilo relacional ciencia y sociedad, proponemos algunos modelos de comprensión social de la ciencia que muestran diferentes versiones de la interrelación entre comunidad científica y público, y que permiten explicar cómo la apropiación de la ciencia ha existido y existe, independientemente del espacio geográfico y de la época que se vive, sólo que el público la ha ido amoldando según el nivel de utilidad para desenvolverse en su entorno. Nuestra propuesta se basa en cinco modelos de comprensión social de la ciencia.

1. Modelo humanista. Propugna que la aplicación de la ciencia permite el mejoramiento del bienestar humano, éste es el argumento que justifica su existencia y sostenibilidad: “se ha argüido no sólo que el conocimiento científico es intrínsecamente valioso, sino asimismo que, debido a que es el único tipo válido de conocimiento, necesariamente conduce a un beneficio práctico” (Mulkay, 1985: 377). Este modelo es arropado por la idea de que “la ciencia es indudablemente la gran fuerza de orientación de la civilización moderna y global” (Ravetz, 2004: 347).

¹³ Los informes se publican un año después de realizada la encuesta. Ver FECYT 2003, 2005, 2007 y 2009.

Considera el lado más humano del desarrollo científico, se percibe como las actitudes más benévolas hacia el inevitable progreso, consecuentemente relacionado con el bienestar humano. “La necesidad individual más evidente ha sido siempre el bienestar material. En todos los tiempos, en todos los lugares, los hombres han luchado para proveerse a sí mismos de alimento, vivienda, transporte y otros bienes y servicios. Satisfacer tales necesidades, ha sido siempre uno de los propósitos primarios de la ciencia” (Ziman, 1980: 372). Y es así como la visión más benévola de la ciencia es apropiada socialmente por muchos grupos sociales. En este modelo el papel de los ciudadanos está limitado a la elección de sus gobernantes, a los que otorgan confianza para tomar las decisiones sobre sus potenciales demandas, por tanto, es el político el que decide junto con el científico la orientación de la ciencia y el público tiene una percepción de confianza y apoyo hacia la ciencia y sus representantes.

2. Modelo intelectual. Se trata de una visión que muestra a la ciencia como avance puro del conocimiento sobre el ser humano y la naturaleza. La ciencia es una autoridad social. La percepción del modelo intelectual de la ciencia se describe como

única en su adquisición acumulativa de hechos incuestionables, los cuales se obtienen siempre y cuando se les permita a los científicos acercarse al estudio de la naturaleza con valores que plieguen las tendencias humanas hacia algún sesgo, prejuicio o irracionalidad. Los científicos, a su vez, describen estos valores en términos tales como independencia, disciplina emocional, imparcialidad, objetividad, actitud crítica, etc. (Mulkay, 1985: 377-378).

Es el entendimiento convencional de la actividad científica, guiada por la curiosidad y el descubrimiento (Ravetz, 2004). El modelo intelectual es la versión más cercana al progreso lineal del conocimiento. Se trata del modelo de proyección

científica más antiguo, pero aún convive con los “nuevos” modelos de apropiación. Otro elemento característico es la ‘ignorancia positiva’ (Wynne, 1995) del público lego, el cual acepta colaborar, sin ningún tipo de crítica, en la distribución cooperativa de la labor de construcción del conocimiento científico;¹⁴ se genera así una relación social tácita de dependencia y ‘confianza a ciegas’ entre gestores y decisores, por un lado, y colaboradores y receptores por el otro.¹⁵

Los científicos se ofertan como los sabedores y controladores de todo tipo de situación,

tal como lo expresa el título del libro *Trust us, we're experts!*, de los periodistas Rampton y Stauber (2001), en cuyo libro irónicamente desenmascaran el mito de los expertos científicos, argumentando que, generalmente, son científicos quienes representan a la industria y a las famosas firmas de empresas que manipulan la opinión pública.

