



LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y SUS MODELOS COMUNICATIVOS: ALGUNAS REFLEXIONES TEÓRICAS PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

THE SCIENTIFIC DIVULGATION AND THEIR COMMUNICATIVE MODELS: SOME THEORETICAL REFLECTIONS FOR SCIENCES TEACHING

Jorge Manuel Escobar-Ortiz*, Andrea Rincón-Álvarez**

Instituto Tecnológico Metropolitano

Recibido: 23 de agosto de 2018- Aceptado: 10 de octubre de 2018- Publicado: 14 de diciembre de 2018

Forma de citar este artículo en APA:

Escobar-Ortiz, J.M. y Rincón-Álvarez, A. (enero-junio, 2019). La divulgación científica y sus modelos comunicativos: algunas reflexiones teóricas para la enseñanza de las ciencias. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 10(1) pp.135-154 DOI: <https://doi.org/10.21501/22161201.3062>

Resumen

Este artículo busca contribuir a la reflexión teórica sobre los modelos comunicativos de divulgación científica para la enseñanza de las ciencias. Se muestra en él que apoyarse en una dicotomía entre déficit y democracia para tratar dichos modelos es inadecuado, pues ambos no son excluyentes, como se afirma habitualmente. En esa medida, tal dicotomía no funciona como una categoría apropiada de análisis para estos modelos. A partir de la exposición de la tesis de conocimiento en tránsito, que incluye el estudio de las circunstancias de modo y lugar de la divulgación científica, proponemos la contraposición entre el carácter unidireccional y el carácter multidireccional del proceso comunicativo como una categoría de análisis mucho más fructífera. Finalmente, formulamos algunos planteamientos generales sobre la pertinencia de este tipo de reflexiones teóricas para el uso de la divulgación científica en la enseñanza de las ciencias.

* Doctor en Ciencias Humanas y Sociales. Coordinador de la maestría e integrante del grupo de investigación en Estudios de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación de la Facultad de Artes y Humanidades del Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín (Colombia). Correo electrónico: jorgeescobar@itm.edu.co  <http://orcid.org/0000-0003-3785-3114>

** Magíster en Estudios de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación. Docente de la Facultad de Artes y Humanidades del Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín (Colombia). Correo electrónico: andrearincon7651@itm.edu.co  <http://orcid.org/0000-0003-2769-309X>

Palabras clave

Divulgación científica; Conocimiento en tránsito; Modelo del déficit; Modelo democrático; Enseñanza de las ciencias.

Abstract

This article wants to contribute to the theoretical reflection in regards of the communicative models of scientific divulgation for sciences teaching. It is shown in which lean on a dichotomy between deficit and democracy to deal with those models is inadequate, because both models are not excluding, as it is usually stated. In that extent such dichotomy does not work as an appropriate analysis category for these models. From the exhibition of the transit knowledge thesis that includes the study of the mode and place scientific divulgation circumstances, we propose the oppositions between the unidirectional character and the multidimensional character of the communicative process as a more fruitful analysis category. Finally, we formulated some general approaches about belonging of this type of theoretical reflections for the use of scientific divulgation for sciences teaching.

Keywords

Scientific divulgation; Transit knowledge; Deficit model; Democratic model; Sciences teaching.

INTRODUCCIÓN

La idea que la divulgación científica puede servir como una estrategia para la enseñanza de las ciencias se ha extendido con gran vigor en el ámbito iberoamericano. Ejemplos de esto son los portales de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) como Iberciencia e Iberdivulga, la inclusión de temáticas educativas en las reuniones bienales de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe (RedPOP), y algunos trabajos académicos publicados en revistas especializadas dedicadas a temas de educación y ciencia. Todas estas fuentes se han convertido en puntos de referencia importantes para muchos educadores de la región interesados en los vínculos que mantienen o deberían mantener la divulgación científica y la enseñanza de las ciencias. Sin embargo, a pesar de este reconocimiento, poco se ha reflexionado en este contexto sobre el problema de los modelos comunicativos de divulgación científica. En otras palabras, aunque existe un abundante cuerpo de literatura que conecta la divulgación científica con la enseñanza de las ciencias y el fomento de las así llamadas vocaciones científicas, no suele discutirse con la misma intensidad sobre los modelos comunicativos en que se apoyaría dicha conexión.

