

La cultura científica como fundamento epistemológico de la comunicación pública de la ciencia*

Scientific Culture as an Epistemological Foundation for Public Communication of Science

Óscar Montañés Perales

Facultad de Filosofía de la Universidad de Salamanca
om@usal.es

Fecha de aceptación definitiva: 3-noviembre-2010

* Este artículo está basado en la tesis doctoral del autor, realizada bajo la dirección de Miguel Ángel Quintanilla Fisac, con la ayuda de una beca concedida por el Gobierno de Navarra y defendida en la Universidad de Salamanca en 2010. La tesis fue desarrollada en el marco de los proyectos: *La difusión de la cultura científica y tecnológica: modelos teóricos, estudios de casos y diseño de indicadores* (HUM2006-04964) y *Ciencia y público: fundamentos epistemológicos y sociopolíticos de la comunicación pública de la ciencia* (BFF2002-04454-C10-08), del Ministerio de Educación y Ciencia, y del Ministerio de Ciencia y Tecnología del Gobierno de España.

Resumen

En el artículo se presenta un análisis del campo de la comunicación pública de la ciencia visto desde el prisma de la comprensión pública de la ciencia. Nuestro propósito es analizar los problemas epistemológicos de la comunicación pública de la ciencia, y la cuestión principal a dilucidar versa sobre el tipo de conocimiento implicado en la comprensión y la comunicación pública de la ciencia. Se revisan los fundamentos y las implicaciones de los dos principales modelos teóricos de la comprensión pública de la ciencia aplicados al ámbito de la comunicación. Finalmente se propone un modelo de comunicación basado en una noción particular de cultura científica que permita una nueva aproximación teórica y práctica a la comprensión y la comunicación pública de la ciencia.

Palabras clave: comprensión pública de la ciencia, comunicación pública de la ciencia, problemas epistemológicos, popularización de la ciencia, alfabetización científica, cultura científica.

Abstract

In this paper we present an analysis of the field of public communication of science seen through the prism of public understanding of science. Our purpose is to analyze the epistemological problems of public communication of science and to clarify a main issue concerning the kind of knowledge involved in understanding and public communication of science. We review the fundamentals and implications of the two main theoretical models of public understanding of science applied to the field of communication. Finally, we propose a communication model based on a particular notion of scientific culture to enable a new theoretical and practical approach to understanding and public communication of science.

Key words: *public understanding of science, science communication, epistemological problems, popular science communication, scientific literacy, scientific culture.*

1. Introducción

1.1. Modelos de comprensión y de comunicación pública de la ciencia

Si el origen de los estudios sobre comprensión pública de la ciencia –incluidos dentro de los análisis de percepción pública de la ciencia– se puede situar en la década de 1950, y el inicio de su realización sistemática

en la de 1970, la institucionalización de la reflexión teórica sobre los mismos no se produjo hasta la década de 1980. Hasta entonces, los presupuestos conceptuales implícitos en estos estudios giraban en torno a una serie de principios que estructuraban las encuestas partiendo de una concepción en la que se otorgaba la máxima importancia a la alfabetización científica cívica y a su cuantificación¹.

A pesar del protagonismo y de la gran influencia que esta concepción ha tenido desde sus inicios, a lo largo de los últimos veinte años han aparecido en escena otras propuestas alternativas en el ámbito de la comprensión pública de la ciencia. Es necesario advertir que nos encontramos ante un campo de investigación tan reciente que no siempre resulta sencillo determinar con precisión algunas de las fronteras que separan unas líneas de investigación de otras, debido, en buena medida, a los solapamientos que, implícita o explícitamente, se producen entre ellas. Sin embargo, hecha esta puntualización, conviene aclarar que en la literatura sobre el tema se ha convertido en lugar común distinguir dos modelos teóricos dominantes bien diferenciados, al menos en lo que respecta a los presupuestos conceptuales de los que parten y a la metodología que emplean.

El primero de ellos, conocido como el «modelo del déficit cognitivo», es el modelo asociado al modo de entender la comprensión pública de la ciencia propio de los estudios cuantitativos. Conviene destacar que hablamos expresamente de déficit cognitivo, puesto que posteriormente han surgido otras propuestas que se han centrado en la existencia de otros tipos de

1. En el año 1975 B. S. P. Shen sugirió la utilidad de distinguir tres categorías distintas de alfabetización científica: práctica, cívica, y cultural. Algún tiempo después, en 1983, Jon D. Miller –principal responsable desde 1979, y durante veinte años, de la elaboración de los estudios de comprensión y actitudes hacia la ciencia en los *Science Indicators*– adoptaría la segunda de ellas y comenzó un trabajo de conceptualización y cuantificación de la misma. Miller propuso la definición de la alfabetización científica cívica que se ha mantenido vigente en las encuestas hasta la actualidad –con la introducción de algunas modificaciones en años posteriores. Definió la alfabetización como un constructo constituido por tres dimensiones sobre las que determinar el umbral mínimo a partir del cual se puede considerar que un individuo posee la competencia suficiente para poder leer las informaciones sobre política científica publicadas en los medios de comunicación –como en la sección semanal de ciencia del *New York Times*. La importancia de la adquisición de dicha competencia estribaría en que permitiría comprender los argumentos en liza de una determinada disputa o controversia, dado que, según este autor, es en una controversia política cuando la alfabetización científica cívica se vuelve funcional. Las tres dimensiones a las que se refiere son, en primer lugar, un vocabulario básico de términos y conceptos científicos, en segundo lugar, la comprensión de los procesos o de las bases empíricas de la ciencia, y por último, la conciencia del impacto de la ciencia y la tecnología sobre los individuos y la sociedad (SHEN, 1975; MILLER, J., 1998).

déficits. Los partidarios del segundo modelo teórico, el denominado «enfoque contextual», restan importancia a la adquisición por parte del público de conocimientos científicos, instan a la participación de éste en procesos que generen confianza pública, y privilegia los aspectos institucionales y sociales como medios de negociación de esa confianza. Además, tienden a restringir el campo de acción de la comprensión pública de la ciencia a ciertas cuestiones que afectan a la vida cotidiana, y a temáticas relacionadas con el riesgo y con casos que generan controversia, reduciendo así la superficie de contacto entre el público y la realidad científica².

Creemos que lo más adecuado es entender ambos planteamientos como los extremos de una línea en la que se emplazarían representaciones intermedias inspiradas por ellos, puesto que a pesar de que habitualmente se presentan como líneas independientes, los dos proporcionan elementos útiles y necesarios para analizar la comprensión pública de la ciencia desde una perspectiva global. Por lo tanto, consideramos que abordar el tema desde cualquiera de las dos posiciones ancladas en los extremos de la línea, dará como resultado una imagen incompleta. Sin embargo, una vez dicho esto, para los propósitos de nuestro análisis, resultará más práctico, en principio, presentar ambos modelos teóricos como posiciones diametralmente opuestas, subrayando las principales diferencias que los separan. Pero antes de hacerlo, si nos situamos más allá de esta rígida separación, observamos que

2. Aunque existen otras propuestas, hemos optado por centrar nuestra exposición en los dos modelos más relevantes de la comprensión pública de la ciencia, puesto que consideramos que mediante estos se puede dar buena cuenta del resto de subdivisiones. Por ejemplo, John Durant distingue tres enfoques de la alfabetización científica –a la que identifica con la comprensión pública de la ciencia–, diferenciados entre sí por que cada uno de ellos enfatiza la importancia de un aspecto diferente de la ciencia: a) alfabetización científica centrada en la comprensión de los conocimientos científicos consolidados –de hechos o de manual–, b) alfabetización científica centrada en los procedimientos de la ciencia, y c) alfabetización científica centrada en la ciencia como práctica social, en sus estructuras sociales o institucionales. Los dos primeros enfoques formarían parte del primero de los modelos que nosotros presentamos, el modelo del déficit, y el tercero se incluiría dentro del segundo modelo expuesto aquí, el modelo contextual.

John Ziman menciona un tercer modelo –al que denomina «modelo de la elección racional»–, en el que la mejora de la comprensión pública de la ciencia se justificaría por razones utilitaristas, de modo que lo que la gente debería saber de la ciencia es aquello que se necesita para ser un buen ciudadano, o incluso para sobrevivir, en una cultura muy determinada por ella. Así pues, se priorizan aquellos conocimientos que resultan relevantes en la vida de la gente a la hora de tomar decisiones prácticas. Se trata de un modelo que puede ser entendido como una variante del modelo del déficit, en el que el criterio de selección de los conocimientos científicos en cuestión vendría dado por su carácter práctico (DURANT, 1993; ZIMAN, 1992).

los últimos veinte años se caracterizan por la emergencia de diversas contribuciones teóricas y prácticas a la investigación sobre percepción pública de la ciencia. En unos casos, impulsadas por la idea de combatir nociones postuladas previamente, y en otros, con la intención de complementar y mejorar enfoques anteriores. Sea como sea, alejando la mirada de los dos extremos mencionados, podríamos afirmar que el panorama real que divisamos –independientemente de la cercanía a uno u otro– es el de un conjunto desordenado de aportaciones, caracterizadas por la ausencia de un marco teórico global. No nos referimos en este caso a un marco teórico sobre la noción de *comprensión pública de la ciencia*, sino a uno más amplio que serviría de fundamento a ésta, y que tendría como objetivo constituir una estructura teórica de referencia –en la que se incluyan los diferentes elementos que configuran la comprensión pública de la ciencia–, no solo para dotar de sentido a las distintas propuestas, sino para poder distinguir claramente el valor y la función de sus aportaciones al conjunto en su totalidad.

A nuestro juicio, la noción de *cultura científica y tecnológica* (o de forma abreviada *cultura científica*), tal y como la presentaremos más adelante, proporciona un marco semejante.

Si concebimos los dos modelos teóricos como sendas corrientes que recorren el subsuelo de la comprensión pública de la ciencia, es posible interpretar los enfoques o paradigmas prácticos que se han desarrollado en la superficie –o en el terreno de los resultados prácticos– en función de la influencia de uno y otro, o, mejor aún, es posible sintetizar, recurriendo a estos paradigmas, el proceso de transición que ha tenido lugar en las dos últimas décadas de un modelo a otro. En este sentido Bauer, Allum, y S. Miller han identificado tres paradigmas principales en el ámbito de la comprensión pública de la ciencia: «alfabetización científica», «comprensión pública de la ciencia», y «ciencia y sociedad»³. A su vez, D. Barben presenta una distinción alternativa basada en la noción de aceptación de la ciencia y la tecnología:

3. Estos autores presentan los tres paradigmas no tanto como enfoques prácticos sino teóricos, no obstante nosotros consideramos más oportuno concebirlos como una manifestación práctica de los dos modelos citados. El primero de ellos se sustenta en el modelo del déficit, y se localizaría entre la década de 1960 y mediados de los años ochenta. El segundo, también sigue las pautas conceptuales y metodológicas del modelo del déficit, pero ya asume algunas de las críticas de carácter teórico enunciadas por el modelo contextual, e iría desde 1985 hasta mediados de los años noventa. Por último, el tercer paradigma se sustenta en el modelo contextual, y se situaría entre mediados de los noventa y la actualidad.

«percepción del riesgo», «comunicación del riesgo», y «comprensión pública de la ciencia y la tecnología» (Bauer, Allum, y S. Miller, 2007; Barben, 2010). Pero nuestra pretensión aquí no es presentar las características que definen a uno y otro modelo o a sus paradigmas prácticos, sino analizar la influencia que han ejercido sobre las prácticas de comunicación científica dirigidas al público. Posteriormente definiremos un marco teórico relacionado con una concepción particular de la cultura científica, que propondremos como la estructura sobre la que encajar aquellos aspectos de los distintos enfoques que constituyan una aportación valiosa a la comprensión y a la comunicación pública de la ciencia, dentro de los presupuestos que configuran dicho marco.