3. Modelo cognitivo. Este modelo completa las versiones del modelo intelectual y humanista, caracterizados por la tradicional concepción lineal y autónoma de la ciencia. A partir de la interacción con los productos de la ciencia y la

¹⁴En este sentido, la experiencia de Darwin expresa claramente este tipo de apropiación social de la ciencia por parte del público. El científico inglés diseñó un programa para registrar las variaciones en plantas y animales domésticos que posteriormente servirían para explicar su teoría de la evolución, pero debía demostrar que ciertamente pueden ocurrir cambios dentro de la estructura biológica y que éstos pueden producirse mediante una herencia selectiva. Para alcanzar este objetivo, el padre de la teoría de la evolución “reunió datos a una escala de mayoreo... mediante investigaciones publicadas, conversaciones con los criaderos y cultivadores experimentados y a través de extensas lecturas” (Sandow, 1938 y Vorzimmer, 1969; citados por Mulkay, 1985: 362). Sin duda, gran parte de las variaciones domésticas provenían directamente del trabajo realizado por cultivadores y criadores artesanales, pero la labor de éstos era explicar lo que veían, y hacían, a un intelectual que procesaría esa información.

¹⁵Si las personas perciben que dependen de instituciones particulares para garantizar su seguridad u otro tipo de valores, pueden sentir la necesidad de confiar en las mismas, y generarán comportamientos acordes a un condicionamiento dependiente de esas instituciones orientadas por los científicos, lo que hace que el entendimiento público muestre ciertos matices de manipulación (Wynne, 1995).

tecnología, el público toma conciencia clara de sus usos y funcionamiento en la cotidianeidad; asimismo, otorga un valor simbólico a la ciencia y a los artefactos que produce y, generalmente, los acepta como instrumentos que permiten ampliar y mejorar de forma eficiente la acción humana y sus condiciones de vida. El público incluido en los parámetros del modelo cognitivo carece de capacidades para aprovechar su vinculación y valoración en la formación de sus posibilidades y potencialidades. Tanto en el modelo intelectual como en el cognitivo el público carece de capacidad de crítica. En el intelectual el público lego puede actuar como colaborador pero no tiene capacidad de influir en ningún tipo de decisiones.

La mayor semejanza entre el modelo intelectual y el modelo cognitivo es que en ambos el público practica una aprobación del trabajo científico, pero cualquiera que sea su punto de vista, su visión no contempla nunca un carácter vinculante que permita modificar las orientaciones del trabajo de la comunidad científica.

4. Modelo de desconfianza. Considera una visión pública parcialmente negativa de la ciencia. Muchas veces se escuda en que el público desconoce el desarrollo y las ventajas de las aplicaciones tecnológicas. Tal es el caso de la percepción del riesgo en la investigación sobre energía nuclear, que actualmente intenta ser promocionada bajo el supuesto de que generará un saldo mayor de beneficios que de prejuicios, pero a sabiendas de que persiste en la memoria colectiva el uso que se le dio a la ciencia y tecnología nucleares al final de la II Guerra Mundial, esto produce una percepción de desconfianza en el público.

Por otra parte, algunas veces, el público más capacitado es el que suele ser el más escéptico ante algunas probabilidades de riesgo,

por tanto, hoy en día la ignorancia no es suficiente para explicar la oposición del público y, en cualquier caso,

resulta equivocado asociar las actitudes negativas a una falta de conocimiento sobre ciencia y tecnología (Atienza y Luján, 1997).¹⁶ Más bien es el efecto de una vivencia negativa ante la cual se impone una visión crítica o por evidencias inocultables y no precisamente por la carencia de un nivel de conocimiento.

5. Modelo intersocial. Se propone como una extensión del modelo humanista. El público tiene conciencia del uso social de la ciencia y trata de canalizar demandas, es decir, intenta modificar lo conocido y por ello se generan debates, propiciando controversias de manera que el punto de vista de diversos agentes sociales y en particular el del público lego sea tenido en cuenta para la toma de decisiones de la política científica y tecnológica. El estudio de apropiación social de la ciencia en España (López Cerezo y Cámara, 2005) indica que la comprensión pública de la ciencia no sólo es vista simplemente como la asimilación de ésta por los profanos pasivos, sino como el acomodo de dos culturas: la de los científicos y la de los profanos, y los procesos necesarios de negociación que se establecen entre éstos y otros agentes interesados en la dinámica que se discute, que estaría dada por la existencia de principios y mecanismos institucionales. En tal sentido, este proceso se produce en la medida en que el ciudadano está informado, tiene capacidad para participar y desea que sus argumentos sean escuchados y tenidos en cuenta en la toma de decisiones. Muñoz et al. (2006) explican que una mayor conexión del ciudadano con la información supone un mayor deseo de que los Estados regulen las aplicaciones – biotecnológicas en este caso – de modo estricto, y reclaman que esa regulación no sea producto exclusivo de algunas de las partes interesadas.

