



De la alfabetización científica a la comunicación pública de la ciencia: el caso de España

Lourdes López-Pérez. Departamento de Información y Comunicación. Universidad de Granada. España-
lourdeslopez@correo.ugr.es

María Dolores Olvera-Lobo. Unidad Asociada Grupo SCImago, Madrid. Departamento de Información y Comunicación. Universidad de Granada. España - molvera@ugr.es

Resumen

La comunicación pública de la ciencia es una disciplina científica muy reciente en España. Son escasos los estudios que abordan el análisis de la difusión social de la ciencia y la falta de un cuerpo teórico consolidado se manifiesta, entre otros aspectos, en la ausencia de consenso y debate para seleccionar un término con el que definir la relación entre ciencia y sociedad. De forma paralela, en los últimos 50 años, en países anglosajones como Reino Unido se han propuesto múltiples conceptos para referirse al acercamiento de los ciudadanos a la investigación científica, desde los términos alfabetización científica y comprensión pública de la ciencia propuestos en el marco de los modelos conocidos como de déficit cognitivo al actual de *public engagement* que implica la comunicación, la participación y la consulta ciudadana en la actividad científica. Este trabajo quiere llamar la atención sobre la necesidad de establecer un término en español que integre a los actores y acciones que intervienen en la interacción

ciencia y sociedad en el contexto actual. La propuesta que aquí se presenta es el uso de la expresión comunicación pública de la ciencia la cual lleva implícita la presencia de un diálogo entre iguales que se enriquece con el intercambio mutuo.

Keywords: alfabetización científica, comunicación pública de la ciencia, comprensión pública de la ciencia, cultura científica, divulgación científica, periodismo científico

1. Introducción

LA definición terminológica de la relación entre ciencia y sociedad ha evolucionado desde los vocablos alfabetización científica y comprensión pública de la ciencia normalizados por los modelos de déficit cognitivo (Bodmer, 1985) hasta el de *public engagement* planteado por autores como Dierkens y Von Grote (2003), Hanssen et al. (2003), Jones (2014) o Van der Sandem y Meijman (2008), para defender el diálogo y la participación ciudadana en una relación bidireccional. Estos conceptos, a su vez, reflejan el importante cambio que se ha producido en los últimos 60 años al transformar el rol de los ciudadanos de sujetos pasivos a miembros activos del proceso científico.

En efecto, la importancia de implicar al público en el proceso que va desde la toma de decisiones hasta la propia evaluación de la ciencia se refleja en las políticas europeas que introducen como líneas prioritarias la ciencia “en y con la sociedad” y refuerzan la investigación e innovación responsables basadas en la participación de los ciudadanos. No obstante, este panorama, ya normalizado en países anglosajones como Reino Unido y EEUU, no se observa en España donde aún no se ha conceptualizado la relación entre ciencia y sociedad. Por tanto, si bien el término mayoritariamente aceptado por la comunidad especializada es el de cultura científica —tanto en la literatura científica española como en diversas iniciativas puestas en marcha, como en el caso de las Unidades de Cultura Científica impulsadas por la Fundación Española de Ciencia y Tecnología, en universidades y en centros de investigación de todo el país— aún

siguen vigentes y se aplican otros múltiples términos para definir esta relación.

Alfabetización científica, divulgación científica, difusión científica, popularización de la ciencia, información científica y periodismo científico son algunos ejemplos de estas denominaciones, las cuáles, presentan un sesgo al fijar su atención en uno de los dos de los actores, en este caso el público. Además, la abundancia de expresiones que en español definen esta relación impide establecer un marco teórico que precise los objetivos del estudio de la interacción entre ciencia y sociedad.

En este sentido, algunas definiciones (López y Cámara, 2009; Montañés, 2011), se aproximan a la realidad descrita. Por un lado, reclamando una concepción amplia de cultura científica con tres dimensiones principales: la oferta de conocimiento, los medios de transferencia (currículo escolar, periodismo científico y entorno museístico) y los agentes receptores y por el otro, fijando la noción de popularización de la ciencia y englobando bajo este término la divulgación de la ciencia y el periodismo científico. En el caso del concepto de cultura científica más amplio, nos encontramos con una propuesta amplia y que engloba a todos los agentes de la relación ciencia y sociedad, pero presenta un sesgo de enfoque, es decir, se centra en la acción de la comunicación en el público, restándole protagonismo a uno de los principales actores del proceso, los científicos. En cuanto a la propuesta de popularización de la ciencia (Montañés, 2011) continúa presentando un significativo déficit al omitir del concepto un valor que también es importante como es el nivel de cultura o la alfabetización científica de los ciudadanos.

En este trabajo se ofrece una breve revisión de la literatura científica, principalmente producida en Europa, con el fin de ilustrar la evolución de la terminología empleada para definir la relación ciencia-sociedad. Asimismo, para la lengua española, se propone el uso del término ‘comunicación pública de la ciencia’, el cual engloba todas las partes implicadas y refleja la interacción, la participación y el intercambio de información en la actual relación entre ciencia y sociedad –que, además, se han visto facilitadas y propiciadas por las nuevas herramientas de la Web 2.0–.

2. Antecedentes: los efectos de los avances científicos de la 2ª Guerra Mundial

La comunicación pública de la ciencia es una disciplina reciente (Bryant, 2001; Jasanoff, 1998; Seydel 2007; Turney, 1994) con algo más de medio siglo de vida en el ámbito internacional y apenas dos décadas en España (González-Alcaide et al., 2009). Esta circunstancia se refleja en la limitada literatura científica existente en esta área, en la falta de acuerdo para el desarrollo de paradigmas teóricos en este campo y en la confusión en la definición de conceptos que se derivan de la misma.

Una década después de la 2ª Guerra Mundial avances como los antibióticos, los pesticidas, los rayos X o la televisión alcanzaron la vida diaria de la sociedad como frutos de las tecnologías que se habían generado durante el conflicto. Estos progresos tenían como contrapartida riesgos de los que empezaban a ser conscientes los ciudadanos cuando aún no habían olvidado los efectos devastadores de la bomba nuclear. Se generó así una fractura en la confianza ciega que la sociedad había mostrado hacia la ciencia hasta ese momento y surgieron los primeros cuestionamientos frente al avance científico y tecnológico.

En este contexto social se desarrolló uno de los primeros trabajos académicos de evaluación de la actitud del público frente a la ciencia realizado por la National Association of Science Writers de Estados Unidos (1958). El estudio anticipó algunas variables de análisis que han marcado las investigaciones posteriores de evaluación de comprensión pública de la ciencia. Interés por la ciencia, información sobre ciencia, fuentes de información científica, comprensión de nociones científicas y conocimiento del método científico fueron algunos de los ítems de evaluación propuestos en el estudio para inferir el nivel de alfabetización científica de los ciudadanos americanos.