2. Implicaciones del modelo del déficit y del modelo contextual en la comunicación pública de la ciencia

Nuestro objetivo en este apartado no es ofrecer una perspectiva de ambos modelos restringida al análisis de los postulados que presentan como los principios rectores que deben gobernar el estudio de la comprensión pública de la ciencia y de las relaciones que se establecen entre el público y la ciencia, sino dilucidar cómo se aborda el problema de la comunicación pública de información relacionada con la ciencia desde ambas propuestas⁴. En la actualidad, el modelo de transmisión de conocimiento científico al público

4. Bruce Lewenstein ha distinguido cuatro modelos de comunicación; el modelo del déficit, el modelo contextual, el modelo del lego experto, y el modelo de la participación pública. El primero de ellos se identificaría con el modelo del déficit tal y como se expone aquí. En nuestra presentación, los otros tres modelos de los que habla Lewenstein, se integran dentro del modelo contextual de la comunicación pública de la ciencia, puesto que, aunque los tres poseen sus propias particularidades prácticas, tienen su origen en el modelo contextual de la comprensión pública de la ciencia. Aunque Lewenstein define el modelo contextual como una extensión del modelo del déficit, advierte que en aquel el público es concebido de una forma más compleja –no ya como una pizarra en blanco o un mero receptor pasivo de información–, de ese modo, en los procesos de transmisión de información se tendrían en cuenta aspectos psicológicos y sociales que intervendrían en la respuesta del público como consecuencia de sus experiencias previas, su contexto cultural, y sus circunstancias personales. Los críticos de esta versión del modelo contextual, han afirmado que identifica la comprensión pública de la ciencia con actitudes positivas hacia la ciencia, por lo que han vinculado este modelo de comunicación, al igual que el anterior, a los intereses de la comunidad científica. El modelo del lego experto enfatiza la importancia del conocimiento local que poseen los legos en ciertas circunstancias, y supone que puede ser tan relevante como el conocimiento experto a la hora de resolver ciertos problemas (LEWENSTEIN, 2003). Brian Trench distingue tres modelos: déficit, diálogo y participación. El segundo de ellos se identifica en nuestra exposición con el modelo contextual, mientras que el

asociado al modelo del déficit continúa siendo el que más arraigo tiene entre los medios de comunicación. No obstante, durante los últimos años se están implantando en la sociedad otras prácticas de comunicación que, desde el modelo contextual, se presentan como una alternativa, si bien es cierto que su difusión es mucho menor que las prácticas comunicativas basadas en los preceptos del primer modelo.

A lo largo de los dos puntos siguientes, además de analizar las interconexiones de ambos modelos con la comunicación pública de la ciencia, expondremos las consecuencias que de ellas se derivan. Para hacerlo será necesario profundizar en los presupuestos teóricos de uno y otro.

a. *El modelo del déficit y la comunicación pública de la ciencia*

El modelo del déficit se vincula a las tradiciones clásicas de la comprensión y de la comunicación pública de la ciencia –también denominadas «*PUS tradicional o positivista*», «*posición dominante de la popularización*», «*tradición de la alfabetización científica y la investigación basada en la audiencia*», o «*explicación canónica de la comunicación pública de la ciencia*». Christopher Dornan sitúa el origen de la reflexión teórica implícita en la posición dominante de la popularización, en el momento de la publicación del libro de Hillier Krieghbaum *Science and the mass media* (1967). Una obra que, según Dornan, abriría el camino a otros trabajos en los que sus autores reiteraban lo dicho por Krieghbaum, contribuyendo así a consolidar un clima de consenso generalizado y duradero en torno al tema (Hilgartner, 1990; Michael, 2002; Logan, 2001; Bucchi, 1996; Dornan, 1990). Desde el prisma de este modelo, el conocimiento científico además de ser descrito como consolidado y definitivo, se concibe como un flujo unidireccional que va desde la comunidad científica, pasando por la prensa, hasta los ciudadanos. Se centra principalmente en la transmisión de contenidos formales del conocimiento científico y, en menor medida, en la de los métodos y procesos de la ciencia. Por lo tanto, si la ciencia es vista como un cuerpo de conocimiento bien definido, el público será juzgado en función de los conocimientos de

tercero equivaldría a la puesta en práctica de algunas de las directrices pautadas por el modelo contextual (TRENCH, 2008).

este tipo que posea, dado que se presupone que tiene una deficiencia de conocimiento científico que es necesario subsanar (Durant, Evans, y Thomas, 1992). A juicio de Alan Gross, mediante la comunicación asociada a este modelo no se trata de persuadir, ni de generar confianza, sino de lograr un mayor reconocimiento de la ciencia, puesto que se asume que el público ya está convencido y confía en su valor. Estamos ante un modelo asimétrico que implica un público pasivo, por lo que en la comunicación se produce una adaptación de los hechos y métodos de la ciencia al conocimiento limitado del público, teniendo, dicha comunicación, únicamente la función cognitiva de transmitir conocimiento, dejando de lado aspectos éticos o políticos.

El modelo parte de una problematización de los procesos cognitivos y capacidades del público, pero no tiene en cuenta la situación concreta de éste, y centra su atención en el estado de la ciencia, que entiende como no problemático. Si la metodología asociada en este modelo a la evaluación de la comprensión de la ciencia es la realización de encuestas, la metodología asociada a la evaluación de la comunicación será el análisis de contenido de los medios. Ambos métodos servirían para constatar el bajo nivel de comprensión del público y las deformaciones características del tratamiento de la información científica en los medios de comunicación, e indicarían el camino a seguir según este modelo; a saber: la mejora de la adaptación del conocimiento científico en los medios de comunicación (Gross, 1994; Wynne, 1995; Dornan, 1990; Bucchi, 1996). Se aspira a traducir con la mayor precisión posible el lenguaje de la ciencia a un lenguaje más sencillo y accesible al público. Fundamentalmente la atención recae sobre los aspectos técnicos de la ciencia y se relega a un segundo plano el contexto social en el que se desarrolla el conocimiento científico y sus implicaciones sociales. Se cree que una comunicación de la ciencia más efectiva redundaría en beneficio de la institución y de la comunidad científica, puesto que este modelo está atravesado por la idea de que la ignorancia científica del público representa un problema para la ciencia, dado que los científicos en las sociedades democráticas dependen en un alto grado de la buena voluntad pública en temas relacionados con la financiación y el apoyo a la investigación. La identificación de un mayor nivel de conocimiento con actitudes favorables hacia la ciencia y, por ende, con un aumento de la financiación, implica la necesidad de habilitar los medios oportunos destinados a reducir la ignorancia y a combatir las dudas, los temores, y las actitudes anticientíficas, tan perjudiciales para la ciencia. Según Brian Wynne, este

enfoque, al equiparar la comprensión de la ciencia con un mayor apoyo y reconocimiento, asume que la oposición a –o la ignorancia pública– de un programa vinculado a la ciencia, se debe a una mala comprensión, por ello dirige sus esfuerzos a medir, explicar, y buscar soluciones a esta carencia concreta, sin tener en cuenta otros aspectos vinculados a las implicaciones sociales (Weigold, 2001; Wynne, 1995).

Mike Michael asocia esta concepción con la noción de *democracia desarrollista* definida por David Held, en la que se resalta la función de las instituciones democráticas en la formación de ciudadanos participativos. En el caso que nos ocupa, el Estado y sus agentes mejorarían las capacidades políticas de los ciudadanos aumentando su alfabetización científica. A su vez, considera que concebir al público como un conjunto de individuos que se limita a asimilar conocimiento, implica un tratamiento mecanicista del individuo, al asemejarlo a un procesador de información o a un depósito cognitivo en el que almacenar la información necesaria, dado que en este modelo la transmisión de dicha información –mediante el flujo unidireccional del conocimiento producido y validado por la ciencia–, se identifica con un proceso de *comprensión* puramente intelectual (Michael, 2002).

Greg Myers sintetiza en cinco puntos los presupuestos que subyacen a dicho proceso de comunicación –en el que se propone la traducción de la información científica como consecuencia de la delimitación de dos discursos separados, uno perteneciente al ámbito de las instituciones científicas, y otro externo a ellas: a) la autoridad en el ámbito de la ciencia reside en los científicos y en las instituciones científicas, b) respecto a los temas científicos, la esfera pública equivale a una pizarra en blanco en la que los científicos escriben sus conocimientos, c) la transmisión de conocimiento es unidireccional, desde la ciencia a la sociedad, d) el conocimiento científico es información contenida en una serie de afirmaciones escritas, y e) en el proceso de traducción, esta información no solo cambia su forma textual, sino que es simplificada, deformada, exagerada, y enmudecida (Myers, 2003).

Christopher Dornan afirma que aunque desde la posición dominante de la popularización se admite la existencia de distorsiones en la cobertura de la ciencia, éstas no suelen atribuirse a la existencia de determinados intereses. De modo que se asocia la causa de las deficiencias a las dificultades estructurales derivadas del intento de reconciliar las exigencias de la ciencia con las del periodismo. Esto daría lugar al afán de alcanzar la máxima precisión en las informaciones mediante el intento de documentar la distorsión

sistemática y de explorar los factores que las suscitan. Las dos principales fuentes de distorsión de la cobertura científica que se apuntan, son el problema de la traducción y el peligro del sensacionalismo. Unas causas que, según este autor, no han sido analizadas en profundidad (Dornan, 1990; Dornan, 1989). Por otro lado, Dornan también señala la existencia de una incipiente corriente crítica –cuyos miembros aspiran a la mejora de la popularización de la ciencia– en el seno de la posición dominante. Según dicha corriente, la prensa, lejos de desconocer o distorsionar la ciencia, y como consecuencia de las relaciones establecidas entre periodistas y científicos, contribuiría a fomentar y proteger los intereses del estamento científico. De modo que el éxito de las iniciativas de comunicación científica no redundaría necesariamente en beneficio del público. Nos encontraríamos ante una crítica que apela no tanto a una revisión de los fundamentos del discurso académico sobre ciencia y medios de comunicación, sino al endurecimiento de los estándares periodísticos en aras de alcanzar la máxima precisión en las representaciones (Dornan, 1990).

Por último, este autor realiza un diagnóstico crítico de la posición dominante, y sostiene que a pesar de la enorme influencia ejercida por ella en el ámbito de la popularización de la ciencia, las premisas en las que se funda han sido asumidas sin previa demostración. Además, a pesar de estar basada en un discurso prescriptivo, no habría logrado materializarse en un periodismo científico sólido, capaz de despertar el interés popular. Se trataría por tanto, de una posición muy consolidada tanto en el ámbito académico como en el profesional, movida por dos asunciones fundamentales –el conocimiento científico que poseen los legos es insuficiente, y la cobertura de la prensa resulta inadecuada– y dirigida a cumplir una labor ideológica:

Actúa continuamente para reforzar la comprensión de la ciencia, tradicional, heroica, y positivista, como una vía segura de acceso a lo real –una forma de entender la ciencia que no solamente ha sido seriamente puesta en duda por la filosofía de la ciencia, sino que ha sido identificada desde la teoría social como una ideología crucial para el funcionamiento de la sociedad capitalista de los últimos tiempos (Dornan, 1990, p. 65).

Continuando con la corriente crítica de este modelo de comunicación, destaca de un modo especial Stephen Hilgartner, que le atribuye una serie de problemas conceptuales y lo considera una explicación excesivamente simplificada del proceso de popularización de la ciencia. Afirma que una

concepción de la popularización en la que el conocimiento científico legítimo es exclusivo del dominio de los científicos –de manera que los políticos y el público solo pueden captar representaciones simplificadas–, proporciona a los científicos, y a quienes derivan su autoridad de la ciencia, una serie de recursos retóricos que, al mismo tiempo que les permiten interpretar la ciencia para quienes no son científicos, les allanan el terreno para mantener la jerarquía social de experto, autorizándoles para determinar las simplificaciones o traducciones que son apropiadas y las que no. De esta manera los expertos científicos disfrutaban de un amplio margen de maniobra en el terreno del discurso público, al estar legitimados para ofrecer al público sus propias representaciones simplificadas, cuando les conviene para sus propósitos, y desacreditar como distorsiones otras representaciones (Hilgartner, 1990).

Este autor detecta tres problemas, el primero de ellos hace referencia a la nítida distinción que se establece entre conocimiento genuino y conocimiento popularizado. Según él, no resulta tan sencillo delimitar una frontera entre ambos, puesto que el conocimiento científico se presenta en muchos contextos, y en algunos de ellos los trazos de la frontera se desvanecen. Además, ilustra su posición distinguiendo dos sentidos o corrientes en los contextos en los que el conocimiento científico es comunicado: *upstream* y *downstream*, lo que introduce la noción de bidireccionalidad en el proceso de comunicación. En sus propias palabras:

El hecho es simplemente que la popularización es una cuestión de grado. La frontera entre la ciencia real y la ciencia popularizada puede ser trazada en varios puntos dependiendo de los criterios que uno adopte, y estas ambigüedades dejan alguna flexibilidad en cuanto a qué calificar como «popularización» (Hilgartner, 1990, p. 528).

El segundo problema hace referencia a la distinción que se establece entre «simplificación adecuada» y «distorsión», una delimitación que, a juicio de este autor, no está nada clara en muchos casos, y que exige responder a preguntas cuyas respuestas dependen de opiniones relacionadas con lo que es considerado suficientemente bueno en circunstancias determinadas. El último de los problemas está vinculado a los usos políticos de la popularización. Circunscribir el conocimiento científico genuino a un dominio exclusivo de los científicos, al que no puede tener acceso el público, facilita la autoridad epistémica de estos frente a los posibles desafíos de los intrusos. Además, esta concepción proporciona a los expertos una serie de herramientas

conceptuales y retóricas para representar la ciencia al público. Los expertos gozan de una amplia flexibilidad para determinar si las representaciones simplificadas del conocimiento científico que realizan, son adecuadas o, por el contrario, son distorsiones. En muchas ocasiones, dichas representaciones no son políticamente neutrales y tienen como objetivo obtener el apoyo del público, otras veces, en su propio beneficio, califican de distorsiones a las representaciones elaboradas por periodistas, otros científicos, políticos, el público, etc., como puede suceder en casos de controversias científicas.

b. *El modelo contextual y la comunicación pública de la ciencia*

El modelo contextual –también denominado «*PUS crítica o interpretacionista*», o «*modelo interactivo de la ciencia*»– surgió en la segunda mitad de la década de 1980 con el propósito de ofrecer una visión de la relación entre ciencia y público distinta a la del anterior modelo (Michael, 2002; Logan, 2001). Las principales influencias de las que se nutre esta tradición provienen de la sociología del conocimiento científico, la historia, y la filosofía, así como de las investigaciones en ciencia política, en comunicación de masas, y en opinión pública⁵.