En el modelo intersocial se asume el compromiso público de la ciencia que el público reclama. Este modelo se

¹⁶ El Eurobarómetro de 1996 proporciona evidencias cuantitativas contra la explicación de la ignorancia del público, mostrando que las personas que más entendimiento tienen acerca de la biotecnología son, en promedio, algo más escépticas por los riesgos asociados a ésta (Hagendijk, 2004).

obtiene a través de la aplicación de procesos deliberativos y es gestionado conjuntamente con la comunidad científica, los políticos, los gestores de la política y otros agentes implicados.

La gran diferencia entre el modelo cognitivo y el modelo intersocial es que en el primero el público mantiene una actitud más pasiva, receptora, y se conforma con la aplicación de los conocimientos científicos o los productos tecnológicos que le son ofrecidos, mientras que en el modelo intersocial la actitud del público es más activa y trata de modificar lo dado. En este caso, el público no es convencido por el *marketing* de la ciencia y exige la negociación y reflexión *a priori* como principales motores de la potencialidad científico-técnica, es decir, exige su participación para hacer de la toma de decisiones científicas un proceso más democrático y acorde a las demandas expuestas.

Mientras que los cuatro primeros modelos guiaron la investigación y las acciones de comprensión pública de la ciencia durante mucho tiempo, la concepción subyacente en el modelo intersocial se ha ido extendiendo en los análisis más recientes. En la actualidad, no cabe duda, que la relación ciencia y sociedad está mediada por el sistema gubernamental de las naciones, sólo que la vinculación y apoyo que la ciencia ha tenido por parte del sistema político renueva sus presiones para que se pluralicen los actores interesados y los modos de generar conocimiento, a través de la creación de espacios donde se negocien las directrices científico-técnicas.

Los medios de comunicación constituyen otro de los agentes condicionantes de la visión pública de la ciencia. Muchas veces las opiniones y decisiones que el público tiene sobre el progreso científico-técnico están determinadas por los *mass media* mediante los cuales los gobiernos, los representantes sociales y los científicos, algunas veces, movilizan a la opinión pública y se esfuerzan por mantener

ciertos puntos de vista sobre el mundo y la ciencia. En contrapartida, los medios funcionan como instrumentos que expanden puntos de vistas diferentes, lo que da al público la posibilidad de conocer diversas visiones de una misma área temática.

Esa posibilidad de participación dada a los interesados en diferentes medios genera una dinámica democrática que permite a los ciudadanos asimilarse a determinado punto de vista.

Según Hagendijk (2004), esta dinámica democrática se forma por la presencia de mundos regulados, los cuales surgen por la diversidad de grupos que debaten un mismo tema.¹⁷ Los mundos regulados resaltan la presencia de un sistema de agencias y foros públicos que representan organizaciones civiles y pueden proporcionar una mejor base de confianza pública extendida a los parlamentos.

Finalmente, se puede decir que la veracidad del conocimiento, los medios de comunicación, el nivel educativo del público y los mecanismos de socialización utilizados para divulgar cultura científica son parte fundamental de los aspectos que permitirían ubicar al público en un modelo u otro, según la percepción que el mismo tenga sobre la ciencia.

IV. Perspectivas de futuro. Criterios en los que se basa la nueva gobernanza de la ciencia y la tecnología

La nueva propuesta de gobernanza de la ciencia tiene su base en las contribuciones de especialistas en sociología y filosofía de la ciencia (Echeverría, 2003; Jasanoff,

¹⁷Los estudios sobre el entendimiento público de la ciencia no deberían concentrarse solamente en las respuestas que las personas dan en las encuestas, ni deberían restringirse a los estudios etnográficos enmarcados en el día a día, ni en los *focus groups*. En vez de esto, tales estudios deberían ser combinados con análisis de ciencia y asuntos relacionados con ciencia, tales como los representados y narrados por los periódicos, los dibujos animados, las revistas, las artes, la televisión, los debates parlamentarios, la publicidad, los anuncios de prensa y los reportajes públicos (Hagendijk, 2004).