Le siguieron otros como el de Withey (1959) que destacaron la falta de conocimiento científico en más de un 80% de los entrevistados. Los resultados de estos y otros trabajos sentaron las bases de una incipiente disciplina enfocada en ese momento a evaluar el conocimiento, intereses, actitudes y opiniones del público hacia la

ciencia. En definitiva, a determinar el nivel de alfabetización científica. Término que acoge la comunidad científica, simplificando la interacción entre ciencia y sociedad al nivel de conocimientos sobre ciencia que tienen los ciudadanos.

Esta preocupación por el conocimiento adquirido se refleja en otras aportaciones teóricas como la de Snow (1959), quien plantea en su conferencia *Las dos culturas* uno de los paradigmas que han sostenido la comunicación científica durante 50 años y que defiende la necesidad de unir la cultura literaria y la cultura científica bajo el único paraguas de la cultura. El autor afirma el distanciamiento entre los intelectuales literarios y los científicos, ambos separados por un abismo de incomprensión mutua. Aunque Snow ya introduce el término cultura científica, en este caso se refiere exclusivamente a la élite intelectual, obviando de su reflexión a la sociedad. Pese a que el modelo de Snow excluye a los ciudadanos en su defensa de la unión de las dos culturas, su discurso, avalando la cultura científica como sinónimo de modernidad y futuro, contribuyó a que se promoviese el movimiento de la alfabetización científica en el ámbito europeo.

3. La importancia de la alfabetización científica

La relación ciencia-sociedad, como hemos adelantado en párrafos anteriores, se conceptualiza por primera vez mediante el término alfabetización científica definida como el nivel de educación científica de los ciudadanos que les permite comprender, interpretar e interrelacionar fenómenos científicos, al tiempo que extraen conclusiones relevantes e independientes a partir de las noticias publicadas en los medios de comunicación (Koelsche, 1965). De esta manera, se le otorga un importante protagonismo a los medios de comunicación como intermediarios entre ciudadanos y científicos.

Las aplicaciones de esta alfabetización en diferentes esferas permiten distinguir varios tipos (Shen, 1975). La alfabetización científica propiamente dicha es considerada como la capacidad de adquirir información científica para solucionar problemas de la vida diaria. La alfabetización científica cultural, se refiere a la familiarización con la ciencia y sus implicaciones, mientras que la alfabetización científica

cívica sería la capacidad de comprender argumentos que permitan opinar frente a una controversia.

Siguiendo la estela marcada por el modelo bipolar de Snow (1959), la alfabetización científica puede verse como un puente entre el viejo conocimiento de las diferentes culturas y comunidades y el nuevo conocimiento de la ciencia internacional (Thomas y Kindo, 1978). No obstante, existen diferentes puntos de vista sobre los requerimientos necesarios para tener un grado aceptable de alfabetización científica. En unos casos (Miller, 1983) se mantiene que ha de producirse la combinación imprescindible de tres dimensiones, a saber, poseer un vocabulario científico suficiente para leer y entender artículos periodísticos, comprender el método científico y conocer el impacto de la ciencia en los individuos y en la sociedad. En otros casos (American Association for Advancement of Science, 1989; Rutherford y Alhgren, 1990) se describe a una persona alfabetizada científicamente como aquella que conoce que la ciencia, las matemáticas y la tecnología son interdependientes del ser humano con sus posibilidades y limitaciones, comprende los principales conceptos y claves de la ciencia, está familiarizada con el mundo natural, y usa el conocimiento científico para pensar en objetivos individuales y sociales.

Sin embargo, y aunque en ocasiones (Popli, 1999) se concibe la alfabetización científica de forma limitada, únicamente como la familiarización de los ciudadanos con la ciencia, es un hecho indiscutible que se trata de algo más, por lo que se hace necesario abordarla como el conocimiento y la comprensión de los conceptos y procesos científicos requeridos para la toma de decisiones y la participación en la esfera cívica, cultural y económica (National Research Council, 1996). Así, constituye un elemento necesario para poder evaluar los datos presentados por los científicos y emitir juicios informados sobre ciencia y tecnología.

Partiendo de esta idea, comienza a concebirse la alfabetización científica desde una perspectiva más adaptada a los cambios y avances científicos experimentados en la última década. Pasa así a considerarse que su papel en la vida diaria de los ciudadanos es esencial por lo que éstos deben desarrollar la habilidad para escribir y

leer sobre ciencia y tecnología y estar preparados para ser capaces de leer las etiquetas de los alimentos o entender las imágenes del Hubble (Miller, 1998).

De este modo, el primer paradigma de la comunicación pública de la ciencia pone el foco de interés en la alfabetización científica de los ciudadanos, y considera que sin la adquisición previa de conocimiento, la sociedad es más reticente al avance científico. 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.

Este modelo se encuentra entre los conocidos como de déficit cognitivo ya que se centra en la evaluación de conocimientos del público, asumiendo que una sociedad con más sabiduría ofrecerá un mayor apoyo a la ciencia. Este argumento posiciona a científicos y ciudadanos en diferentes niveles y entiende la sociedad únicamente como un repositorio cognitivo o socio cultural de conocimiento científico (Michael, 2002).

Los análisis de actitudes hacia la ciencia más relevantes se integran dentro de este paradigma conocido en EE.UU como *scientific literacy* y en Europa como *public understanding science*. Aunque para la consolidación como marco teórico de este último habrá que esperar hasta la década de 1980 (Pardo y Calvo, 2002).

4. Los ciudadanos y su comprensión de la ciencia

El informe Bodmer (1985), publicado por la Royal Society, establece las bases del segundo paradigma de la comunicación pública de la ciencia con la introducción del concepto comprensión pública de la ciencia (en inglés *public understanding of science*). En dicho informe se define cada palabra de este nuevo término de forma independiente. La ciencia se reduce a las matemáticas, la ingeniería, la tecnología, la medicina, el mundo natural y la aplicación práctica de conocimiento derivada de cada investigación. En el vocablo comprensión se integra la comprensión de la naturaleza de la actividad científica —y no solo el conocimiento de los hechos y de los datos—, mientras que pública se refiere a los ciudadanos no científicos. Además, establece que el

nivel de comprensión debe depender de la ocupación y responsabilidad del individuo clasificando al público en cinco categorías, a saber: individuos que quieren aprender por su beneficio individual y bienestar; ciudadanos que quieren ejercer sus responsabilidades cívicas en una sociedad democrática; trabajadores cuyos puestos están vinculados a la ciencia; profesionales superiores y personas que desempeñan cargos de responsabilidad y están implicadas en el proceso de toma de decisiones.