En el año 1989 Dornan se refería al tratamiento habitual que se había dado a la investigación científica desde el ámbito teórico de la comunicación relacionado con la popularización de la ciencia, y al hacerlo ponía de manifiesto la línea que estaba siguiendo el nuevo modelo:

Durante las dos décadas pasadas hemos asistido a una revaluación ampliamente fundamentada de la investigación científica –desde sus fundamentos filosóficos y desarrollo histórico, pasando por la sociología de su lugar de trabajo, hasta su influencia en cuestiones políticas y económicas. Sin embargo, esta revaluación no ha sido muy seguida por aquellos que investigan la representación de la ciencia en los medios de comunicación. De hecho,

5. Dornan cita dos trabajos que, en cierta medida, podrían concebirse como pioneros de esta corriente, dado que anticiparon algunas de las ideas defendidas posteriormente por los partidarios de la misma. El primero de ellos, «*Science, technology and bureaucratic domination: television and ideology of scientism*», fue escrito por Robert G. Dunn en 1979, y el segundo, «*Science on TV: a critique*», lo escribieron conjuntamente Carl Gadner y Robert Young en 1981 (DORNAN, 1989).

todo lo contrario: la mayor parte de los comentarios sobre «ciencia y medios de comunicación» continúa atrapada dentro de la forma clásica de entender la ciencia como una empresa prístinamente racional. Dichos comentarios se centran en las deficiencias de los medios a la hora de comunicar a los legos los procesos y resultados de la investigación científica (Doman, 1989, p. 101).

Los partidarios de este modelo consideran que la comprensión intelectual del conocimiento científico por parte del público constituye una pequeña parte de los factores que intervienen en la relación ciencia-público. Por ello proponen un cambio de perspectiva a la hora de abordar la cuestión y reivindican la necesidad de tener en cuenta cómo la gente entra en contacto con la ciencia socialmente, no en abstracto ni de forma meramente cognitiva⁶. De este modo vinculan la comprensión del público, entre otras cosas, con la interpretación de relaciones sociales, con opiniones sobre la veracidad de las fuentes de conocimiento, y con la negociación de identidades sociales. En lugar de limitarse a los contenidos, métodos y procesos de la ciencia, dirige la mirada principalmente a sus formas de inserción institucional, patrocinio, organización, y control, teniendo en cuenta las incertidumbres que son propias de la empresa científica —especialmente cuando tiene que ser aplicada a contextos particulares— y la idea de que la ciencia no puede separarse de sus conexiones sociales e institucionales. Este marcado interés por el contexto cultural e institucional de la comprensión pública de la ciencia y por la dimensión social que forma parte de toda experiencia de la ciencia, incluye tanto las respuestas del público hacia ella como las representaciones que los científicos tienen de la misma y de su audiencia, puesto que se cree que es muy necesario que los científicos y las instituciones científicas comprendan mejor a sus distintos públicos, y sean conscientes del conocimiento que poseen sus audiencias, de sus propias suposiciones sobre ellas, y de los contextos en los que estas se encuentran. Teniendo presente lo anterior, en algunos casos, lo que podría considerarse como una carencia

6. Helga Nowotny analizó cinco contextos diferentes en los que la ciencia y el público entran en contacto, con el propósito de mostrar que los límites que separan a estos dos últimos y los discursos que estructuran dichos espacios públicos, son muy fluidos y contingentes. A su juicio, se ha producido una ampliación del espacio en el que la ciencia y el público se encuentran, de modo que en todos los espacios que presenta se habrían ido desdibujando las fronteras tradicionales que separaban el conocimiento experto del conocimiento lego. Como consecuencia de esta circunstancia, no solo se produce una transformación del conocimiento público de la ciencia, sino también del propio conocimiento científico y tecnológico (NOWOTNY, 1993).

de comprensión de la ciencia desde el modelo del déficit, desde este modelo podría calificarse como comprensión de la ciencia (Wynne, 1992).

La inclusión, en el contexto social en el que se aplica el conocimiento científico, del modo en que las diferentes personas entran en contacto con él, atañe especialmente a los denominados públicos locales legos, con su bagaje de conocimientos, habilidades, e intereses involucrados en las condiciones culturales locales. Es por ello que la generación de nuevo conocimiento público sobre la ciencia se entiende como el establecimiento de un diálogo y no como la transmisión unidireccional de conocimiento. Tanto el conocimiento científico como el conocimiento lego se consideran en gran medida locales, en el sentido de que todo conocimiento estaría estructurado por sus respectivas condiciones culturales y sociales locales, y se entiende que la posición de privilegio que ha ocupado el primero de ellos ha determinado el tipo de transmisión de conocimiento expuesto en el modelo anterior. Por lo tanto, al tener en cuenta cómo afecta el conocimiento científico a las identidades culturales y a las comunidades locales, y cómo se representa en ellas, en este modelo a diferencia del anterior, se reconocen las distintas formas de compromiso que los individuos y grupos pueden tener con la ciencia en una variedad de contextos.

A modo de resumen, Sturgis y Allum sintetizan en dos categorías los dominios del conocimiento considerados como más relevantes en el modelo contextual. La primera, el «conocimiento institucional de la ciencia», se refiere a las relaciones institucionales, políticas, y económicas en las que está inmersa la ciencia, a sus mecanismos reguladores, y al desarrollo de la política científica. La segunda, el «conocimiento local», se refiere a la forma en que están conectadas las aplicaciones específicas de la ciencia o la tecnología, con las prácticas cotidianas en contextos particulares, teniendo en cuenta también cómo aplica la gente el conocimiento científico en su entorno local.

Por lo que respecta al proceso de comunicación, se concibe de tal forma que el flujo del conocimiento científico no va siempre desde los expertos a los legos, pudiendo ser también bidireccional o multidireccional. Se trata de una comunicación que, al pretender superar la mera transmisión de conocimientos científicos, otorgará un papel muy relevante a los aspectos políticos y éticos, y no se limitará a la transmisión de conocimiento científico consolidado, sino que se ocupará también de aspectos de la ciencia sujetos a controversia e incertidumbre. En este sentido, se plantea que la información que debe transmitirse al público para que éste pueda tomar sus decisiones,

tiene que estar dirigida no tanto a que aprenda conocimientos científicos, si no a que conozca otros aspectos que forman parte de la ciencia, como su funcionamiento interno y su papel político, viendo la ciencia como una actividad desarrollada por expertos más que como un conocimiento cierto. En el trasfondo de este planteamiento subyace la idea según la cual, si ni siquiera los propios científicos en muchas ocasiones son capaces de llegar a un acuerdo mediante más conocimientos y experimentos, cuando están en juego ciertos temas sujetos a controversia, resultaría ingenuo pensar que el público puede alcanzar esos acuerdos a base de la mera transmisión de conocimientos. Por ello, la información que se le debería facilitar, no tendría que ver tanto con contenidos concretos de la ciencia como con las distintas relaciones que se establecen entre los expertos mismos, y también con aquellas que se establecen entre estos y los políticos, los medios de comunicación, y el público⁷.

7. Leon E. Trachtman considera necesario que el público sea capaz de distinguir entre información científica y conocimiento científico. La información científica englobaría aquellos contenidos de la ciencia que todavía no forman parte del cuerpo de conocimiento consolidado y reconocido por la comunidad científica en general, y que todavía están siendo sometidos a revisión, por lo que son más susceptibles de modificación, falsación, y de generar controversia. El conocimiento científico, a su vez, abarcaría un cuerpo de conocimiento fiable, aceptado, y verificable, más susceptible de estabilidad. En el modelo del déficit no se prestaría atención a esta distinción, al centrarse fundamentalmente en la transmisión de conocimiento científico. A juicio de Trachtman, la mayoría de los medios de comunicación están más interesados en publicar información científica que conocimiento científico, por ello es necesario que el público comprenda la diferencia entre ambos, ya que si no es así, cuando se enfrente a informaciones contradictorias sobre temas científicos importantes, su concepción de la naturaleza de la actividad científica y de la seriedad y honradez de los científicos podría ser bastante confusa, desconfiada e, incluso, desmoralizante. Como posible solución, este autor sugiere presentar el conocimiento científico y su generación –tanto en el ámbito de la educación como en el de los medios de comunicación–, enmarcado dentro de la dimensión histórica, social, y cultural de la ciencia.

Por otro lado, Steven Shapin ha propuesto recurrir a los resultados de las investigaciones de la sociología del conocimiento científico para facilitar la comprensión pública del proceso de producción de la ciencia y de la forma de trabajar de los científicos, explicando aspectos como la base colectiva del conocimiento científico, la importancia de la confianza en el trabajo científico, la contingencia y revisabilidad de las afirmaciones científicas, y la flexibilidad interpretativa de la evidencia científica.

A su vez, Steven Yearley habla de tres rasgos de la práctica científica, identificados por la sociología del conocimiento científico, que contribuirían a explicar las dificultades relacionadas con la comprensión pública de la ciencia en casos de controversias: la opinión, la confianza, y el factor tiempo para alcanzar el consenso científico tras largos debates y recopilación de evidencias. Según este autor, en circunstancias normales el avance del conocimiento científico depende tanto de la opinión de los científicos como de su confianza mutua. Pero en contextos de controversia, dicha confianza puede ponerse en entredicho, y el público puede sospechar que las opiniones de los científicos son tendenciosas, además, en algunos casos es necesario tomar decisiones políticas debido a la imposibilidad de permanecer indiferentes ante las

Desde este modelo se propone como tarea el análisis de las construcciones tácitas de audiencias sociales que se encuentran soterradas en las comunicaciones de los científicos. También requiere del comunicador que conozca las razones por las que aquellos hechos que está transmitiendo pueden interesar a su audiencia, así como las consecuencias que pueden tener para ellos, y los resultados que se pueden obtener de futuras investigaciones. Por todo ello se considera que la comunicación pública de la ciencia debe trascender el mero estudio de las prácticas comunicativas de los medios o del periodismo (Weigold, 2001; Sturgis y Allum, 2004; Wynne, 1992; Miller, 2001; Collins y Pinch, 1996; Bucchi, 1996). El modelo no presupone que el público ya está persuadido y convencido del valor de la ciencia, por lo que se entiende que la creación de confianza es importante en la comunicación. Al público se le otorga un papel activo, de manera que el proceso comunicativo implica una retórica de reconstrucción según la cual en la comprensión del público interviene el conocimiento científico y el conocimiento local.

El método empleado más habitualmente en este modelo es el estudio de análisis de casos, que consiste en examinar la comprensión pública mediante situaciones concretas en las que el público tiene relación directa, en su vida diaria, con ciertos problemas vinculados a la ciencia. No interesa tanto el estado de la ciencia como la situación del público real en circunstancias reales. Por ello, al situar el análisis de los contenidos de la comunicación en contextos concretos, se evalúan los posibles efectos de los segundos sobre los primeros. Cuando el modelo se orienta al fomento de la participación del público, pone en marcha otro tipo de prácticas como talleres de participación, conferencias de consenso, paneles de ciudadanos, referendos, *science shops*, etc.

A juicio de Alan G. Gross, en el modelo del déficit el estatus de la comprensión del público se encuentra epistemológicamente disminuido, y se enfatiza la necesidad de una adaptación de los contenidos de la ciencia a las limitaciones de los legos. Sin embargo, en el modelo contextual el estatus epistemológico de la comprensión pública es genuino y no se considera que sea menos relevante que el estatus epistemológico de los métodos de la ciencia, aunque sea de diferente clase (Gross, 1994; Joss y Durant, 1995;

consecuencias prácticas de determinados problemas, lo que precipita el ritmo normal de los debates científicos en busca del consenso (TRACHTMAN, 1989; SHAPIN, 1992; YEARLEY, 1994).

Einsiedel y Eastlick, 2000; Andersen y Jaeger, 1999; Leydesdorff y Ward, 2005; Wachelder, 2003).

Michael asocia esta posición con un modelo de democracia en el que se supone que los ciudadanos están instruidos y capacitados para la acción política. Se considera al público culturizado y socializado, inserto en un marco cultural en el que tiene una serie de intereses en juego. Además, en ciertas circunstancias en las que se tiene que hacer frente a situaciones graves o que implican algún tipo de amenaza, y para las que la ciencia todavía no tiene una solución definitiva, el público tiene que ser consciente de la contingencia y de la incertidumbre constitutivas del conocimiento científico, y comprender que se encuentra ante una ciencia «en construcción» (Michael, 2002; Miller, 2001).