2003 y 2004), en los estudios realizados sobre el buen funcionamiento del gobierno de la ciencia y la tecnología en el contexto europeo (Healy, 2005; Stirling, 2006; Mokre y Puntsher, 2007), en la idea de algunos autores que han tratado de adaptar el funcionamiento de la teoría democrática al ámbito científico y tecnológico (Fiorino, 1990; Laird, 1993) y en la necesidad de que las decisiones sobre ciencia y tecnología tomen en cuenta puntos de vista objetivamente justificados y que tradicionalmente no han sido considerados.

En consecuencia, la concepción que adoptamos es la gobernanza deliberativo-pluralista de la ciencia (Estévez, 2010) que contiene un *análisis pentagonal de la política de investigación científico-técnica*.¹⁸ Una de sus más destacadas diferencias con los modelos de construcción del conocimiento comentados en el apartado dos, es que esta nueva propuesta se trata de una estrategia con mayor incidencia en la etapa ex-ante de la planificación administrativa de estas materias. Incluye un estudio de diagnóstico, convocatoria y organización por parte de los diferentes niveles administrativos.

Es una propuesta conceptual ajustada al diseño de la política científica y tecnológica, guiada por una normativa de multivariadas. Su objetivo fundamental se centra en la inclusión de expertos o peritos sociales que sirvan de interlocutores entre la sociedad civil y los decisores de las políticas científico-tecnológicas. La utilización de esta concepción incluye la institucionalización de mecanismos de negociación entre políticos, científicos, funcionarios administrativos, legos y representantes de I+D, y su fin último es identificar estrategias prácticas acordes con las demandas locales, las cuales deben estar sometidas a una readaptación periódica.

¹⁸ Esta concepción está respaldada por tres tipos de argumentos: epistémicos, políticos y éticos. Además, incluye la participación activa de cinco tipos de actores: la administración, el científico, el político, los departamentos de I+D de las empresas y el experto social. Se trata de un sistema de trabajo en el que cada uno cumple funciones específicas que ayudan al diseño de los contenidos de la política científica. Una explicación detallada sobre la gobernanza deliberativo-pluralista y el análisis pentagonal de la política científica y tecnológica puede obtenerse en Estévez, 2010.

La nueva versión de la gobernanza considera a la ciencia como una entidad que no es ni autónoma ni aislada del contexto en —y para— el cual es construida. Destaca que el modelado de los sistemas de ciencia y tecnología implica un proceso de negociación entre los grupos que forman parte de un mismo espacio cultural y uno de los principales objetivos buscados tras el intercambio entre diferentes puntos de vista es alcanzar un acuerdo o negociación entre las partes para la toma de decisiones.

La gobernanza aplicada a la ciencia convierte a esta última en una entidad social y por tanto en un bien público en un doble sentido. Por una parte, la ciencia ha de estar al servicio del público, por lo que debe extenderse al máximo su alcance. Por otra parte, si la ciencia es un bien público del que se benefician los grupos sociales, éstos han de formar parte o influir en su proceso de orientación y acción, adoptando como normas los principios de justicia, libertad y bienestar.

La labor de la gobernanza deliberativo-pluralista de la ciencia es contribuir a que ésta se afiance como actividad social que intenta resolver determinados problemas. En otras palabras, la gobernanza destaca que la presencia de testigos con diferentes puntos de vista es la opción más acertada para la resolución de los problemas en los que la investigación científica tiene mucho que aportar. Por su parte, el saber práctico de los testigos debe ser ampliamente justificado para que así pueda ser teóricamente mezclado, procesado y unificado con el conocimiento académico especializado.

La contribución teórica de la gobernanza deliberativo-pluralista plantea abiertamente el debate sobre la relación entre ciencia y público y deja en evidencia que la divulgación de los científicos hacia los legos pocas veces ha sido considerada como parte del trabajo de la comunidad científica.

Esta propuesta no solamente incluye una explicación teórica de un nuevo funcionamiento en la construcción del conocimiento, sino que también propone como estrategia metodológica orientar los esfuerzos a través una herramienta plenamente institucionalizada como lo es la política científica y tecnológica, siendo ésta considerada el instrumento más idóneo para orientar y gestionar las actividades de este tipo. Así, nuestra propuesta amplía los criterios teórico-normativos de la organización de la política científica y tecnológica.