Miller (2004) simplifica el significado de comprensión pública de la ciencia, considerándola como la capacidad de los ciudadanos de seguir y participar en debates y discusiones de cuestiones científicas y tecnológicas, y añade que el nivel de comprensión necesario es aquel que habilita para leer y comprender lo que incluye la sección de Ciencia del *New York Times*. Este prestigioso investigador de la Universidad de Michigan también destaca el papel de los medios de comunicación en la relación ciencia-sociedad, al considerar que lo publicado por los mismos es la información científica que debe conocer y comprender la sociedad.

Al igual que en el caso de la alfabetización científica, este paradigma establece su eje central en el público al valorar el nivel de comprensión de los conceptos científicos como clave del éxito de la relación ciencia-sociedad y culpa de las dificultades que se producen en esta relación a la ignorancia e incomprensión de la sociedad (Michael, 2002). También es catalogado como modelo de déficit cognitivo e implica una falta de confianza mutua entre científicos y ciudadanos debido, principalmente, a las deficiencias de conocimiento de los últimos. A pesar de ello, este modelo resta importancia a la adquisición por el público de conocimientos y se centra más en los aspectos institucionales y sociales como medios de negociación de la confianza entre ciudadanos y científicos. Por otro lado, tiende a restringir la comprensión pública de la ciencia a las cuestiones que afectan a la vida cotidiana de los individuos o que generan controversia.

En este sentido, las principales críticas expuestas por los detractores de este modelo pueden sintetizarse en tres (Durant, Evans y Thomas, 1992). La primera afirma que muestra una imagen de la ciencia

positivista y errónea, al presentarla como un cuerpo de conocimientos consolidados carente de desacuerdos y de problemas internos, como si las verdades de la naturaleza fueran reveladas sin problemas a los científicos. En segundo lugar, el modelo pasa por alto que no todos los conocimientos científicos tienen una aplicación práctica en la vida diaria de los individuos y, por tanto, quedarían fuera de su conocimiento y comprensión todos aquellos que no se consideren “necesarios en la realidad inmediata”. Por último, la tercera crítica apela a la afirmación implícita que ambos paradigmas integran y es que dan por sentado que la comprensión pública de la ciencia es buena en sí misma y superior a otros tipos de conocimiento, lo que serviría de justificación para afirmar que el público debe tener más conocimientos científicos, dado que aquellos individuos con más conocimientos tienen cierta superioridad moral y social.

A estas críticas pueden añadirse otras (Paisley, 1998), como el hecho de que los conceptos de alfabetización y comprensión pública de la ciencia establecen obligaciones de acción para estudiantes, profesores, ciudadanos y políticos y excluyen a los científicos de este proceso, reduciendo su actividad a la autoría de la investigación. De esta forma, el propio concepto de comprensión pública de la ciencia implica una distinción entre una casta de expertos y otra casta de público lego (Michael, 2002).

Gaskell *et al* (1997; 1999) afirma que la variable de falta de conocimiento en relación con las actitudes hacia la ciencia está pobremente argumentada en áreas controvertidas y especializadas como la biotecnología. Y añade otros factores de influencia que inciden en la actitud del público frente al desarrollo científico y que van más allá del puro conocimiento como la regulación legal de las tecnologías, la intensidad y el tipo de cobertura de los medios, los valores de la sociedad o la percepción de los riesgos.

Pese a las numerosas críticas vertidas tanto a la alfabetización científica como a la comprensión pública de la ciencia, lo que marca un antes y un después en el uso de ambos términos para referirse a la relación ciencia-sociedad es el *Science and Technology: Third Report* (Royal Society, 2000). El estudio, encargado por el gobierno de Reino Unido, puso de manifiesto, entre otros aspectos, una falta de confianza del

público hacia la ciencia. Ante esta revelación, la administración pública centró sus esfuerzos en el desarrollo de nuevas estrategias de comunicación en ambas direcciones para mejorar la imagen de la ciencia ante la sociedad y restablecer la confianza en el sistema de investigación.

El primer paso fue sustituir el término *public understanding of science* que consideraban no adecuado por señalar la ignorancia del público como culpable de las dificultades entre científicos y ciudadanos. Además, juzgaban este modelo como retrógrado y despectivo y lo definieron como pasado de moda y potencialmente desastroso. Es así como comienza a hablarse de ciencia y sociedad introduciendo el concepto de diálogo.

5. Diálogo y comunicación pública de la ciencia

Los estudios más recientes dejan atrás los modelos de comunicación unidireccional de expertos al público lego y se introducen en una fase en la que la comunicación pública de la ciencia se asienta en las 3Ds: diálogo, discusión y debate (Pardo y Calvo, 2002).

De este modo, la interacción entre ciencia y sociedad se transforma y ambos polos se equiparan en una relación de igualdad a través de conceptos como diálogo (Dierkens y Von Grote, 2003; Davies, 2011; Hanssen et al, 2003; Jackson, Barbagallo y Haste, 2005; Michael, 2002; Royal Society, 2000; Stilgoe, Lock y Wilsdon, 2014; Winter, 2004) y comunicación pública de la ciencia (Burns, O'Conner y Stocklmayer 2003; Davies, 2011; Felt, 2003; Rowe y Frewer, 2005; Van der Sandem y Meijman, 2008; Van Dijck, 2003).

Los científicos comienzan a ser partícipes activos en la interacción con los ciudadanos y pasan a ser responsables de que la sociedad conozca el impacto de sus trabajos mediante un diálogo en el que los ciudadanos deben mostrar un respaldo activo a la ciencia y no un consentimiento pasivo como hasta ahora. Todo ello gracias a una 'nueva humildad' de la ciencia que se desplaza desde los laboratorios a las comunidades (Royal Society, 2000). En efecto, debe existir una recíproca comprensión a través de la conversación entre científicos y público no lego (Dierkens y Von Grote, 2003; Hanssen et al, 2003).

Este diálogo puede considerarse en términos de negociación (Michael, 2002) incidiendo en el hecho de que ciencia y conocimiento no son pasivamente diseminados sino, más bien, activamente negociados. De esta manera, se introducen los conceptos de heterogeneidad y distribución de la ciencia reivindicando así que no solo hay dos actores participando en la construcción y diseminación de la ciencia y de la tecnología. Además, en esta realidad transformada por las nuevas tecnologías la oposición binaria entre científicos y no científicos se difumina en favor de una paleta conformada por múltiples participantes.

Puede hablarse incluso de comunicación multicultural de la ciencia (Van Dijk, 2003) dado que son muchas las culturas y los actores implicados en la construcción de la ciencia. Así, el uso del vocablo comunicación implica reciprocidad frente al de comprensión pública de la ciencia que establece la diferencia entre expertos y audiencia. En la actualidad el puente que separaba las dos culturas (Snow, 1959) está constantemente transitado por unos y por otros gracias a un diálogo constante donde unos son influidos por los otros.