La tradición interactiva descarta la transmisión lineal y vertical del conocimiento científico, al juzgar que promueve la alienación pública, el desinterés por la ciencia, e incluso cierta hostilidad hacia ella como institución social. En este sentido, se afirma que privar a los ciudadanos de los medios necesarios para intervenir en los asuntos públicos con una capacidad e influencia similares a la de las instituciones sociales, tiene como consecuencia la anulación de la participación pública. Ya no se plantea la comunicación de masas con un propósito pedagógico, sino como una conversación más informal, una experiencia compartida, en la que lo principal no es tanto informar a la gente como mejorar la comunicación entre ciudadanos, científicos, políticos, Gobierno y corporaciones oficiales, y periodistas, estableciendo un diálogo entre todos ellos que permita reavivar el compromiso, el interés, y la participación del público en la ciencia (Logan, 2001).

Robert A. Logan identifica algunas de las preguntas sobre las que se sustenta el modelo de comunicación implícito en este enfoque: ¿Cómo se promueve el aprendizaje de la ciencia entre una audiencia involuntaria, desafecta, alienada, y desmotivada, o cuando el proceso del aprendizaje social no siempre es lineal y vertical, o si el público percibe los esfuerzos de comunicación de la ciencia como didácticos o paternalistas? ¿Cómo pueden la ciencia, los medios de comunicación, y otras instituciones sociales y profesiones fomentar la participación en una sociedad democrática y acercar a los ciudadanos a los procesos cívicos? ¿Cómo se recupera la credibilidad y la confianza en la ciencia una vez que las estrategias tradicionales para informar a los ciudadanos han defraudado las expectativas?

Como respuesta a estas preguntas se proponen dos posibles alternativas. En primer lugar, se entiende que el conocimiento de los acuerdos institucionales que legitiman el conocimiento experto, afianza la confianza pública en los científicos y en sus afirmaciones, puesto que algunos estudios han revelado que el conocimiento social –relativo a la veracidad u honradez de la institución que representa a la ciencia– y la negociación de las identidades sociales, determinan la confianza del público y su percepción de la ciencia. De este modo, el conocimiento institucional y la construcción de la identidad social serían factores clave en la contextualización del conocimiento científico de conceptos, métodos, y procesos –en el modo en que es experimentado, acogido, rechazado, etc.– y en su integración en marcos sociales o culturales que poseen sus propios conocimientos locales (Wynne, 1992). Por ejemplo, en virtud de su conocimiento institucional, el público podría evaluar de distinto modo las declaraciones de científicos que trabajan para el Gobierno y las de científicos que representan a organizaciones no gubernamentales. Así pues, en este enfoque adquieren gran importancia las cuestiones de confianza, credibilidad y comprensión de las relaciones sociales. El estudio de la comprensión pública de la ciencia supondrá también estudiar cómo los públicos evalúan el estatus de las fuentes de conocimiento. Y, en segundo lugar, se propone ampliar la capacidad de acción del público para posibilitar el avance de la negociación entre las instituciones científicas y las comunidades legas, lo que requiere, a su vez, que se le conceda voz al público y que las instituciones científicas modifiquen su lenguaje, adaptándolo más a la incertidumbre y a la contingencia que caracterizan a la ciencia en determinadas circunstancias (Michael, 2002; Sturgis y Allum, 2004).

Los partidarios de este modelo optan principalmente por una metodología cualitativa, como los ya mencionados análisis de casos y análisis del discurso, y afirman que los enfoques cuantitativos basados en encuestas no son adecuados para comprender el conocimiento y las interacciones entre ciencia y público, debido a que no ofrecen información sobre las formas de contextualización del conocimiento⁸. Así pues, en el mejor de los casos, los

8. En el año 2002, Kallerud y Ramberg, sin entrar en el debate sobre la incompatibilidad o complementariedad de la metodología cuantitativa y la posición constructivista, plantearon la posibilidad de introducir en los estudios cuantitativos una serie de ítems dirigidos a evaluar algunas cuestiones relacionadas con la perspectiva constructivista del modelo contextual. Los autores partían de la suposición de que el interés cívico por los aspectos normativos e institucionales constituye una dimensión importante en la percepción pública de la ciencia que no

métodos cuantitativos ofrecerían una imagen forzada y simplificada, y en el peor, una imagen engañosa y distorsionada de esas interacciones y de la comprensión pública, ya que sacan a los encuestados de su contexto social, no captan los procesos locales y contextuales mediante los que se relacionan con la ciencia, y no pueden analizar la posible variedad de los significados, arraigados socialmente, que la ciencia tiene para ellos⁹. Desde

es captada adecuadamente en las encuestas tradicionales. Su propósito era comprobar si las encuestas podían proporcionar información útil –para ser aplicada en las políticas científicas– sobre la presencia y la función de diversas representaciones y perspectivas sociales de la ciencia en las percepciones del público. Los resultados que obtuvieron mostraban que la incorporación en los cuestionarios de preguntas relacionadas con el carácter sociopolítico de la ciencia, reflejaba una fuerte sensibilidad en las percepciones del público hacia temas vinculados a la responsabilidad y la receptividad ante la ciencia. Los datos obtenidos parecían oponerse a la correlación lineal entre conocimiento y actitudes positivas defendida por el modelo del déficit, y reforzaban notablemente las conclusiones alcanzadas en estudios anteriores en los que dicha correlación se analizaba en países con un alto nivel de desarrollo industrial (KALLERUD y RAMBERG, 2002; DURANT, BAUER, GASKELL, MIDDEN, LIAKOPOULOS, SCHOLTEN, 2000).

Otros autores han manifestado su desacuerdo con la restricción de la metodología cuantitativa al modelo del déficit. Es el caso de Sturgis y Allum, que en 2004 plantearon la posibilidad de realizar un estudio cuantitativo de los dos dominios de conocimiento más relevantes en el modelo contextual –el conocimiento institucional, y el conocimiento local, aunque finalmente el estudio se limitó al primero. Ante la dificultad de diseñar indicadores satisfactorios de este tipo de conocimiento contextualizador, optaron por emplear un método adoptado del campo de la ciencia política, según el cual el nivel de conocimiento político de los ciudadanos tiene un impacto muy significativo sobre sus preferencias políticas, actitudes, y creencias. De este modo, se infiere que el nivel de conocimiento político puede ser un indicador del conocimiento de las relaciones políticas e institucionales en las que se desenvuelve la regulación de la ciencia, y aunque no es una medida directa del conocimiento institucional de ésta, los autores creían que podía constituir una buena aproximación, dado que además les permitía verificar si las respuestas dadas estaban basadas en conocimientos reales de los encuestados, y no simplemente en actitudes.

En un estudio posterior, Bauer, Allum y S. Miller, consideran errónea y poco útil la identificación habitual que desde esta posición se ha venido haciendo entre el modelo del déficit y los métodos cuantitativos, y entre el modelo contextual y los métodos cualitativos, puesto que entienden que la crítica legítima del modelo del déficit no implica necesariamente dicha identificación. Así pues, proponen romper con ella e integrar los métodos cuantitativos en la nueva perspectiva de la comprensión pública de la ciencia, algo que, a su juicio, contribuirá a ampliar el campo de investigación, principalmente con cuatro desarrollos: a) la contextualización de los distintos resultados obtenidos en las encuestas y otros estudios, mediante la reformulación del problema de la relación conocimientos-actitudes, b) un marco de trabajo de indicadores de ciencia que permita analizar los datos en busca de indicadores culturales, c) la integración global y el análisis de bases de datos longitudinales, y d) la comparación y el análisis de otros conjuntos de datos –como los relacionados con el análisis de contenido de los medios de comunicación, u otros de carácter cualitativo– con una perspectiva a largo plazo (BAUER, ALLUM y MILLER, 2007; STURGIS y ALLUM, 2004).

9. Brian Wynne identificó como una deficiencia de las encuestas el hecho de que estas reflejaran un amplio reconocimiento del público hacia la ciencia en abstracto, al mismo tiempo que los científicos constataban respuestas apáticas o incluso hostiles en situaciones concretas de la vida (WYNNE, 1992).

esta perspectiva, las encuestas tradicionales, además de descontextualizar, ofrecen una definición de la ciencia que es independiente de cualquier experiencia o contexto en el que el público –también descontextualizado y simplificado– se encuentra con ella. Sin embargo, la validez de los análisis de casos como método de conocimiento de la comprensión pública, ha sido puesta en duda por quienes afirman que no pueden ser controlados como experimentos, por lo que, a su juicio, no constituirían propiamente un método. Sus defensores sostienen que introduciendo los adecuados controles, con el fin de evitar los inaceptables grados de libertad que supone su uso incontrolado, se pueden reducir las dificultades epistemológicas, y aunque admiten también que esta metodología no puede lograr el rigor de la ciencia experimental, no consideran que esto sea un obstáculo que impida obtener resultados cognitivamente valiosos. Además, entienden que las aproximaciones cualitativas e interpretativas proporcionan información difícil de obtener mediante técnicas cuantitativas, como la relacionada con aspectos complejos de las creencias, la comprensión, y algunas reacciones del público (Gross, 1994; Myers, 2003; Wynne, 1991; Sturgis y Allum, 2004; Kallerud y Ramberg, 2002).

Desde este modelo se afirma que en la esfera pública coexisten los sólidos argumentos de los expertos, con otros posibles argumentos de personas no expertas pero que también reivindican algún tipo de competencia en materia científica debido a su experiencia directa con asuntos concretos –como podrían ser los familiares de algunos enfermos, los afectados por algún problema relacionado con la ciencia, etc. El discurso científico no se encuentra aislado del resto de la cultura, y el público no queda equiparado, en cuestiones científicas, a una simple pizarra en blanco a la que se trasfieren sin más los conocimientos de la ciencia. Por ello, ante las diversas reivindicaciones de experticia, los investigadores que estudian la comprensión pública de la ciencia tienen que ir más allá de los canales de comunicación estrictamente científicos y analizar los discursos mediante los que otras personas reivindican su conocimiento. Esto supone estudiar los textos de ciencia popular como parte del discurso científico y ver la ciencia no como un único discurso, sino como una secuencia de distintos discursos. Dicho estudio consistiría en analizar tanto el tratamiento que en ellos se da a la información y a los autores, como la evaluación que hacen de los contenidos que incluyen. Por lo tanto, se presenta el discurso científico como constituido por un continuo –de comunicación científica– de diversos géneros, prácticas,

registros, y repertorios, del que también formaría parte la popularización de la ciencia. Por otro lado, el discurso científico estaría relacionado con otros de tipo político, social y cultural. A diferencia de lo que sucedía en el modelo del déficit, en el que se asociaba el incremento de conocimiento del público con el aumento de actitudes favorables hacia la ciencia, aquí se considera que el público evalúa los mensajes de riesgos científicos en función de su confianza hacia la persona o institución que proporciona la información, de su recuerdo de otros casos similares, y de su propia experiencia. De este modo, la popularización, o la comunicación de la ciencia al público, no solo es cuestión de información sino también de interacción, involucrando tanto mensajes como personas e identidades. Dicha interacción va más allá de la mera valoración por parte del público de las credenciales que legitiman el discurso del experto, e implica la construcción activa de identidades creíbles o no, y de alineamientos que podrían cambiar en el curso de una interacción (Myers, 2003).

David Dickson ha subrayado la necesidad de que el diálogo que se promueve desde este modelo entre la ciencia y la sociedad, no debe limitarse únicamente a que los científicos escuchen y respondan las preocupaciones del público –teniendo en cuenta, al hacerlo, el marco en el que se encuentra este último–, o a que los comunicadores incluyan en sus trabajos referencias plurales a la relevancia y a las posibles consecuencias de los resultados científicos, sino que debe lograr la capacitación efectiva de los ciudadanos para que puedan poner en cuestión o aprobar, en un momento dado, la toma de decisiones sobre el desarrollo y la aplicación de la ciencia. Para lograrlo, la información que se suministra al público, sobre ambos procesos, no debe estar orientada exclusivamente a obtener la legitimación y el reconocimiento de los logros científicos, sino también a informar de los posibles aspectos negativos de la aplicación de la ciencia (Dickson, 2000).

El modelo ha sido acusado de carecer de una definición concreta del modelo de democracia que defiende –o de la relación entre el proceso político y el ciudadano–, puesto que no precisa en qué consistiría la ampliación de la capacidad de acción del público lego. Se le acusa, por lo tanto, de padecer un déficit de ciencia política, dado que no tiene en consideración los distintos modelos de democracia en los que se proponen diversos tipos de interacción entre la sociedad civil y el estado, o entre el público y la ciencia (Michael, 2002). Steve Miller, a su vez, ha advertido que sería un error identificar el final del modelo del déficit con la ausencia de un déficit de

conocimiento por parte del público. Necesariamente esa brecha entre lo que saben los científicos y los ciudadanos tiene que existir. Por eso no se debería cometer el error de promover una comprensión pública de la ciencia políticamente correcta, en la que se considere un tabú afirmar que los científicos saben más que el ciudadano medio, afirmando que ambos están en igualdad de condiciones en lo relativo a la información científica (Miller, 2001). Por último, algunas versiones del modelo contextual también han sido criticadas por privilegiar –en su empeño de capacitar al público para intervenir– el conocimiento local lego frente al conocimiento científico, lo que le conferiría al modelo un carácter anticientífico.