Al igual que otras concepciones teóricas del conocimiento, la gobernanza de la ciencia y la tecnología asume como fundamental la contextualización, la transdisciplinariedad y la robustez del conocimiento, pero además, pone acento en las estrategias de interacción, en los niveles administrativos de aplicación, en las etapas ex-ante de la planificación administrativa y en el tipo de lego que debe participar.

La nueva gobernanza de la ciencia y la tecnología es explicada a través del análisis pentagonal de la política de investigación científico-técnica en el que destaca la participación de un nuevo agente, el experto social.

La inclusión de este nuevo actor para la elaboración de la política científica considera una extensión de la cultura científica que trasciende las actividades ya institucionalizadas, es decir, se trata de una propuesta que va más allá de la comunicación del conocimiento a través del sector académico en su papel de divulgador formal de la ciencia y propone una participación activa de la ciudadanía o de grupos organizados y representados para que tomen parte en las decisiones políticas de este tipo.

La participación ciudadana en la nueva gobernanza de la ciencia significa extender los principios democráticos a este tipo de actividades a partir del reconocimiento y

la legitimación de los individuos y grupos organizados que justifican sus demandas, e intenta identificar a los representantes de las diversas instituciones u organizaciones que puedan ayudar a la resolución de problemas sociales. La convocatoria de este tipo de organizaciones promueve la proximidad entre los ciudadanos y las políticas de ciencia y tecnología y debilita el carácter meramente político de las mismas.

Bajo el esquema de funcionamiento democrático, la gobernanza deliberativo-pluralista destaca la conveniencia de valorar los aportes posibles que vengan desde los ciudadanos, considerando que una inclusión diversa para hacer políticas científicas la convierte en un proceso plural entre decisores y beneficiarios.

Al igual que la idea de democratización de la ciencia, el análisis pentagonal de la política científica se apoya en la diversidad cognitiva de agentes y pone en práctica metodologías debidamente adaptadas para la recogida de demandas, procesamiento de información y diseño de las políticas públicas en general.

La gobernanza deliberativo-pluralista considera la conjunción de los principios de la teoría democrática pluralista con los principios de la teoría democrática deliberativa y asume que:

Los ciudadanos tienen capacidad para actuar en términos de una justa cooperación en la orientación y elaboración de la política científica. A partir de una inclusión razonada, los participantes son requeridos para justificar mutuamente sus puntos de vista y exponen sus argumentos que, en principio, los otros participantes deberían aceptar como propuestas a debate.

Los ciudadanos participantes en el proceso deliberativo son libres de expresar sus argumentos y posiciones sin restricciones.

Los ciudadanos deben tener la oportunidad a comprometerse y participar en el proceso deliberativo.

La gobernanza deliberativo-pluralista asume la conveniencia de conjunción de los principios democráticos de la teoría democrática deliberativa y la teoría pluralista, ya que el funcionamiento, de manera independiente, de la democracia deliberativa se centra en ciudadanos como actores individuales que justifican su presencia a partir de una racionalidad dialogada, pero deja de lado las asociaciones que representan a la sociedad civil y que también pueden razonablemente justificar su inclusión en la toma de decisiones políticas. Cuando se aplica la teoría democrática deliberativa, se puede correr el riesgo de que la diversidad de los puntos de vistas de los participantes quede en un segundo plano, lo que viene a rescatar la teoría pluralista, que independientemente de las tendencias políticas y profesionales, lleva a cabo actividades que resultaría difícil realizar de manera individual. En este sentido, la teoría de la gobernanza deliberativo-pluralista rechaza las tendencias homogeneizantes tras la influencia de un particular punto de vista asociado a una cultura política dominante.

En conclusión, bajo este nuevo paradigma, las políticas y el conocimiento pasan de ser diseñadas por un sistema democrático representativo, a ser propuestas por un sistema de democracia directa en el que se aplican metodologías deliberativas que incluyen al público interesado en participar y con habilidades reconocidas para hacerlo. Y si bien, la gobernanza deliberativo-pluralista no ha de tomarse como la única y mejor opción de toma de decisiones, al menos debe ser considerada como una propuesta de trabajo que respeta el conocimiento objetivo de científicos, políticos y público y trata de combinarlos para alcanzar objetivos comunes.