El diálogo entre ciencia y sociedad no está sin desprovisto de obstáculos (Winter, 2004). Implicar al público en el proceso de toma de decisiones supone encontrarse frente a algunas dificultades como el hecho de que muchos temas son controvertidos y la investigación para mejorar la comprensión de la ciencia entre el público es exigua. Numerosos científicos no reciben preparación en materia de comunicación durante su formación, no están habituados a comunicarse fuera de sus disciplinas y defienden aún el modelo de déficit cognitivo.

Lo que parece claro es que diálogo en ciencia implica compartir e intercambiar de forma abierta conocimiento, ideas, valores, actitudes y creencias entre organizaciones, científicos, público y políticos (Jackson, Barbagallo y Haste, 2005) y que, precisamente, diálogo es el término que mejor define el proceso actual de la comunicación científica (Davies, 2011).

Los conceptos de diálogo y comunicación pública de la ciencia también son integrados en las políticas de investigación de la Unión Europea que incluye en su VII Programa Marco una línea para

fomentar el diálogo entre ciencia y sociedad bajo la denominación *Science in society*. Estas nociones –diálogo y comunicación pública de la ciencia– podrían formar parte de lo que cabría denominarse como tercer paradigma de la comunicación pública de la ciencia pero estos no llegan a consolidarse y su uso es limitado en el tiempo para referirse a la relación entre ciencia y sociedad.

La irrupción de las nuevas herramientas Web 2.0 a mediados de la década de los 2000 ha transformado el diálogo en compromiso y participación, introduciendo un nuevo término ampliamente asentado en Reino Unido y para el que resulta especialmente difícil encontrar una traducción en español, se trata del concepto de *public engagement*.

6. Public engagement: Ciencia y sociedad en un mismo escenario

En efecto, la Web 2.0 trae consigo la introducción de *public engagement*, un nuevo concepto concebido para definir la relación entre ciencia y sociedad (Rowe y Frewer, 2005; Rowe *et al*, 2010) que implica ir más allá del mero diálogo. El *public engagement* surge como respuesta al déficit planteado en los paradigmas de alfabetización científica y de comprensión pública de la ciencia y se basa en la integración total del público en el proceso de comunicación pública de la ciencia. A través de esta nueva forma de involucrar activamente a los ciudadanos se alcanzan numerosos beneficios tales como una mayor confianza de la sociedad en los científicos, una potencial mejora del sistema democrático, más eficacia de las políticas y esto, a su vez, favorece que se reduzcan las distancias entre unos y otros, y se optimicen las decisiones. Concretamente el *public engagement* puede considerarse como una combinación de tres procesos (Rowe y Frewer, 2005), el de comunicación pública, el de consulta pública y el relativo a la participación pública.

Para el UK National Co-ordinating Centre for Public Engagement's (2010) el *public engagement* se refiere a los múltiples caminos en los que la actividad y los beneficios de la educación superior pueden ser compartidos con el público, y añade que *engagement* es, por definición, un camino de doble sentido que implica la interacción. De

esta manera, pasa a considerarse parte fundamental del proceso democrático y se introduce el concepto ciudadanos científicos asociado a *public engagement* (Árnason, 2012).



Ilustración 1

Si bien, como se ha puesto de manifiesto, los ciudadanos han sido infravalorados en los modelos anteriores (Stilgoe, Lock y Wilsdon, 2014), esta situación cambia por completo según el paradigma de

public engagement puesto que pasan a ser parte activa en todo el proceso de construcción de la ciencia.

El concepto de *public engagement* está ya normalizado en los países anglosajones hasta el punto de que museos, universidades y centros de investigación cuentan con un área, departamento o centro dedicado al *public engagement*. La Unión Europea también integra esta nueva realidad de la relación entre ciencia y sociedad en la estrategia Horizon 2020 donde el programa *Science in the society* (European Commission, 2013) ha pasado a denominarse *Science with and for society* (European Commission, 2014), incluyendo a la sociedad en el proceso de toma de decisiones de las políticas científicas

7. El caso de España: desde la alfabetización a la popularización de la ciencia

En España la relación entre la ciencia y la sociedad es mucho más reciente que en los países anglosajones. Hasta finales de 1990 no hay una preocupación real por el acercamiento de los avances científicos a los ciudadanos. La creación de los primeros museos de ciencia y la organización de actividades como la Semana de la Ciencia o la Feria de la Ciencia son las primeras iniciativas que reflejan el interés de las administraciones por fomentar la alfabetización científica de los ciudadanos. Y es que, al igual que en los países anglosajones, aunque con más de dos décadas de retraso, el primer término que se usa asociado a la unión ciencia-sociedad es alfabetización científica (Calvo Hernando, 2002a; Valentín, 2005) definiéndola de forma similar a la propuesta en el modelo de déficit cognitivo expuesto en apartados anteriores. Así, Valentín (2005) describe la alfabetización científica como el conocimiento práctico y cotidiano de la ciencia de forma que se comprenda la naturaleza global de la misma, del proceso científico y de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. Otros autores (González-Alcaide, 2009; Montañés, 2001) aplican el concepto pero no aportan una definición clara del mismo.

La denominada comunicación científica pública (Calvo Hernando, 1997) abarca un conjunto de actividades de comunicación que cuentan con contenidos científicos divulgadores destinados al público

no especialista. Para lograr este objetivo, utiliza técnicas de la publicidad, el espectáculo, las relaciones públicas, la divulgación tradicional, el periodismo o la enseñanza, entre otros.

Sin embargo, a diferencia del caso anglosajón, en España términos diferentes coexisten y no se sustituyen unos a otros sino que, más bien, se utilizan en la mayoría de las ocasiones como sinónimos, con la consiguiente confusión conceptual. De esta manera destacados autores (Calvo Hernando, 2002b) emplean indistintamente términos como alfabetización científica, entendimiento público de la ciencia o cultura científica para referirse a la interacción entre ciudadanos y científicos.

El concepto divulgación científica es otro de los descritos por la escasa literatura existente en este campo en España, y la definición propuesta por F. de Lionnais en 1958 ha contado con notables adhesiones (Roqueplo, 1983; Calvo Hernando, 1997): “Lo que entendemos por divulgación científica es precisamente esto: toda la actividad de explicación y difusión de los conocimientos, la cultura y el pensamiento científico y técnico sean hechas fuera de la enseñanza oficial o de enseñanzas equivalentes... La segunda reserva es que estas explicaciones extraescolares no tengan por fin formar especialistas, ni tampoco perfeccionarlos en su propia especialidad, ya que, por el contrario, reivindicamos completar la cultura de los especialistas fuera de su especialidad” (Roqueplo, 1983: 21)