3. Un enfoque global: la cultura científica y la comunicación pública de la ciencia

Cada uno de los dos principales modelos de comprensión pública de la ciencia aplicados al ámbito de la comunicación privilegia determinados aspectos de la ciencia, promoviendo así –de forma explícita o no– distintas nociones de la alfabetización científica. La propuesta del modelo del déficit se circunscribe fundamentalmente a la adquisición de ciertos conocimientos científicos, y defiende que dicha adquisición habilitará al lego para poder intervenir en procesos de toma de decisiones relacionadas con la ciencia. Como modelo ilustrado que es, confía en la posibilidad efectiva de transmitir al público el conocimiento científico en general, no solo aquel que afecta a aspectos concretos de su vida cotidiana. Habitualmente se le ha atribuido un propósito casi exclusivamente pedagógico, y el hecho de que supedite la participación pública a la adquisición de conocimiento ha suscitado el recelo de algunos sectores que ven en él un instrumento utilizado por la comunidad científica con la intención de mantener una posición epistemológica privilegiada, debido a la dificultad de alcanzar el tipo de alfabetización pertinente para propiciar la participación del público. También se ha identificado con la defensa de la correlación positiva entre la adquisición de conocimiento científico por parte del público y el apoyo de éste a la ciencia, aunque los estudios de percepción pública limitan dicha correlación a cierto tipo de conocimientos. De esta forma, se ha acusado al modelo de velar principalmente por la salvaguarda de los beneficios para la propia ciencia, amparándose en

la incierta promesa de una futura inserción del público en los debates y en los procesos de decisión relacionados con la ciencia.

En el modelo contextual se diluye el interés por transmitir conocimientos científicos al público, y se potencia la necesidad de generar confianza fomentando la participación y privilegiando aspectos institucionales y sociales. Se limita la variedad de temas vinculados a la comprensión pública de la ciencia, y se priman aquellos que afectan a la vida cotidiana, a cuestiones relacionadas con el riesgo, y a casos que generan controversia. Se estrecha, por tanto, la zona de contacto entre el público y la realidad científica.

Lo cierto es que ambos modelos ayudan a explicar por qué y bajo qué circunstancias el conocimiento de diferente tipo es importante a la hora de determinar las actitudes públicas hacia la ciencia. En cualquier caso, consideramos que sería más conveniente no presentar ambas aproximaciones como excluyentes sino como complementarias. Por ello es necesario encontrar mecanismos de transmisión de contenidos científicos teóricos que vayan más allá de la simple semejanza de la traducción de un lenguaje a otro, y que permitan alcanzar un nivel adecuado de competencia científica. El objetivo no es formar expertos sino situar al público ante las distintas cuestiones relacionadas con la ciencia y dotarlo de las herramientas conceptuales adecuadas para hacer que su participación se sustente no solo en la noción de confianza, y aún menos en una versión débil de la misma. En virtud de las evidencias acumuladas durante las últimas décadas, todo parece indicar que la estrategia de incrementar el flujo de información científica dirigida a los legos, junto a la mejora de la calidad de los contenidos popularizados o comunicados, no representa una medida suficiente para satisfacer dicho objetivo. Así pues, consideramos oportuno introducir un nuevo enfoque que ofrezca una perspectiva diferente del problema, enfatizando el análisis de las características que son propias de la nueva dimensión que emerge cuando el conocimiento experto entra en contacto con la sociedad más allá del ámbito limitado del circuito de los especialistas. Dimensión a la que denominamos «cultura científica».

La exploración de los distintos factores que intervienen en la confianza del público –tanto en la moralidad como en la capacidad epistémica de la institución científica y de los científicos–, facilita el abordaje de los problemas implícitos en la comprensión y en la comunicación pública de la ciencia. Sin embargo, creemos que esta cuestión, aunque importante, es en cierto modo secundaria con relación a otro problema de más hondo calado que

subyace a la cuestión de la confianza, y del que ésta depende en buena medida; a saber: la aprehensión de conocimiento experto por parte del lego, y la interacción epistémica que se produce entre los diferentes componentes que constituyen ambos tipos de conocimiento en el marco de distintos contextos sociales e individuales. Sin duda la cuestión de cómo pueden afectar la confianza o la credibilidad, depositadas en la comunidad científica, a las diferentes derivaciones de la relación que se establezca entre ciencia y público –incluidos los aspectos epistémicos y, por lo tanto, la propia comprensión pública de la ciencia–, no es una cuestión baladí, pero más allá de ella (incluso considerándola hipotéticamente solventada) el segundo problema continúa latente.

Desplazar el debate hacia la consecución de la confianza pública, puede interpretarse como una forma de eludir el acuciante problema de hallar métodos precisos y eficientes de transmisión pública de conocimiento experto. Los periodistas y divulgadores, además de estar sometidos a las restricciones impuestas por cada una de las esferas profesionales en las que se mueven, dependen fundamentalmente de sus buenas intenciones e intuiciones. Carecen de métodos específicos y estrategias coordinadas que les permitan realizar su trabajo guiados por un marco de referencia teórico que les sirva de orientación a la hora de afrontar el tratamiento de las cuestiones relacionadas con la ciencia y con la comprensión pública de la misma. Esta situación hace necesaria la elaboración de una epistemología de la comunicación y de la comprensión pública de la ciencia que establezca las bases que permitan delimitar con la máxima precisión posible las condiciones de manipulación del conocimiento experto para su asimilación óptima por parte del público. La propuesta que presentamos aquí prescribe unas nuevas coordenadas al abordar la comunicación y la comprensión pública de la ciencia, tomando como marco de referencia la noción de *cultura científica*.

3.1. *Las funciones y tareas de la popularización-comunicación de la ciencia*

El popularizador o comunicador, en su empeño de facilitar el acceso del público a los contenidos científicos lleva a cabo un proceso de contextualización de los mismos, lo que provoca a su vez una recontextualización del

discurso científico original, que deberá ser enmarcado en una esfera más amplia que aquella de la que procede, y adaptado a unos nuevos fines comunicativos que ya no girarán únicamente en torno a parámetros de objetividad (Montañés, 2010)¹⁰. Entendemos la tarea contextualizadora de los contenidos científicos y la tarea recontextualizadora del discurso científico original, como estrategias que contribuyen a paliar las pérdidas de objetividad y precisión en la popularización científica.¹¹ El análisis de las prácticas comunicativas muestra la presencia de diversas interpretaciones de la alfabetización científica –cada una de ellas centrada en unos intereses particulares– que, en la medida en que se plantean satisfacer objetivos ligados a la obtención de unos beneficios determinados, fraccionan la realidad científica y ofrecen inevitablemente imágenes sesgadas de la misma. Por lo tanto, consideramos necesario ofrecer una imagen global de la realidad de la ciencia, de manera que la concepción de alfabetización científica asociada a esta imagen tenga como referencia la existencia de lo que denominamos «cultura científica». La alfabetización científica del público se cimentará en algunos de los rasgos culturales que componen el conjunto de la cultura científica, sin embargo la elección y la transmisión de estos rasgos dependerá del conocimiento previo del conjunto en su totalidad y de las interacciones que se dan entre los elementos que lo integran. Así, la comprensión pública de la ciencia girará en torno a la transmisión y a la adquisición de conocimiento y otras aptitudes sobre ciertos rasgos culturales, pero sin perder de vista el resto de rasgos que conforman la cultura científica, ni los vínculos que existen entre ellos, puesto que se trata de mostrar la realidad de la ciencia –o aspectos concretos de la misma– teniendo en cuenta las múltiples perspectivas que la configuran. Las deficiencias asociadas a la pérdida de información relacionadas con la transmisión de elementos concretos, como los contenidos

10. La contextualización de los contenidos afectará no solo a los conocimientos o conceptos científicos, la práctica científica, la organización social e institucional de la ciencia, la lógica científica, etc., sino también a los diversos modos en que estos constituyentes de la ciencia se encuentran instalados en la sociedad y son asimilados por sus miembros. En consecuencia, conduce a la transformación del sentido de los textos científicos, no solo por la inevitable deformación de los conceptos derivada de su adaptación, sino de la emergencia de una nueva estructura comunicativa que deberá ajustarse a un nuevo entorno.

11. Tal y como la hemos definido en trabajos anteriores, empleamos la expresión *popularización científica* para referirnos de modo genérico e indistinto tanto al periodismo científico como a la divulgación científica, sin profundizar en las importantes diferencias que distinguen a ambas actividades y centrándonos en las múltiples características que comparten (MONTAÑÉS, 2002, 2010).

científicos –tanto en sus aspectos teóricos como experimentales–, se verán mitigadas por ambas tareas de la popularización, orientadas a tejer y a transmitir una «red» que incluya –implícita o explícitamente– esos componentes y que represente dicha cultura científica.

Puesto que esta noción de *cultura científica* no engloba únicamente el conjunto de los conocimientos necesarios para formar profesionales, sino que incluye la totalidad de representaciones, prácticas, y valores vinculados a la ciencia, concebimos la labor de comunicar la ciencia al público como aquella iniciativa destinada a transmitir algunos de los componentes de dicho conjunto con el propósito de ofrecer una imagen global del mismo. El fin último será formar ciudadanos capaces de moverse con cierta soltura por la realidad científica, que previamente habrá sido adaptada, principalmente, por la popularización, bajo la guía de la cultura científica tal y como la presentaremos aquí.

Según nuestro planteamiento, la popularización debe cumplir dos funciones, la primera, trazar un plano a escala de dicha realidad, contextualizando y recontextualizando y, la segunda, dotar al público de las capacidades necesarias para poder interpretarlo aprendiendo a moverse por sí mismo a través de sus vericuetos (Montañés, 2002). En consecuencia, si nos planteamos las siguientes preguntas: ¿alcanza la popularización el nivel de eficiencia necesario para cumplir con las distintas funciones que le son encomendadas? O, ¿es posible con los medios de los que dispone, ofrecer una imagen lo suficientemente fiel de la ciencia como para que el público pueda formarse un criterio que le permita elaborar juicios fundados e independientes? La respuesta será afirmativa siempre y cuando sea factible la realización de las dos funciones encomendadas a la popularización. La primera de ellas comprende, como ya hemos adelantado, dos tareas:

- a) La tarea contextualizadora debe estar guiada por la pretensión de hacer comprensible al público la realidad científica, y en ella se determinan los contenidos a transmitir, contextualizando tanto los conceptos y las prácticas, como la organización social y la lógica interna de la ciencia. En ella se decide, además, qué conceptos del discurso científico es imprescindible mantener y qué conexiones deben establecer con la propia ciencia y con la realidad cercana al público –lo que exige conocer previamente las representaciones de la ciencia que posee éste–, para conseguir una correcta comprensión de la ciencia dentro de un contexto de significación accesible al público. En una tarea tal, adquiere una especial relevancia la

necesidad de establecer controles que permitan contrarrestar y neutralizar las posibles posiciones partidistas que defienden intereses particulares y que tratan de inculcar, por medio de contextualizaciones altamente sesgadas, representaciones parciales en beneficio propio. Si aplicamos la metáfora del plano, esta función se corresponde con el proceso de su trazado, con la organización, distribución, y elección de sus contenidos con el fin de hacerlo transitable o interpretable para el público.

- b) Mediante la tarea recontextualizadora se dota de un nuevo sentido a los contenidos del discurso científico incluidos en el discurso popularizador, y se determina el nuevo tipo de interrelación que se establece con el público. En ella el discurso científico original adquiere un nuevo fin comunicativo –que ya no girará únicamente en torno a parámetros de objetividad– mediante el que se pretende que el público lego sea capaz de reconocer y ubicar, a través del discurso popularizador establecido en la contextualización, la repercusión y la posición real de los conocimientos que se le transmiten, pudiendo calibrar su alcance e importancia tanto en el ámbito interno de la ciencia como en el ámbito externo o social. Es una tarea relacionada con la toma de conciencia por parte del comunicador o popularizador de la emergencia de los nuevos significados que los contenidos estrictamente científicos adquieren cuando salen del ámbito restringido en el que han sido producidos, y de las distintas posibilidades que se derivan de dicha emergencia. Continuando con la metáfora del plano, la recontextualización tiene que ver con el significado que puede adquirir el contenido del mismo para el individuo que lo usa, significado que dependerá de la relación que se establezca entre ambos en función de las características de uno y otro, y de las circunstancias en las que se produzca.

La segunda función de la popularización consiste en dejar constancia de su naturaleza interpretativa, haciendo consciente al público de la dimensión real de esta actividad con relación a la ciencia, así como de las peculiaridades de los distintos rasgos culturales que constituyen la cultura científica. Lo que en la metáfora del plano viene a significar la necesidad de instruir al público sobre la manera de acceder a la información que encierra y cómo interpretarla –teniendo en cuenta las «reglas cartográficas» que han guiado su elaboración–, para posibilitar su aplicación a la realidad.