Bibliografía

Arksey, Hilary (1998), *RSI and the experts, the construction of medical knowledge*. University College of London.

Atienza, J. y J. L. Luján (1997), *La imagen social de las nuevas tecnologías biológicas en España*, Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.

Bernal, J. D. (1979), *La ciencia en la historia* (Traducción de Eli Gortari), México: Nueva Imagen, 3ra Edición.

Broman, T. (2002), "Introduction: Some Preliminary Considerations on Science and Civil Sciences". Science and Civil Society. Lynn Nyhart and Thomas Broman (eds). Chicago: *Osiris*, 1-21.

Bush, V. (1945), *Science, The Endless Frontier. A Report to the President by Vannevar Bush, Director of the Office of Scientific Research and Development, United States Government Printing Office, Washington.*

COTEC (2004), *Percepción social de la ciencia y la tecnología. El sistema español de innovación. Situación en 2004.* Madrid: Fundación COTEC.

De Solla Price, D. (1963), *Little Science, Big Science*. New York: Columbia University Press.

Echeverría, J. (2003), *La revolución tecnocientífica*. Madrid: Fondo de Cultura Económica de España.

ERAB (2009) "European Research: experts call for a new renaissance". IP/09/1424. Disponible en: <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/09/1424&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en> (25 de mayo de 2010). (25 de mayo de 2010).

Estévez C, Betty (2010), *Gobernanza de la ciencia y la tecnología. Fundamentaciones teóricas y aplicaciones prácticas de la participación ciudadana*, Tesis doctoral, Dpto. Filosofía, UPV/EHU.

EURAB - European Research Advisory Board (2007). *Research and Societal Engagement. Final Report.*

- Disponibile en http://ec.europa.eu/research/eurab/pdf/eurab_07_013_june_%202007_en.pdf (noviembre de 2007).
- FECYT (2003), *Percepción social de la ciencia y la tecnología en España*. Madrid.
- FECYT (2005), *Percepción social de la ciencia y la tecnología en España-2004*. Madrid.
- FECYT (2007), *Percepción social de la ciencia y la tecnología en España-2006*. Madrid.
- FECYT (2009), *Percepción social de la ciencia y la tecnología en España-2008*. Madrid.
- Fiorino D. (1990), "Citizen Participation and Environmental Risk: A Survey of Institutional Mechanism". *Science, Technology and Human Values*, 15/2, 226-243.
- Funtowicz, S. y J. Ravetz (1993), "Science for the post-normal age". *Futures*, Septiembre, 739-755.
- García Font, J. (2000), *Historia de la ciencia*. Barcelona: Mra.
- Gibbons, M. et al (1997): *La nueva producción del conocimiento. La dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas*. Barcelona: Pomares
- Guerrero, R. (2002), "La divulgación científica en el siglo XX: de Wells a Gould". *Quark*, 26. <http://www.prbb.org/quark/26/default.htm> (junio de 2009).
- Hagendijk, R. P. (2004), "The public understanding of science and public participation in regulated worlds", *Minerva* 42, 41-59.
- Healey, Peter (2005), *Science Technology and Governance in Europe*. STAGE, Final Report. [http://www.stage-research.net/STAGE/documents/STAGE_Final_Report_final .pdf](http://www.stage-research.net/STAGE/documents/STAGE_Final_Report_final.pdf) (noviembre de 2006).
- Heler, M. (2004), *Ciencia incierta: la producción social del conocimiento*. Buenos Aires: Biblos.
- Iranzo J. M. y R. Blanco (1999), *Sociología del conocimiento científico*. CIS, Universidad Pública de Navarra.
- Jasanoff, Sheila (2003), "Technologies of Humility: Citizen Participation in Governing Science", *Minerva*, 41, 223-244.
- Jasanoff, Sheila (2004), "Science and citizenship: a new synergy", *Science and Public Policy*, 31/2: 90-4.
- Krohn, R. (1977), "Scientific Ideology and Scientific Process". En: E. Mendelsohn, P. Weingart y R. Whitley (eds.). *The social production of scientific knowledge*, Boston: D. Reidel Publishing Company.
- Kuhn, T. (1962), *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press, 2da. edición. Traducción al castellano en FCE: *La estructura de las revoluciones científicas*, 1970.
- Laird, F. (1993), "Participatory Analysis, Democracy, and Technological Decision Making". *Science, Technology, & Human Values*, 18/3, 341-361.
- Leydesdorff, L. y H. Etzkowitz (1996), "Emergence of a Triple Helix of University-Industry - Government Relations. Report of the conference in Amsterdam, <http://users.fmg.uva.nl/lleydesdorff/th1a/> (16 de febrero de 2005).