En efecto, la divulgación científica es una actividad encaminada a difundir el conocimiento científico y tecnológico de forma que éstos sean accesibles e inteligibles para una población no especializada (González-Alcaide *et al*, 2009). Esta tarea se sirve de distintos canales comunicativos para hacer llegar la ciencia al público (Montañés, 2011) tales como suplementos semanales en prensa diaria, revistas especializadas, programas de radio y televisión, Internet, libros, documentales, museos, planetarios, conferencias, entre otros. Esta definición amplia integra bajo el paraguas de la divulgación las actividades de acercamiento de la ciencia a la sociedad desarrolladas por científicos, periodistas, docentes, museos y gestores culturales. Además, en ocasiones (Belenguer, 2003), si la comunicación la desarrollan los periodistas –y éstos deben hacerlo con la misma

trascendencia e importancia que aplican a otras áreas informativas—se habla de información científica, mientras que la divulgación científica abarcaría un universo más amplio que implica toda actividad de explicación, de difusión de los conocimientos, de la cultura y del pensamiento científico y técnico efectuada fuera de la enseñanza oficial o de las enseñanzas equivalentes.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que, aunque alfabetización científica se sigue utilizando en algunos contextos, el término acuñado actualmente en España para referirse al nivel de comprensión y conocimiento que los ciudadanos tienen de la ciencia es el de cultura científica. Este término se considera en Europa como el equivalente a *public understanding of science* o *science literacy* usados en el Reino Unido y en Estados Unidos, respectivamente (Godin y Gigras, 2000). La cultura científica se considera una noción que 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 (Montañés, 2011). Y, por ello, se concibe 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, siendo el fin último formar a ciudadanos capaces de moverse con cierta soltura por la realidad científica. Incluso puede diferenciarse entre cultura científica intrínseca y extrínseca (Montañés, 2011; Quintanilla, 2010). La cultura científica intrínseca es la que forma parte de las actividades científicas propiamente dichas y la extrínseca la que integra a todas aquellas prácticas que forman parte de iniciativas relacionadas con la percepción, la comprensión y la comunicación pública de la ciencia, así como la promoción de la participación ciudadana en actividades vinculadas a la ciencia.

Otros autores, como López y Cámara (2009), demandan una concepción amplia de cultura científica. Consideran que la cultura científica de los individuos no solo contiene elementos básicos de la ciencia, sino que cabe esperar que incluya elementos de carácter metacientífico como riesgos, efectos adversos, usos políticos, dilemas éticos o influencias económicas de la investigación científica y el desarrollo tecnológico.

En su visión ampliada de la cultura científica hablan de tres dimensiones principales: la oferta de conocimiento, los medios de transferencia (currículum escolar, periodismo científico y entorno museístico) y los agentes receptores. Este planteamiento presenta algunos sesgos al omitir del proceso a los científicos, como principales fuentes de información, y a medios de transferencia de alto impacto en la actualidad como es Internet.

Más aún encontramos otras propuestas para conceptualizar la relación ciencia-sociedad tales como el término popularización de la ciencia –respaldada por Montañés (2011) que acuña este término para englobar la divulgación y el periodismo científico, y aborda al margen de estas dos tareas la noción de cultura científica–, o comunicación pública de la ciencia –empleada por diferentes autores (Belenguer, 2003; Calvo Hernando, 1996; Montañés 2011)– como sinónimo de divulgación de científica.

Finalmente, aunque es cultura científica la expresión más extendida en la actualidad en España para definir la relación entre sociedad y ciencia –como lo demuestra el hecho de que dé nombre a los programas de financiación promovidos por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología y a las Unidades de Cultura Científica de las universidades y centros públicos españoles– otras definiciones y términos se superponen y confunden entre sí. Alfabetización científica, periodismo científico, divulgación científica, información científica, comunicación científica o comunicación pública de la ciencia son algunos de ellos. Esto se debe a la inexistencia de un corpus terminológico que sustente esta nueva disciplina que es la comunicación pública de la ciencia, a que la investigación en comunicación pública de la ciencia es aún muy reciente en España, y a que la mayor parte de los trabajos desarrollados se centran en el periodismo científico y en la medición de la alfabetización científica de los ciudadanos (González-Alcaide *et al*, 2009).

7. Una propuesta integradora: Comunicación Pública de la Ciencia

En España por tanto, partimos del hecho de que la literatura científica existente aborda la relación entre ciencia y sociedad refiriéndose a ella mediante múltiples términos –los cuales, aunque

con diferentes significados, se utilizan en la mayoría de los casos como sinónimos— y de que, a diferencia de países como Reino Unido, desafortunadamente hasta el momento no ha existido una reflexión profunda acerca de cuál debería adoptarse como denominación más adecuada para evidenciar esta compleja relación. Esta carencia cuenta con más implicaciones de las que podría pensarse en un primer momento, puesto que el uso que hacemos del lenguaje influye inevitablemente en nuestra visión del mundo y la terminología especializada no es ajena a esta circunstancia.

El uso generalizado de un único término referido a la necesaria interacción ciencia-sociedad que además gozara de una amplia aceptación contaría con innumerables consecuencias positivas. En primer lugar, contribuiría a crear los fundamentos y cimientos de una disciplina que tuviera como objeto de estudio todos los factores que influyen en la relación entre ciencia y sociedad. Facilitaría el acceso a la producción científica generada en esta incipiente especialidad y contribuiría a establecer cuáles deben ser las líneas prioritarias de investigación en este campo. Además, constituiría un indiscutible motor de cambio para mejorar también la comunicación de la ciencia y, por tanto, la visión y la cultura que los ciudadanos tienen respecto a la misma.

El término ‘comunicación pública de la ciencia’ responde a esta necesidad y representa un concepto integrador en el que están presentes todos los actores que participan de esta interacción. La descripción de los tres principales vocablos que componen el término nos permiten ofrecer una definición estructurada de éste. De esta forma, la comunicación, es entendida como conversación entre científicos, divulgadores y sociedad. Pública, se refiere a que se realiza fuera del ámbito especializado y está abierta a todos los sectores de la sociedad, incluidos los propios científicos. Finalmente ciencia, incluye como científicas todas las disciplinas que utilicen el método científico para la obtención de resultados (Ver ilustración 2).