Ambas funciones, facilitarán al público la comprensión de la realidad científica solo si se considera la interacción comunicativa, entre el público y

los contenidos, de forma bilateral, o multilateral –como un flujo de información en más de un sentido–, lo que supone tener en cuenta las disposiciones previas del público, es decir sus representaciones, prácticas, y valores vinculados a la ciencia. Para ello es necesario trascender el esquema unidireccional derivado de una interpretación estricta del modelo del déficit. Un modelo que junto a la interpretación de la popularización como mera traducción, restringe el papel de la popularización a una función educativa llevada a cabo fuera del ámbito de la educación, olvidando los nuevos fines comunicativos y, por lo tanto, la nueva relación que introduce la tarea recontextualizadora entre la ciencia y sus receptores. En definitiva, la popularización introduce un nuevo estatus epistemológico distinto al de la ciencia, y es ese estatus el que debe guiar la práctica popularizadora, sin la pretensión de hacerlo coincidir con el estatus propio de la ciencia.

Como hemos expuesto, la superación de este modelo implica la consideración de la capacidad cognitiva del público, de sus conocimientos, creencias y actitudes previas, de sus intereses y demandas, y de la lógica propia del sentido común. La contextualización y la recontextualización deben efectuarse a sabiendas de que estas disposiciones previas del público interactuarán con los contenidos divulgados y determinarán la relación especial que se establezca entre el público y esos contenidos.

3.2. *La cultura científica y la comunicación pública de la ciencia*

La realización de las dos funciones asignadas a la popularización implica la articulación de una estrategia comunicativa que supera con creces los mecanismos propios de la popularización. Esta propuesta, que tiene como referencia una interpretación concreta de la cultura científica, requiere la implicación de un entorno global que incluya a la sociedad en su conjunto y a sus instituciones. El nombre que asignamos a tal estrategia es el de «comunicación pública de la ciencia», y está dirigida a ampliar la alfabetización científica del público propiciando su comprensión de la cultura científica mediante la transmisión de una serie de rasgos culturales –así como la adquisición de algunos de ellos– que constituyen dicha cultura. El medio primordial de transmisión de estos rasgos será la popularización de la ciencia, con las funciones descritas, pero integrada en una red de comunicación dotada de

los mecanismos necesarios para articular conexiones entre los diferentes elementos que la constituyan¹².

Podemos situar el germen teórico de la comunicación pública de la ciencia así entendida, en la estrategia propuesta por Philippe Roqueplo tras llegar a la conclusión de la ineluctabilidad de los efectos derivados de la popularización¹³. Él sugiere articular «... la popularización científica con otros aparatos de difusión del saber y de la cultura: en la emergencia con el aparato escolar y con los que corresponden a la formación permanente y a la acción cultural» (Roqueplo, 1974, p. 144). En primer lugar, la estrategia global pasa por la coordinación entre las estructuras educativas de la sociedad y la propia popularización, ya que es en el sistema educativo donde se sientan las bases mínimas necesarias para poder asimilar cualquier tipo de información relacionada con la ciencia. Mediante la educación se establecen los mecanismos de recepción adecuados para entender la lógica propia del razonamiento científico en contraste con la lógica propia del sentido común.

12. En nuestra definición de «comunicación pública de la ciencia» intervienen una serie de términos –alfabetización científica», «comprensión pública de la ciencia», «popularización»– cuyos significados se encuentran interconectados mediante la noción de «cultura científica». Así, al ofrecer una caracterización propia de esta última, todos ellos adquieren una significación que difiere en mayor o en menor medida –dependiendo del término en cuestión– de la de otras definiciones propuestas en la literatura sobre el tema, como las que presentan, a modo de resumen, Burns, O'Connor, y Stockmayer, por ser a su juicio las más aceptadas. Además, estos autores ofrecen su propia definición de los términos «conciencia pública de la ciencia», «comprensión pública de la ciencia», «alfabetización científica», y «cultura científica», y los asocian con una serie de objetivos o de respuestas por parte del público: conciencia de la ciencia; disfrute u otra respuesta afectiva hacia la ciencia; interés en la ciencia; formación, confirmación, o reforma de las opiniones o actitudes relacionadas con la ciencia; y comprensión de la ciencia. A su vez, este conjunto de objetivos o respuestas constituiría el propósito de la comunicación de la ciencia, que quedaría definida de la siguiente manera: la utilización de las habilidades, los medios de comunicación, el diálogo, y las actividades, adecuadas para producir una o más de las respuestas personales hacia la ciencia mencionadas anteriormente (BURNS, O'CONNOR y STOCKLMAYER, 2003).

13. Según este autor, la popularización –en su propósito de hacer partícipe al público del saber objetivo– solo puede aspirar, a transmitir representaciones sociales de la ciencia que condicionan la realidad de los individuos y de sus comportamientos, y que consolidan las implicaciones de los efectos de la popularización (el efecto vitrina y el misticador), debido al carácter unilateral y a-práctico de su discurso/espectáculo. No se produce una auténtica transmisión del saber, ya que ésta exige la colaboración de una expresión lingüística y de una manipulación, en el ejercicio de una práctica científica efectiva. Así, el público asume su papel de espectador ante la autoridad de los detentadores del saber, y siendo el saber objetivo una fuente de poder para justificar la toma de decisiones que afectan a toda la sociedad, parece inevitable emprender una estrategia que facilite un reparto verdadero y generalizado del saber.

Los estudios de percepción pública de la ciencia constituyen otro de los mecanismos que deben integrarse dentro de la configuración de la comunicación pública de la ciencia, dado que son una herramienta indispensable a la hora de establecer un *feedback* con el público. Los resultados obtenidos hasta el momento y las nuevas propuestas que tratan de ampliar su campo de acción y de superar sus posibles limitaciones, ponen de manifiesto la importancia de cuantificar –cada vez con mayor rigor– el interés, los conocimientos, y las actitudes del público. La incorporación regular de la información obtenida mediante dichos estudios al diseño de las diferentes estrategias de popularización, debería ser una práctica habitual con el fin de avanzar en la dirección correcta y de evitar repetir errores del pasado. Sin embargo, no basta únicamente con este tipo de aproximación al público, por ello Roqueplo propone definir lo que él denomina *Acción Científica*, un dominio concreto vinculado a dispositivos de animación científica que aseguren una comunicación práctica y bilateral, y en el que el público entre en contacto directo con la realidad científica (Roqueplo, 1974). Además, la comunicación pública de la ciencia debe proveer mecanismos que permitan al público adquirir cultura científica en situaciones cotidianas a través de la experiencia diaria de cada uno con el ambiente que le rodea, iniciando para ello procesos de comunicación bilaterales y prácticos a los que Roqueplo denomina situaciones de divulgación. Un componente fundamental de estas situaciones es el hecho de aprovechar la relación directa con eventos científicos cotidianos por ser más propensos a captar el interés del público. A todo ello habría que añadir los nuevos tipos de prácticas dirigidas a fomentar la participación pública en cuestiones relacionadas con la toma de decisiones políticas sobre ciencia y tecnología, algunas de las cuales ya han sido mencionadas a lo largo de este trabajo.

La noción de la *comunicación pública de la ciencia* que planteamos aquí se refiere a una estrategia global de comunicación que posibilite la realización de las funciones de la popularización con vistas a avanzar hacia la consecución de la alfabetización científica que hemos propuesto. El escenario de la comunicación pública de la ciencia ofrece un contexto de comunicación que facilita el acercamiento del público a la realidad científica, mediante conexiones unidireccionales, bidireccionales y multidireccionales, y prácticas entre la ciencia y la realidad en la que está inserto cada individuo. Además, en virtud de nuestra interpretación de la popularización científica como la elaboración de un «plano» de la realidad de la ciencia, el

público podrá adoptar una posición fundada sobre las diferentes opciones que plantea –o puede plantear en un futuro– el desarrollo de la ciencia, sin tener que delegar su capacidad de decisión, a través de un acto de fe, en aquellas personas que detentan en exclusiva el saber, y sin necesidad de poseer los mismos conocimientos que ellos. Desde la epistemología de la comunicación pública de la ciencia que presentamos, concebimos las aproximaciones a la comprensión pública de la ciencia fundadas en el modelo del déficit y en el modelo contextual, no como excluyentes sino como complementarias, como ya hemos expuesto.

La definición de «cultura científica» que proponemos, aspira a servir de fundamento y de elemento integrador de las nociones de *comprensión* y de *comunicación pública de la ciencia* que hemos caracterizado previamente. Dicha definición parte, a su vez, de la definición genérica de cultura planteada por Jesús Mosterín, según la cual «Cultura es la información transmitida (entre animales de la misma especie) por aprendizaje social» (Mosterín, 1993). Esta información puede ser de tres tipos: representacional o descriptiva, práctica u operacional, y valorativa. La información representacional puede ser verdadera o falsa y es información sobre las características y propiedades del mundo, e incluye representaciones, creencias, imágenes, símbolos, y conocimientos –de carácter individual o colectivo– acerca del mundo natural o social. La información práctica puede ser eficaz o ineficaz y es información acerca de cómo hay que actuar, e incluye reglas o normas de comportamiento y acción que se pueden materializar en diversos tipos de habilidades, hábitos y pautas efectivas de actuación. La información valorativa es información acerca de qué estados de cosas son preferibles, convenientes, o valiosos. Dicho de otra forma, información que configura sistemas de preferencias individuales o sociales, que incluyen fines –objetos o estados de cosas que se consideran dignos de ser conseguidos– y valores –criterios en virtud de los cuales se justifican los fines (Quintanilla, 1998; Quintanilla, 2005; Quintanilla *et al.*, 2011; Mosterín, 1993).

La cultura científica es una modalidad de cultura en la que los tres tipos de información mencionados se refieren a rasgos culturales –representaciones, conocimientos, creencias, prácticas, normas, pautas de comportamiento, reglas, sistemas de preferencias, valores, etc.– cuyos contenidos están relacionados con la ciencia. Pero no se restringe únicamente a aquellos de estos rasgos que forman parte de la cultura profesional de los científicos, sino que también incluye aquellos que, teniendo que ver con la actividad y

el conocimiento científicos, constituyen la cultura de cualquier individuo o grupo de individuos, y conforman la imagen pública de la ciencia y la relación que los individuos y la sociedad establecen con ella. Es en este sentido en el que diferenciamos dos niveles de cultura científica: intrínseca y extrínseca (Quintanilla, 2011; Montañés, 2005).

- *Cultura científica intrínseca*: Es la cultura que forma parte de las actividades científicas propiamente dichas. En este caso la información descriptiva o representacional consiste en los conocimientos científicos pertenecientes a cada una de las áreas y campos de investigación, desde los simples datos hasta las teorías sometidas a debate entre los científicos, así como los hechos descubiertos por estos, las interpretaciones y explicaciones científicas de los fenómenos naturales o sociales, etc. La información práctica vendría dada por distintas técnicas y habilidades propias de la ciencia –matemáticas, estadística, etc.–, por las normas del método científico, por las reglas de actuación en la investigación empírica y en la comunicación científica de los resultados de la investigación, etc. Y la información valorativa incluye los valores que se supone deben guiar la investigación y la actividad científica en general: la objetividad, la coherencia, la precisión, honestidad intelectual, etc.
- *Cultura científica extrínseca*: Se trata de todos aquellos componentes representacionales (creencias), prácticos (normas), y valorativos (valores) que se refieren a actividades, instituciones, y personas científicas pero que no son parte de la cultura científica intrínseca. La regulación jurídica de las instituciones científicas, las representaciones de la ciencia de carácter individual, y de carácter colectivo –como las ofrecidas por disciplinas como la filosofía, la historia, la sociología, la política, la economía, etc.–, los diferentes usos que los individuos hacen de la información científica –incluidas también aquellas prácticas que forman parte de iniciativas relacionadas con la percepción, la comprensión, la comunicación pública de la ciencia, así como con la promoción de la participación ciudadana en actividades vinculadas a la ciencia–, las valoraciones de la ciencia desde el punto de vista cultural, moral, político, religioso, económico, etc.

Esta noción de *cultura científica*, entendida como principio vertebrador de la comprensión y de la comunicación pública de la ciencia, acota el tipo de información que está en juego cuando nos referimos a ambas actividades. La distinción entre los rasgos culturales intrínsecos a la ciencia y los extrínsecos,

proporciona un marco de observación de los vínculos y de las interrelaciones que se establecen entre ellos, y posibilita avanzar hacia la superación de los obstáculos que el modelo del déficit y el modelo contextual plantean como posturas enfrentadas. Permite, por lo tanto, entre otras cosas, conjugar aquellos aspectos –o rasgos culturales– que ambos modelos privilegian en sus respectivas concepciones de la comunicación y de la comprensión pública de la ciencia, integrando así, por un lado, los elementos institucionales y la perspectiva propia del ciudadano –reivindicados por el modelo contextual–, y ampliando, por otro lado, la noción ingenua de confianza que ofrece este último modelo, sustentándola en la transmisión necesaria de los rasgos culturales propios de la cultura científica intrínseca¹⁴.