- Leydesdorff, L. y H. Etzkowitz (2000), The dynamics of innovation: from National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations, <http://users.fmg.unva.nl/lleydesdorff/rp2000/> (28 de junio de 2003).
- López Cerezo, J. A. y M. Cámara Hurtado (2005), "Apropiación social de la ciencia". En: FECYT, *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España*, 33-53.
- Luján J. L. y J. A. López Cerezo (2004), "De la promoción a la regulación. El conocimiento científico en las políticas públicas de ciencia y tecnología". En: J. L. Luján y J. Echeverría (eds.), *Gobernar los riesgos. Ciencia y valores en la sociedad del riesgo*, Madrid: Biblioteca Nueva.
- Mínguez C. (1986), *De Ockbam a Newton: La formación de la ciencia moderna*. Madrid: Cincel.
- Mokre, Monika y Sonja Puntsher (2007), From good Governance to Democratic Governance? A policy review of the first wave of European Governance research. Policy Review Series N° 2. European Commission. ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/citizens/docs/eur22094final_webok.pdf (junio de 2007).
- Mulkay, M. (1985), "La ciencia y el contexto social". En: L. Olivé et al (eds.). *La explicación social del conocimiento*. México: Universidad Autónoma de México.
- Muñoz, E., M. Plaza, D. Santos, J. Espinosa y G. Ponce (2006), "El espacio social de la ciencia y la tecnología: Percepción, comunicación y difusión". En: J. Sebastián y E. Muñoz (eds.). *Radiografía de la investigación pública en España*. Madrid: Biblioteca Nueva, 409-456.
- Navarro, V. (2004), *Historia de la ciencia*. Madrid: Colección Austral, Espasa.
- Nowotny, Helga (1999), "The place of People in Our Knowledge: Towards local objectivity and socially robust knowledge", *European Review*, 7/2, 247-262.
- Nowotny, Helga, P. Scott y M. Gibbons (2003), "'Mode 2' Revisited: The New Production of Knowledge", *Minerva* 41, 179-194.
- O'Connor, M. (1999), "Dialogue and debate in a post-normal practice of science: a reflection", *Futures* 31, 671-687.
- Ordóñez, J. (2003), *Ciencia, tecnología e historia*. Madrid: Fondo de Cultura Económica de España.
- Ordóñez, J. (2004), *Historia de la ciencia*. Madrid: Colección Austral, Espasa.
- Rampton, S. y J. Stauber (2001), *Trust us, we're Experts! How industry manipulates science and gambles with your future*. New York: Tarcher/Putnan.
- Ravetz, J. (2004), "The post-normal science of precaution", *Futures* 36, 347-357.
- Sánchez Ron, J. M. (1998), *Falsos mitos: ciencia versus tecnología*, Madrid: Fundación Repsol.
- Sánchez Ron, J. M. (2005), "Edad contemporánea", en: J. Ordóñez, V. Navarro y J. M. Sánchez Ron (eds.) *Historia de la ciencia*, 2da Edición, Madrid: Espasa, 427-625.
- Shapin, S. (2000), *La revolución científica. Una interpretación alternativa*. Barcelona: Ediciones Paidós.
- Solís, C. (1994), *Razones e intereses. La historia de la ciencia después de Kuhn*. Barcelona: Ediciones Paidós.

Solís, C. y M. Sellés (2005), *Historia de la ciencia*. Madrid: Espasa.