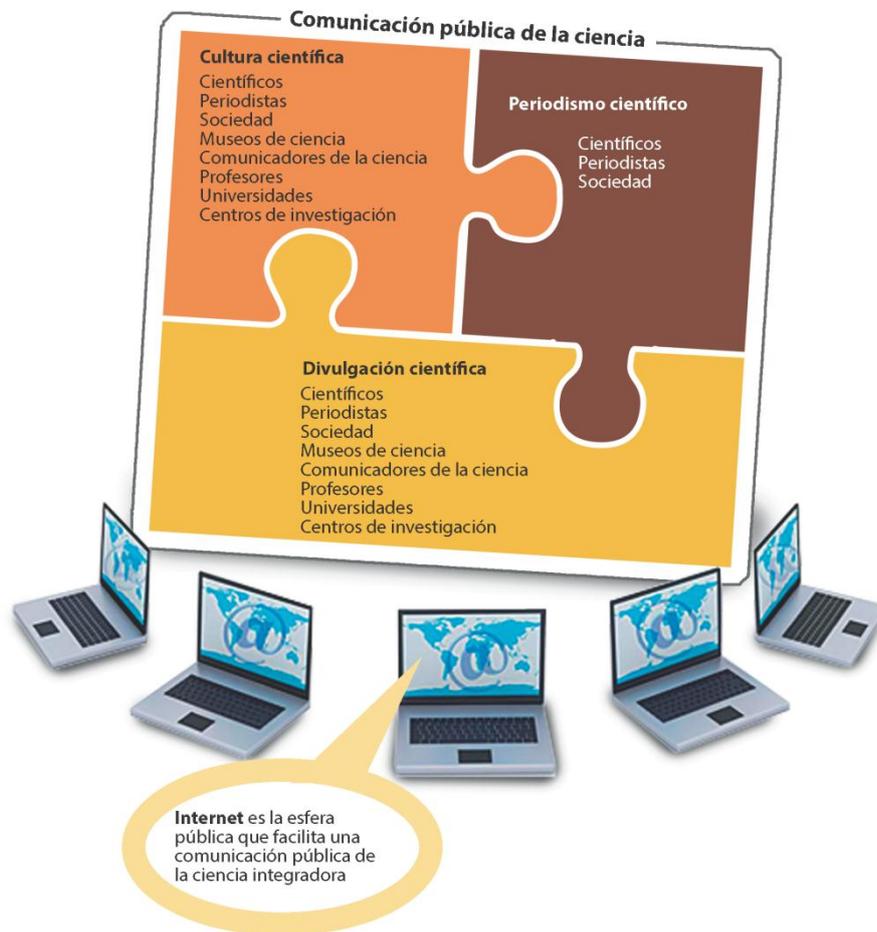


Ilustración 2

Si bien este término ha sido usado anteriormente (Calvo Hernando, 2006; Montañés, 2011) para referir la relación entre ciencia y sociedad, no se había propuesto hasta el momento una definición del mismo que englobara a todos los actores que intervienen en la comunicación pública de la ciencia y que integrara el nuevo contexto de diálogo entre iguales donde científicos y ciudadanos establecen una relación horizontal basada en el intercambio de información y en la colaboración activa.

En la comunicación pública de la ciencia hay un diálogo entre iguales que se enriquece por el beneficio mutuo. Gracias a la Web 2.0, que ha

posibilitado la creación de una esfera pública de fácil acceso donde no hay limitaciones físicas o geográficas, esta conversación permite que unos y otros puedan desempeñar simultáneamente el papel de emisores y de receptores Olvera-Lobo y López-Pérez (2013 a, 2013b, 2014a, 2014b, 2015) y López-Pérez y Olvera-Lobo (2015a, 2015b, 2015c). De esta forma, los ciudadanos dejan de ser sujetos pasivos que aguardan la información proveniente de los expertos para enriquecer sus conocimientos y, por el contrario, se erigen en actores del proceso de la ciencia que deciden, opinan, valoran y evalúan.

Así, en el concepto de comunicación pública de la ciencia se integrarían la divulgación de la ciencia –para referirse a las acciones que lleva a cabo la ciencia fuera de los laboratorios y la presentan en espacios públicos–, el periodismo científico –para hacer alusión a reportajes y noticias publicados en medios de comunicación–, y la cultura científica –para referirnos al nivel de conocimiento de la ciencia que tiene la sociedad–.

9. Conclusiones

La comunicación pública de la ciencia es una disciplina muy reciente y aún cuenta con escasos estudios que sustenten el cuerpo teórico de la misma. Una situación que se agrava aún más en el caso español donde las investigaciones en este campo han comenzado a desarrollarse a partir de finales de la década de los 90, casi cuarenta años más tarde que en Reino Unido y EE.UU. En este sentido, se hace imprescindible el desarrollo de trabajos que contribuyan a la consolidación de la disciplina, y que favorezcan el establecimiento de un corpus teórico y conceptual consensuado para la misma.

En Reino Unido, y en gran parte de Europa, el término empleado en la actualidad para definir la nueva realidad de la relación ciencia y sociedad es *public engagement*. En España, la situación es más compleja al no haberse aún planteado debate alguno sobre la conveniencia de encontrar un término que describa la relación de equidad que debe darse entre ciencia y sociedad. Además, el desarrollo de la investigación en este campo cuenta apenas con algo más de una década y se ha centrado principalmente en el periodismo científico

(González-Alcaide *et al*, 2009), perspectiva desde la que no se ha generado una reflexión sobre las bases que sustentan la interacción ciencia-sociedad.

El término aceptado de forma más generalizada en España por la comunidad de especialistas es el de cultura científica. Un vocablo que podría ser inadecuado ya que hace referencia al nivel de conocimientos de científicos del público y fija el interés de la comunicación pública de la ciencia en este sentido. Podríamos decir que de alguna forma no solo deja al margen a los científicos como actores del proceso, sino que se aleja de los principios de discusión, debate y diálogo que establecen los nuevos modelos académicos en esta disciplina.

Además, y para aumentar la confusión, hay otros términos que se utilizan como sinónimos e indistintamente, como divulgación científica, popularización científica, información científica, alfabetización científica, entre otros.

La irrupción de la Web 2.0, y su consolidación en España en la primera década de 2000, ha transformado la base de la relación entre científicos y ciudadanos al generar una nueva esfera pública en la que es posible establecer una conversación entre unos y otros sin intermediarios. Es por eso por lo que se hace imprescindible normalizar y definir un término que responda a la nueva realidad. La propuesta que aquí se presenta es el uso de la expresión ‘comunicación pública de la ciencia’ como un concepto integrador en el que están presentes todos los actores –incluidos periodistas, divulgadores y museos de ciencia– desempeñando un papel igualitario de emisores y receptores simultáneamente en una conversación donde hay un intercambio mutuo.

El establecimiento de un término claramente definido para describir la relación entre ciencia y sociedad, y cuyo uso se acepte mayoritariamente, se hace imprescindible para favorecer que España alcance a los países europeos en el campo de la comunicación de la ciencia y se logre reducir el desfase que existe en la actualidad entre producción científica y divulgación. Sirva nuestra pequeña aportación como acicate para contribuir a impulsar este necesario debate.

10. Bibliografía

American Association for the Advancement of Science (1989). *Science for All Americans*. Washington, D.C.: Oxford University Press.