El éxito de las actividades dirigidas a promover la comprensión pública de la ciencia requiere inevitablemente que el público comprenda algunos de los rasgos culturales de la cultura científica intrínseca pero, insistimos, no del mismo modo como deben comprenderlos los científicos profesionales en el desempeño de su trabajo, sino tamizados por el filtro de la popularización científica mediante las tareas que le hemos asignado. Además, en su labor el comunicador tiene que recurrir necesariamente a algunos de los rasgos de la cultura científica extrínseca, tanto en el proceso de contextualización como en el de recontextualización, y también en su tarea de hacer ver al público el tipo de significación que tiene el discurso popularizado respecto al discurso científico original. Los rasgos culturales de la cultura extrínseca serán mostrados explícita o implícitamente, dependiendo del propósito del

14. Otros autores han planteado propuestas que involucran, en mayor o en menor medida, la noción de *cultura científica*. En 2003, T. W. Burns, D. J. O'Connor, y S. M. Stocklmayer, presentaron una definición de la comunicación de la ciencia –ver nota 12–, en la que interviniera dicha noción. En este caso la caracterizaban como una especie de actitud social favorable: «un entorno que afecta a toda la sociedad, en el que se aprecia y apoya a la ciencia y a la alfabetización científica. Posee importantes aspectos sociales y estéticos (afectivos)». Por otro lado, en el año 2000, Benoit Godin e Yves Gingras propusieron una noción más compleja y elaborada de cultura científica y tecnológica (C&T), constituida por dos dimensiones, una individual y otra social. Estos autores ofrecen una definición de la cultura científica y tecnológica según la cual ésta sería «la expresión de todos los modos a través de los cuales, los individuos y la sociedad se apropian de la ciencia y de la tecnología». Consideramos que esta última no es incompatible con la nuestra, a pesar de que en ambas se manejan nociones distintas de la cultura C&T. Ellos la conciben principalmente desde una perspectiva estructural, es decir, como buena parte de las condiciones de posibilidad –modos de apropiación, estructura institucional– que darían lugar al conjunto de contenidos o rasgos culturales –información que se genera y que se distribuye en la sociedad como consecuencia de la existencia de dicha estructura– que constituyen la cultura C&T tal y como la entendemos nosotros (BURNS, O'CONNOR y STOCKLMAYER, 2003, p. 190; GODIN y GINGRAS, 2000, p. 44).

popularizador en cada caso, tanto si pretende apoyarse en ellos para ilustrar los rasgos de la cultura intrínseca a transmitir, o si quiere hacer patente su posible carencia de fundamento.

Puede ocurrir que una representación que forma parte de la cultura extrínseca sea errónea cuando se da el caso de que el individuo que la sustenta considera que se corresponde con uno de los componentes de la cultura intrínseca sin que sea así realmente –y no se dé la posibilidad de que lo sea por no existir controversia al respecto en el seno de la comunidad científica–, sino que se trata de una equivocación debida a distintas causas, como puede ser una interpretación sesgada, mítica, o carente de fundamento científico, etc. En este tipo de situaciones una de las labores del popularizador consiste en tratar de poner de manifiesto el error, aclarar en qué diverge dicha interpretación con la realidad, y ofrecer una representación que sí se corresponda con ella. En este sentido se puede afirmar que la cultura intrínseca facilita el marco de referencia respecto al que valorar algunos de los componentes de la cultura extrínseca, aunque no todos. Esto significa que no todos los rasgos culturales de la cultura científica extrínseca tienen el mismo grado de legitimidad, y que cualquier representación que se incluya en ella no está en pie de igualdad –con otros componentes de esta cultura y de la intrínseca– a la hora de entablar un posible diálogo en el que se promueva la participación del público. Ante este tipo de situaciones no solo hay que tener en cuenta la distinta naturaleza del estatus epistemológico que poseen los rasgos culturales de la cultura intrínseca y los de la cultura extrínseca, sino que estamos hablando de la validez o no de algunos de estos últimos, con el fin de descartar su posible uso a la hora de establecer debates públicos relacionados con la ciencia. De este modo, no todas las representaciones públicas de la ciencia insertas en contextos locales reúnen las condiciones necesarias para ser tomadas en consideración en dichos debates. Por ello no siempre es posible admitir que la participación pública en debates relacionados con la ciencia se funde en una noción de comprensión pública que asuma que todos los interlocutores –expertos o no– están en igualdad de condiciones respecto a la información que hay en juego en el debate. Precisamente, una de las funciones de la popularización será explicar las razones por las que aquellas representaciones deben desestimarse en los debates públicos. Por lo tanto, consideramos que la comunicación pública de la ciencia no puede renunciar a su propósito pedagógico, sin que esto signifique que

sea su único propósito, ni siquiera el más relevante, pero la comunicación no puede limitarse a ser una mera conversación informal con el público, como proponen algunos partidarios del modelo contextual, porque de esa manera el acceso del público a la cultura intrínseca se enfrentaría a barreras difíciles de franquear y su percepción de los rasgos culturales de la cultura extrínseca se vería limitada por la pérdida del marco de referencia que proporciona la cultura intrínseca para valorar algunos de los componentes de la primera.

A su vez, algunos de los rasgos culturales de la cultura extrínseca, como la información institucional, la percepción de la ciencia en contextos locales, los procesos de participación, los distintos usos o prácticas que vinculan al público con la ciencia etc., servirán de marco de referencia que facilite la contextualización de la información representacional, práctica, y valorativa de la cultura intrínseca. En este sentido no podemos decir que nuestro planteamiento no implica, en cierta medida, una transmisión unidireccional y vertical de la información, puesto que algunos de los rasgos culturales de la cultura intrínseca serán transmitidos inevitablemente en esas condiciones, aunque esto no sucederá en el caso de todos los rasgos culturales, ya sean intrínsecos o extrínsecos, puesto que esta propuesta también contempla la interacción bidireccional, multidireccional, y horizontal entre los diferentes agentes que participan en el proceso comunicativo. De hecho, los agentes transmisores –científicos o popularizadores– de los rasgos de la cultura intrínseca se convertirán en muchas ocasiones en interlocutores de diálogos transversales, y también en receptores de transmisiones verticales y unidireccionales –en las que los transmisores serán expertos en materias distintas a las suyas, no solo de áreas de naturaleza científica, sino también en contenidos históricos, sociológicos, políticos, educativos, filosóficos, comunicativos etc.–, en los que esté en juego información perteneciente a la cultura extrínseca.

La definición de la cultura intrínseca previene a este planteamiento de la crítica que los partidarios del modelo contextual dirigían al modelo del déficit cuando le acusaban de presentar la ciencia como un cuerpo de conocimientos consolidado, bien definido, y no problemático. Así, la información representacional de la cultura intrínseca incluye también aquellas teorías que están siendo sometidas a debate en el seno de la comunidad científica y sobre las que todavía no existe un acuerdo generalizado. Así mismo la información práctica incluye los procesos mediante los cuales la comunidad

científica otorga legitimidad al conocimiento científico. Por lo tanto, desde nuestro enfoque compartimos la distinción realizada por Leon E. Trachtman entre conocimiento científico e información científica, y consideramos necesario presentarla de forma adecuada mediante la popularización¹⁵. Por otro lado, el hecho de que la cultura extrínseca incluya las conexiones institucionales que caracterizan a la ciencia, y los contextos particulares –culturales y sociales– con los que ésta entra en contacto, contribuye a que se tenga en cuenta cómo afecta la ciencia a la vida cotidiana de los individuos, y a enfatizar que el conocimiento científico no es recibido y asimilado por el público de forma impersonal, sino dentro de un contexto determinado por ciertas representaciones, prácticas, y valores. De modo que esta propuesta no solo considera relevantes los conocimientos científicos que posee el público, sino también otros factores que contribuyen a tener una imagen más completa del público con relación a la ciencia.

Los estudios de percepción pública de la ciencia y los análisis de contenido, de carácter cuantitativo, así como otros estudios de carácter cualitativo como los análisis de casos, servirán para identificar la presencia de los diferentes rasgos culturales no solo entre los individuos particulares, sino también en distintos discursos que se refieren a la ciencia y que están presentes en la sociedad: medios de comunicación, política, religión, ideologías, libros de texto de educación primaria y secundaria, etc. La puesta en práctica de las posibilidades que ofrecen estas herramientas facilitará el estudio de la interrelación y de la influencia mutua que existe entre la cultura intrínseca y la extrínseca. De este modo se podría analizar, por ejemplo, cómo afecta la cultura extrínseca de un individuo a su comprensión de la cultura intrínseca, o en qué medida la falta de comprensión de ésta contribuye a generar una cultura extrínseca más proclive a la superstición, o a generar escepticismo y temor respecto a la ciencia, etc. Todo ello requiere el diseño de nuevas baterías de indicadores que complementen y mejoren los ya existentes. Durante las tres últimas décadas los indicadores de percepción pública de la ciencia han adquirido la estabilidad necesaria para ofrecer cierto tipo de información significativa, principalmente en Estados Unidos. Aunque las cuantificaciones tradicionales enfatizan fundamentalmente la medición periódica de una noción particular de alfabetización científica, lo cierto es que los estudios

15. Ver nota 7.

de percepción incluyen una gran variedad de preguntas que van más allá de dicha noción, como las que constituyen dos de sus tres bloques temáticos (Montañés, 2010). Sin embargo, no tienen en cuenta muchos de los componentes de la cultura científica que consideramos imprescindibles para evaluar y orientar la percepción pública de la ciencia.

Reiteramos que la distinción de dos niveles en el seno de la cultura científica, con sus respectivos rasgos culturales, no significa que el objetivo último de la comunicación pública de la ciencia o de la popularización sea la transmisión de la totalidad de los mismos. Por lo que respecta a aquellos que pertenecen a la cultura intrínseca, no será difícil admitir este punto, tanto por la enorme cantidad de información representacional, práctica, y valorativa que incluye, como por la dificultad de algunos de sus rasgos culturales –cuya comprensión exige el adiestramiento propio de la educación formal y de la práctica profesional– y por el nivel de abstracción que requieren en algunas ocasiones, tan alejado de las preocupaciones de buena parte del público. En cuanto a los que pertenecen a la cultura extrínseca, el comunicador o el popularizador deberá recurrir de forma explícita principalmente a aquellos que contribuyan a contextualizar, a recontextualizar, y a hacer consciente al público del posible carácter interpretativo del discurso popularizador. Como ya hemos apuntado en parte, se deberán presentar de forma implícita –lo que no significa que no se puedan hacer explícitas– aquellas representaciones, prácticas, y valores que se encuentran presentes en la cultura extrínseca y que pueden conducir a la defensa de posiciones contrarias a las transmitidas por el comunicador, sustentadas en la ignorancia, en supersticiones, o en interpretaciones maledicentes, interesadas, y opuestas a la ciencia. Aquellas otras posiciones que pueden implicar algún tipo de fricción con la información transmitida por el comunicador, pero que están respaldadas por una parte no marginal de la comunidad científica –como puede suceder en el caso de una controversia científica que no ha sido clausurada todavía en el seno de la comunidad–, no se engloban dentro de la cultura representacional extrínseca, sino de la intrínseca, por lo que estaríamos ante un caso particular de la distinción entre información científica y conocimiento científico.

Una mayor comprensión de la cultura científica, intrínseca y extrínseca, por parte del público supondrá un mayor nivel de alfabetización científica. Una comprensión de la información relativa a los rasgos culturales de ambos niveles, por un lado, y de la posición que ocupan estos dentro de la cultura científica, por otro lado. Por lo tanto la alfabetización científica de un

individuo no se limita a la comprensión de la cultura intrínseca, y depende también del tipo de representaciones extrínsecas que definen su percepción pública, así como de sus prácticas y valores. De este modo, la alfabetización científica de dos personas será distinta –aunque tengan niveles semejantes de comprensión de la cultura intrínseca–, si los componentes de la cultura extrínseca que configuran su percepción de la ciencia difieren lo suficientemente. Por lo tanto, no se trata únicamente de que el público tenga una serie de conocimientos que le permitan comprender la ciencia, sino de un entramado de dichos conocimientos con una serie de prácticas y valores. Esto entronca con la idea de que el propósito de la comprensión pública de la ciencia, y el de la alfabetización científica consecuente, no es el de ser una vía alternativa dirigida a formar ciudadanos que posean las mismas cualidades que los científicos. De este modo, no solo son estos últimos los que deben valorar el nivel de calidad de la comprensión y de la comunicación pública de la ciencia, sino que esta tarea se amplía a un mayor abanico de expertos, como historiadores, filósofos, sociólogos, comunicadores, etc.