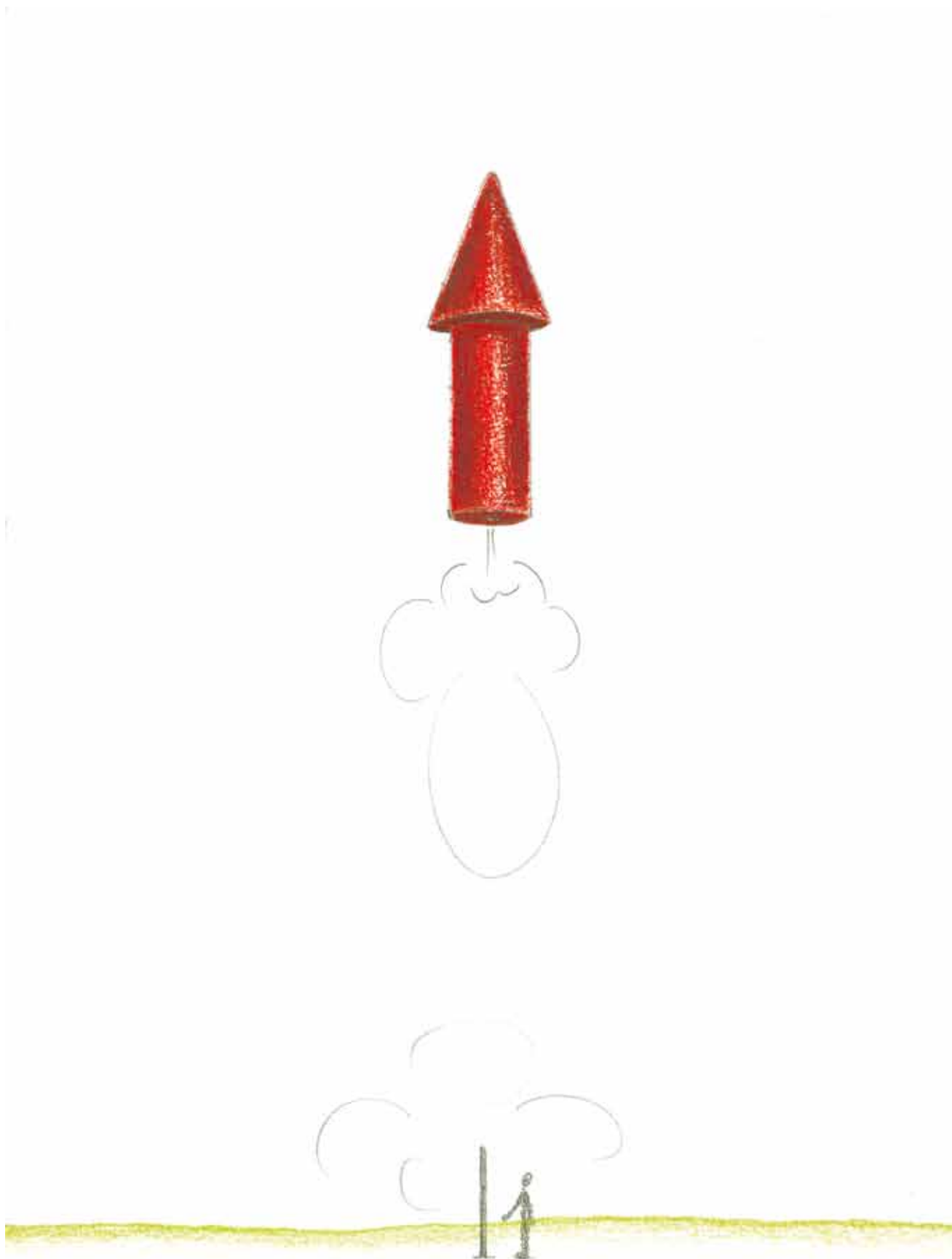
Stirling, A. (2006), *From Science and Society to Science in Society: Towards a framework for 'Co-operative Research'*. Report of a European Commission Workshop. Governance and Scientific Advice Unit of DG RTD, Directorate C2. SPRU.

Weinberg, A. (1961), "Impact of large-scale science on the United States", *Science*, 134.

Wynne, B. (1995), "Public Understanding of Science". En: Sheila Jasanoff *et al.* (eds.) *Handbook of Science and Technology Studies*. London: Sage Publications, 361-388.

Ziman, J. (1980), *La fuerza del conocimiento. La dimensión científica de la sociedad*. Madrid: Alianza Editorial.

Ziman, J. (1998), *Real science: what it is, and what it means*, Cambridge University Press (*¿Qué es la ciencia?* Madrid: Cambridge University Press, 2003).





COHETE

Técnica mixta

Frank Vélez Penagos