Árnason, V. (2012). “Scientific Citizenship in a Democratic Society”. *Public Understanding of Science* v. 22 n. 8 pp. 927-940
<http://dx.doi.org/10.1177/0963662512449598>

Belenguer, M. (2003). “Información y divulgación científica: dos conceptos paralelos y complementarios en el periodismo científico”. *Estudios sobre el mensaje periodístico* v. 9 pp. 43-53
ISSN 1134-1629

Bodmer, W. (1985). *The Public Understanding of Science*. London: The Royal Society. Recuperado de:
https://royalsociety.org/~media/Royal_Society_Content/policy/publications/1985/10700.pdf (01-02-2014)

Bryant, C. (2001). The Anatomy of a Science Circus: The Evolution of a Graduate Program in Science Communication. In: S. Stockmayer, M. Gore, & C. Bryant (Eds.), *Science Communication in Theory and Practice* (pp. 237-255). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic.

Burns, T., O’Conner, D. y Stockmayer, S. (2003). “Science Communication: A Contemporary Definition”. *Public Understanding of Science* v. 12 n. 2 pp. 183–202
(<http://dx.doi.org/10.1177/09636625030122004>)

Calvo Hernando, M. (1996). “La divulgación de la Ciencia como objeto de investigación”. *Arbor: Ciencia, pensamiento y cultura*, n. 601 pp. 105-120.

Calvo Hernando, M. (1997). *Manual de Periodismo Científico*. Madrid: Bosch Casa Editorial.

Calvo Hernando, M. (2002a). ¿Popularización de la ciencia o alfabetización científica? *Revista de Cultura Científica de la Universidad Autónoma de México* n. [6] pp. [100-105] Disponible

en: <http://www.revistacienciasunam.com/es/87-revistas/revista-ciencias-66/760-popularizacion-de-la-ciencia-o-alfabetizacion-cientifica.html> (30-06-2014)

Calvo Hernando, M. (2002b). Periodismo científico en España. Primeros decenios del siglo XX. *Comunicar* n. [19] pp. [15-18] ISSN: 1134-3478

Calvo-Hernando, M. (2006). *Conceptos sobre difusión, divulgación, periodismo y comunicación*. Recuperado en: <http://www.manuelcalvohernando.es/articulo.php?id=8> (30-06-2014)

Davies, S. (2011). The Rules of Engagement: Power and Interaction in Dialogue Events. *Public Understanding of Science* v. 22 n. 65 (<http://dx.doi.org/10.1177/0963662511399685>)

Dierkens, M. y Von Grote, C. (2003). *Between Understanding and Trust: The Public, Science and Technology*. London: Routledge.

Durant, J., Evans, G. y Thomas, G. (1992). Public Understanding of Science in Britain: The Role of Medicine in the Popular Presentation of Science. *Public Understanding of Science* v.1 n.2 pp. 161–182 (<http://dx.doi.org/10.1088/0963-6625/1/2/002>)

European Commission (2013). *What is Science in society*. Recuperado de: <http://ec.europa.eu/research/science-society> (18-07-2014)

European Commission (2014). *Research & Innovation Science in society*. Retrieved from: <http://ec.europa.eu/research/science-society/> (28-06-2014)

Felt, U. (2003). Why Should the Public ‘Understand’ Science? A Historical Perspective on Aspects of the Public Understanding of Science. En Dierkens, M. and Von Grote, C. (2003). *Between Understanding and Trust: The Public, Science and Technology*. London: Routledge.

Gaskell, G., Allum, N., Bauer, M., Durant, J., Allansdottir, A. y Bonfadelli, H. (2000). *Biotechnology and the European*

- Public. *Nature Biotechnology* v. 18 pp. 935–8
(<http://dx.doi.org/10.1038/79403>)
- Gaskell, G., Bauer, M., Durant, J. y Allum, N. C. (1999). Worlds Apart? The Reception of Genetically Modified Foods in Europe and the U.S. *Science* v. 285 n. 5426 pp. 384–7
(<http://dx.doi.org/10.1126/science.285.5426.384>)
- Gaskell, G., Wagner, W., Torgerson, H., Einsiedel, E., Jelsoe, E. y Fredrickson, H. (1997). Europe Ambivalent on Biotechnology. *Nature* v. 387 pp. 845–7 ISSN 0028-0836.
- Godin, B. y Gingras, Y. (2000). What is Scientific and Technological Culture and How is it Measured? A Multidimensional Model. *Public Understanding of Science* v.9 n.1 pp. 143-158
(<http://dx.doi.org/10.1088/0963-6625/9/1/303>)
- González-Alcaide et al (2009). La investigación sobre la divulgación de la ciencia en España: situación actual y retos para el futuro. *ARBOR Ciencia, pensamiento y cultura* n. 738 pp.861-869
(<http://dx.doi.org/10.3989/arbor.2009.738n1058>)
- Hanssen et al (2003). *Wetenschapsvoorlichting profetie of professie:een confrontatie tussen communicatietheorie en voorlichtingspraktijk*. Amsterdam: Report Sticing WeTeN.
- Jackson, R., Barbagallo, F. y Haste, H. (2005). Strengths of public dialogue on science-related issues. *Critical Review of International Social and Political Philosophy* v.8 n.3 pp. 349–358
(<http://dx.doi.org/10.1080/13698230500187227>)
- Jasanoff, S. (1998). Coming of age in science and technology studies. *Science Communication*, v. 20 n.1 pp.91-98
(<http://dx.doi.org/10.1177/1075547098020001011>)
- Jones, R. (2014). Reflecting on public engagement and science policy. *Public Understanding Science* v. [3] n. [1] pp. [27-31]
(DOI:<http://dx.doi.org/10.1177/0963662513482614>)
- Koelsche, C.L. (1965). Scientific literacy as Related to the Media of Mass Communication. *School Science and Mathematics* v.65 n.8

pp.719-725 (<http://dx.doi.org/10.1111/j.1949-8594.1965.tb13564.x>)

López-Cerezo, J. y Cámara-Hurtado, M. (2009). La Cultura Científica en España. En: *Lengua para la ciencia y la tecnología*. Madrid: Santillana ISBN: 978-84-936688-7-7

López-Pérez, L. y Olvera-Lobo, M.D. (2015a). Comunicación de la ciencia 2.0 en España: El papel de los centros públicos de investigación y de medios digitales. *Revista Mediterránea de Comunicación* v. [6] n. [2] (DOI: <http://dx.doi.org/10.14198/MEDCOM2015.6.2.08>)

López-Pérez, L. y Olvera-Lobo, M. D. (2015b). El tratamiento de la información científica en las ediciones digitales de los periódicos españoles. *El Profesional de la Información* v. [4] n. [6] ISSN: 1386-6710

López-Pérez, L. y Olvera-Lobo, M. D. (2015c). Social media as channels for the public communication of science. The case of Spanish research centers and public universities. In: *Facets of Facebook. Use and Users. De Gruyter House*

Michael, M. (2002). Comprehension, Apprehension, Prehension: Heterogeneity and the Public Understanding of Science. *Science, Technology & Human Values* v. 27 n.3 pp.357-78 (<http://dx.doi.org/10.1177/016224390202700302>)