La caracterización general de la alfabetización científica en el marco de la cultura científica no es contradictoria con la posibilidad de definir alfabetizaciones científicas de carácter más específico, relativas a rasgos culturales vinculados a temas concretos, «que se orienten a las necesidades y problemas personales específicos» –como han sugerido algunos autores–, pero sin perder de vista el marco de referencia descrito, ni las conexiones que existen entre esos rasgos culturales específicos y el resto de rasgos de la cultura científica. Además, esta noción de *alfabetización científica* no implica un umbral mínimo de conocimientos sino que está más próxima a una medida escalar de la comprensión pública de la ciencia –al igual que la planteada en el segundo de los paradigmas prácticos de la comprensión pública de la ciencia citados al principio de este artículo. Por ello la participación del público en debates relacionados con la ciencia no está supeditada a la posesión de un determinado nivel de alfabetización (Miller, Pardo y Niwa, 1998; Durant, Evans y Thomas, 1992; Durant, Evans y Thomas, 1989).

La evaluación de la alfabetización científica de un individuo se llevará a cabo mediante análisis cuantitativos y cualitativos de su comprensión de la cultura intrínseca y de los rasgos culturales de la cultura extrínseca que configuran su percepción de la ciencia. Este tipo de mediciones nos permitirán también analizar cómo influyen unos rasgos culturales sobre otros, pero no

solo los relativos a la cultura intrínseca sobre los de la cultura extrínseca –en la línea de los numerosos estudios realizados sobre la correlación que se da entre conocimiento científico y actitudes hacia la ciencia–, sino también en sentido contrario, e incluso cómo interaccionan estos últimos entre sí. Por ejemplo, analizar en qué medida afectan las iniciativas de participación del público en actividades relacionadas con la ciencia (incluidas dentro de la información práctica de la cultura extrínseca) sobre sus actitudes, valores, etc., nos dará una idea de la influencia de la cultura extrínseca presente en la sociedad sobre la percepción a nivel individual de los rasgos de esa cultura. Del mismo modo se podría analizar cómo influyen sobre la alfabetización científica, basada en la noción que hemos presentado de cultura científica, cada uno de los tres factores identificados por Jon D. Miller en 1999 como los que ejercen una influencia más positiva en el nivel de alfabetización científica cívica¹⁶. Por último, cabe decir que esta propuesta es coherente con los cuatro principios de carácter cualitativo que a juicio de John Ziman intervienen en la relación entre el conocimiento científico y el público: incoherencia, insuficiencia, incredibilidad, e inconsistencia (Ziman, 1991, p. 101).

4. Conclusión

La ausencia de estudios que afronten los problemas y las dificultades que afectan a la comunicación y la comprensión pública de la ciencia, teniendo en cuenta una perspectiva global, ha provocado la ralentización de la aparición de posibles respuestas que supongan alguna novedad. La revisión de los dos principales modelos de la comprensión pública de la ciencia aplicados al ámbito de la comunicación nos ha servido de punto de referencia teórica para estructurar el estado de la cuestión con relación a ambas esferas. En la exposición de ambos modelos se han tenido en cuenta tanto los argumentos defendidos por sus valedores, como las objeciones vertidas por sus opositores. El marco teórico y conceptual que hemos presentado en la segunda parte del artículo –fundado en una noción particular de la cultura científica–, pretende servir de estructura que posibilite la coordinación de las

16. Los tres factores mencionados eran: 1) número de cursos de ciencia de carácter general recibidos en la universidad, 2) uso de fuentes de aprendizaje no formal, y 3) nivel de estudios formales (MILLER, J., 2004).

actividades vinculadas a la comunicación y a la comprensión pública de la ciencia, de acuerdo al significado que hemos atribuido a las mismas. Para ello hemos identificado, a su vez, las funciones que consideramos que debe desempeñar la popularización de la ciencia, y hemos introducido una noción de alfabetización científica amplia, referida a la cultura científica en general, no solo a aspectos parciales de la misma. En este empeño hemos tenido en cuenta, además, las diferentes conexiones que establece la «realidad de la ciencia» en su interacción con la sociedad en general y con los individuos del público en particular.

Bibliografía

- ANDERSEN, Ida-Elisabeth y JAEGER, Birgit (1999), «Scenario workshops and consensus conferences: towards more democratic decision-making», *Science and Public Policy*, 26, n.º 5, pp. 331-340.
- BARBEN, Daniel (2010), «Analyzing acceptance politics: Towards an epistemological shift in the public understanding of science and technology», *Public Understanding of Science*, 19, n.º 3, pp. 274-292.
- BAUER, M.; NICK, Allum y MILLER, Steve (2007), «What can we learn from 25 years of PUS survey research? Liberating and expanding the agenda», *Public Understanding of Science*, 16, n.º 1, pp. 79-95.
- BUCCHI, Massimiano (1996), «When scientists turn to the public: alternative routes in science communication», *Public Understanding of Science*, 5, n.º 4, pp. 375-394.
- BURNS, T. W.; O'CONNOR, D. J. y STOCKLMAYER, S. M. (2003), «Science Communication: A Contemporary Definition», *Public Understanding of Science*, 12, n.º 2, pp. 183-202.
- COLLINS, Harry y PINCH, Trevor (1996), *El Gólem. Lo que todos deberíamos saber acerca de la ciencia*, Barcelona, Crítica Grijalbo Mondadori.
- DORNAN, C. (1990), «Some Problems in Conceptualizing the Issue of "Science and the Media"», *Critical Studies in Mass Communication*, 7, n.º 1, pp. 48-71.
- (1989), «Science and Scientism in the Media», *Science as Culture*, 7, pp. 101-121.
- DURANT, J. (1993), «What is scientific literacy?», en Durant J. y Gregory, J. (eds.), *Science and Culture in Europe*, London, Science Museum, pp. 129-137.
- DURANT, J.; BAUER, M.; GASKELL, G.; MIDDEN, C.; LIAKOPOULOS, M. y SCHOLTEN, L. (2000), «Two Cultures of Public Understanding of Science and Technology in Europe», en Dierkes, M. y Grote, C. von (eds.), *Between Understanding and Trust: The public, Science and Technology*, Amsterdam, Harwood, pp. 131-156.

- DURANT, J.; EVANS, G. y THOMAS, G. (1992), «Public understanding of science in Britain: the role of medicine in the popular representation of science», *Public Understanding of Science*, 1, n.º 2, pp. 161-182.
- (1989), «The Public Understanding of Science», *Nature*, 340, pp. 11-14.
- EINSIEDEL, Edna F. y EASTLICK, Deborah, L. (2000), «Consensus Conferences as Deliberative Democracy: A Communications Perspective», *Science Communication*, 21, n.º 4, pp. 323-343.
- GODIN, Benoit y GINGRAS, Yves (2000), «What is scientific and technological culture and how is it measured? A multidimensional model», *Public Understanding of Science*, 9, n.º 1, pp. 43-58.
- GROSS, Alan G. (1994), «The roles of rhetoric in the public understanding of science», *Public Understanding of Science*, 3, n.º 1, pp. 3-23.
- HILGARTNER, Stephen (1990), «The dominant view of popularization: conceptual problems, political uses», *Social Studies of Science*, 20, n.º 3, pp. 519-539.
- JOSS, Simon y DURANT, John (1995), «The UK National Consensus Conference on Plant Biotechnology», *Public Understanding of Science*, 4, n.º 2, pp. 195-204.
- KALLERUD, Egil y RAMBERG, Inge (2002), «The order of discourse in surveys of public understanding of science», *Public Understanding of Science*, 11 (3), pp. 213-224.
- LEWENSTEIN, B. V. (2003), «Models of Public Communication of Science and Technology», en *Role and Responsibilities of the Land Grant System in Building Community Strengths to Address Biohazards*, Cornell University.
- LEYDESDORFF, Loet y WARD, Janelle (2005), «Science shops: a kaleidoscope of science-society collaborations in Europe», *Public Understanding of Science*, 14, n.º 4, pp. 353-372.
- LOGAN, Robert A. (2001), «Science Mass Communication: Its Conceptual History», *Science Communication*, 23, n.º 2, pp. 135-163.
- MICHAEL, Mike (2002), «Comprehension, Apprehension, Prehension: Heterogeneity and the Public Understanding of Science», *Science, Technology & Human Values*, 27, n.º 3, pp. 357-378.
- MILLER, J. D. (2004), «Public Understanding of, and Attitudes toward, Scientific Research: What We Know and What We Need to Know», *Public Understanding of Science*, 13, n.º 3, pp. 273-294.
- (1998), «The measurement of civic scientific literacy», *Public Understanding of Science*, 7, n.º 3, pp. 203-223.
- MILLER, J. D.; PARDO, R. y NIWA, F. (1998), *Percepciones del Público ante la Ciencia y la Tecnología. Estudio Comparativo de la Unión Europea, Estados Unidos, Japón y Canadá*, Bilbao, Fundación BBV.
- MILLER, Steve (2001), «Public understanding of science at the crossroads», *Public Understanding of Science*, 10, n.º 1, pp. 115-120.

- MONTAÑÉS PERALES, O. (2010), «Problemas epistemológicos de la comunicación pública de la ciencia». Tesis doctoral. Director: Miguel Ángel Quintanilla Fisac. Universidad de Salamanca, Salamanca.
- (2005), «La comunicación pública de la cultura científica; ampliando la noción de “confianza”», en *Actas del III Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia sin Ciencia no hay Cultura, A Coruña*.
 - (2002), «Problemas epistemológicos de la comunicación pública de la ciencia». Trabajo de Grado. Director: Miguel Ángel Quintanilla Fisac, Universidad de Salamanca.
- MOSTERÍN, Jesús (1993), *Filosofía de la Cultura*, Madrid, Alianza Editorial.
- MYERS, Greg (2003), «Discourse studies of scientific popularization: questioning the boundaries», *Discourse Studies*, 5, n.º 2, pp. 265-279.
- NOWOTNY, Helga (1993), «Socially distributed knowledge: five spaces for science to meet the public», *Public Understanding of Science*, 2, n.º 4, pp. 307-319.
- QUINTANILLA FISAC, M. A.; ESCOBAR, M.; GROVES, T.; MONTERO BECERRA, J.; PALACIOS SÁNCHEZ, R.; MONTAÑÉS PERALES, Ó. y ORELLANA MCBRIDE, A. (2011), «Scientific and technological culture in ESO textbooks. La cultura científica y tecnológica en los libros de texto de la ESO». <<http://www.novatores.org/html/es/eprint/show.html?ePrintId=177>>.
- QUINTANILLA FISAC, M. A. (2005), *Tecnología: Un enfoque filosófico. Y otros ensayos de filosofía de la tecnología*, México D. F., Fondo de Cultura Económica.
- (1998), «Tecnología y cultura», *Teorema*, XVII, n.º 3, pp. 49-69.
- ROQUEPLO, Philippe (1974), *El Reparto del Saber: Ciencia, Cultura, Divulgación*, Barcelona, Gedisa.
- SHAPIN, Steven (1992), «Why the public ought to understand science-in-the-making», *Public Understanding of Science* 1, n.º 1, pp. 27-30.
- SHEN, Benjamin S. P. (1975), «Science literacy and the public understanding of science», en Day, S. B. (ed.), *Communication of scientific information*, New York, S. Karger, pp. 44-52.
- STURGIS, Patrick y ALLUM, Nick (2004), «Science in Society: Re-Evaluating the Deficit Model of Public Attitudes», *Public Understanding of Science*, 13, n.º 1, pp. 55-74.
- TRACHTMAN, L. E. (1989), «What does public understanding of science mean?» *Bulletin of Science, Technology & Society*, 9, pp. 369-373.
- TRENCH, Brian (2008), «Towards an analytical framework of science communication models», en Cheng, D.; Claessens, M.; Gascoigne, T.; Metcalfe, J.; Schiele, B. y Shi, S. (eds.), *Communicating science in social contexts. New models, new practices*, Dordrecht, Springer Science + Business Media B. V., pp. 119-135.

- WACHELDER, Joseph (2003), «Democratizing Science: Various Routes and Visions of Dutch Science Shops», *Science, Technology & Human Values*, 28, n.º 2, pp. 244-273.
- WEIGOLD, Michael F. (2001), «Communicating Science: A Review of the Literature», *Science Communication*, 23, n.º 2, pp. 164-193.
- WYNNE, B. (1995), «Public understanding of science», en Jasanoff, S.; Markle, G. E.; Petersen, J. C. y Pinch, T. (eds.), *Handbook of science and technology studies*, editado por Thousand Oaks, CA, Sage, pp. 361-388.
- (1992), «Public understanding of science research: new horizons or hall of mirrors?», *Public Understanding of Science*, 1, n.º 1, pp. 37-44.
 - (1991), «Knowledges in context», *Science, Technology, & Human Values*, 16, n.º 1, pp. 111-121.
- YEARLEY, Steven (1994), «Understanding science from the perspective of the sociology of scientific knowledge: an overview», *Public Understanding of Science*, 3, n.º 3, pp. 245-258.
- ZIMAN, J. (1992), «Not Knowing, Needing to Know, and Wanting to Know», en Lewenstein, B. V. (eds.), *When Science Meets the Public*, Washington, DC, American Association for the Advancement of Science, pp. 13-20.
- (1991), «Public Understanding of science», *Science, Technology, & Human Values*, 16, n.º 1, pp. 99-105.