Miller, J. D. (1983). Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Review. *Daedalus* v. 112 n.2 pp. 29–48 . Recuperado de: <http://www.jstor.org/stable/20024852> (18-07-2014)

Miller, J. D. (1998). The Measurement of Civic Scientific Literacy. *Public Understanding of Science* v.7 n.3 pp. 203-223 (<http://dx.doi.org/10.1088/0963-6625/7/3/001>)

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* v. 13 n. 3 pp. 273-294 (<http://dx.doi.org/10.1177/0963662504044908>)

- Montañés, O. (2011). *Problemas Epistemológicos de la Comunicación Pública de la Ciencia*. Alicante: Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes. Recuperado de:
<http://www.cervantesvirtual.com/obra/problemas-epistemologicos-de-la-comunicacion-publica-de-la-ciencia/>
 (26-02-2014)
- National Association of Science Writers (1958). *Science, the news and the public*. New York: New York University Press.
- National Co-Ordinating Centre For Public Engagement (2010). *What is Public Engagement*. Recuperado de:
<https://www.publicengagement.ac.uk/explore-it/what-public-engagement> (13-06-2014)
- National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Olvera-Lobo, M.D. y López-Pérez, L. (2013a). La divulgación de la ciencia española en la Web 2.0. El Caso del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en Andalucía y Cataluña. *Revista Mediterránea de Comunicación* v. [4] n. [1] pp. [169-191] (DOI: <http://dx.doi.org/10.14198/MEDCOM2013.4.1.08>)
- Olvera-Lobo, M.D. y López-Pérez, L. (2013b). The role of public universities and the primary digital national newspapers in the dissemination of Spanish science through the Internet and Web 2.0. En: *TEEM '13 Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality*. New York: ACM pp. [191-196] (DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/2536536.2536565>)
- Olvera-Lobo, M.D. y López-Pérez, L. (2014a). Science communication 2.0: The situation of Spain through its public universities and the most widely-circulated online newspapers. *Information Resources Management Journal* v. [27] n. [3] pp. [42-58] (DOI: <http://dx.doi.org/10.4018/irmj.2014070104>)
- Olvera-Lobo, M. D. y López-Pérez, L. (2014b). Relación ciencia-sociedad: evolución terminológica. En: González Vallés, J. y

Valderrama-Santomé, M. (coord.). *Comunicación actual: Redes sociales y lo 2.0 y 3.0*. Madrid: McGraw Hill. ISBN: 978-84-4819-746-9, E-ISBN: 978-84-4819-732-2

Olvera-Lobo, M. D. y López-Pérez, L. (2015). Science journalism: the standardisation of information from the press to the Internet. *JCOM* v. [14] n. [3] Y01 Disponible en: http://jcom.sissa.it/archive/14/03/JCOM_1403_2015_Y01 (09-09-2015)

Paisley, W. (1998). Scientific Literacy and the Competition for Public Attention and Understanding. *Science Communication* v. 20 n.1 pp. 70-80
(<http://dx.doi.org/10.1177/1075547098020001009>)

Pardo, R. y Calvo, F. (2002). Attitudes toward science among the European public: A methodological analysis. *Public Understanding Science* v. 11 n. 2 pp. 155-195
(<http://dx.doi.org/10.1088/0963-6625/11/2/305>)

Popli, R. (1999). Scientific literacy for all citizens: different concepts and contents. *Public Understanding of Science*. v.8 n.2 pp. 123-137 (<http://dx.doi.org/10.1088/0963-6625/8/2/304>)

Quintanilla, M. (2010). *La ciencia y la cultura científica*. Artefactos v. 3 n.1 pp. 31-48.

Roqueplo, P. (1983), *El reparto del saber. Ciencia, cultura, divulgación*. Barcelona: Gedisa.

Rowe, G. y Frewer, L. (2005). A Typology of Public Engagement Mechanisms. *Science, Technology, and Human Values* v.30 n.2 pp. 251–90. (<http://dx.doi.org/10.1177/0162243904271724>)

Rowe, G., Rawsthorne, D. y Scarpello, T. (2010). “Public engagement in research funding: a study of public capabilities and engagement methodology”. *Public Understanding of Science* v. 19 n.2 pp. 225-239
(<http://dx.doi.org/10.1177/0963662508096780>)

Royal Society (2000). *Science and Technology: Third Report*. Recuperado de:

<http://www.publications.parliament.uk/pa/ld199900/ldselect/ldsctech/38/3801.htm> (10-06-2014)

- Rutherford F. y Alhgren A. (1990). *Science for all Americans*. Nueva York: Oxford University Press.
- Seydel, E. (2007). Wetenschapscommunicatie, conclusies en ontwikkelingen: Een discipline in aanbouw? [Science communication, conclusions and developments: A discipline under construction?]. In J. Willems (Ed.), *Basisboek wetenschapscommunicatie* (pp. 235-241). Amsterdam: Boom Onderwijs.
- Shen, B. (1975). Scientific Literacy and the Public Understanding of Science. *Communication of Scientific Information* v. 63 n.3 pp. 44-52
- Snow, C. (1959). *The Two Cultures*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Stilgoe, J., Lock, S. y Wilsdon, J. (2014). Why Should We Promote Public Engagement with Science? *Public Understanding of Science*. v. 23 n.1 pp. 4-15
(<http://dx.doi.org/10.1177/0963662513518154>)
- Thomas, F. y Kindo, A. (1978). *Towards Scientific Literacy*. Tehran: International Institute for Adult Literacy Methods and Hulton Educational Publications.
- Turney, J. (1994). Teaching Science Communication: Courses, Curricula, Theory and Practice. *Public Understanding of Science*, v. 3 n. 4 pp. 435-443. (<http://dx.doi.org/10.1088/0963-6625/3/4/006>)
- Valentín, G. (2005). Los retos de la divulgación y la enseñanza científica en el próximo futuro. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, n. 19 pp. 91-102.
- Van der Sandem, C. and Meijman, F. (2008). Dialogue Guides Awareness and Understanding of Science: An Essay on Different Goals of Dialogue Leading to Different Science Communication Approaches. *Public Understanding of Science*

v.17 n.1 pp. 89-93
(<http://dx.doi.org/10.1177/0963662506067376>)

Van Dijck, J. (2003). After the "Two Cultures": Toward a "(Multi)cultural" Practice of Science Communication. *Science Communication* v. 25 n. 2 pp. 177-190
(<http://dx.doi.org/10.1177/1075547003259540>)

Winter, E. (2004). "Public Communication of Science and Technology: German and European Perspectives". *Science Communication* v. 25 n.3 pp. 288-293
(<http://dx.doi.org/10.1177/1075547003262665>)

Whitey, S. B. (1959). Public Opinion about science and scientists. *Public Opinion Quarterly* v. 23 n. 3 pp. 382-388
(<http://dx.doi.org/10.1086/266890>)