El propósito de este artículo es contribuir a este tipo de reflexiones. Nuestro interés es alentar un mayor número de aproximaciones a estos temas, con el fin de robustecer el sustento teórico de las iniciativas actuales que apelan al uso de la divulgación científica en el ámbito de la enseñanza de las ciencias. En esa medida, nuestro propósito no es ofrecer directamente propuestas y acciones concretas para la enseñanza de las ciencias, sino más bien reflexiones teóricas que sirvan de sustento conceptual para esas propuestas y acciones concretas. Y para ello, nuestro punto de partida es el estudio de la dicotomía entre déficit y democracia.

La justificación para enfocarnos en este aspecto es que dicha dicotomía se ha tomado casi por defecto como la categoría fundamental de análisis en los estudios contemporáneos de divulgación científica. Sin embargo, contra esta perspectiva, y en acuerdo con otras que la ponen en duda (Cortassa, 2010; Cortassa, 2016; Escobar, 2017a; Escobar, 2017b), nosotros argumentamos dos cosas en este artículo. En primer lugar, que no existe dicha dicotomía, pues algunos modelos comunicativos pueden calificarse al mismo tiempo como democráticos y deficitarios. En segundo lugar, y como consecuencia de lo anterior, que existe una categoría de análisis mucho más fructífera que dicha dicotomía, a saber: la contraposición entre el carácter unidireccional y el carácter multidireccional del proceso comunicativo.

Para hacer esto, procederemos como sigue. En la próxima sección exponemos con algún detalle en qué consiste la dicotomía entre déficit y democracia. Luego pasaremos a explicar por qué la contraposición entre el carácter unidireccional y el carácter multidireccional del proceso comunicativo puede ser mucho más fructífera como categoría de análisis. Por último, terminamos

con algunos planteamientos generales sobre la pertinencia de este tipo de reflexiones teóricas en la enseñanza de las ciencias. Antes de comenzar, sin embargo, resulta pertinente dar algunas palabras sobre el término mismo de ‘divulgación científica’.

En este artículo se entiende la divulgación científica como una forma específica de comunicación pública de la ciencia y la tecnología. En particular, nuestro foco recae sobre los modelos comunicativos que estructuran los procesos de divulgación científica, y no propiamente sobre los debates terminológicos, que se presentan con frecuencia en este ámbito y que pretenden distinguir términos cuyo uso real muestra que se emplean como sinónimos la mayor parte del tiempo. Tomamos, así, el término ‘divulgación científica’ como un hiperónimo de otros términos como popularización científica, vulgarización científica, difusión científica, entre otros. Escobar (2018) da razones más detalladas para sustentar esta aproximación al debate. El punto central es entender la divulgación científica como una forma de comunicación pública de la ciencia y la tecnología, independientemente del término que se emplee, pues los argumentos que exponemos en este artículo aplican por igual a los otros términos mencionados en el debate. En cualquier caso, más adelante profundizamos en aspectos adicionales del concepto de divulgación científica.

¿Déficit o democracia? Los vestigios de una obsesión

Quienes se han ocupado de la divulgación científica desde un punto de vista más teórico que práctico suelen postular como una verdad casi autoevidente la existencia de una dicotomía aparentemente irreconciliable entre un modelo deficitario y un modelo democrático de divulgación científica. De acuerdo con los proponentes de esta dicotomía, es posible enumerar una serie de características que no solo permitirían diferenciar ambos modelos entre sí, sino además comprender la importancia de defender el segundo modelo sobre el primero. Quizá la postura más influyente en este sentido se debe a Durant (1999), que se apoyó explícitamente en la dicotomía para describir ambos modelos.

En primer lugar, Durant afirma que el modelo del déficit se caracteriza por tres aspectos centrales:

- ▶ Una visión simplista de la ciencia como un cuerpo de conocimiento ya terminado y definitivo.
- ▶ Una identificación negativa del público como gente profana en el conocimiento de los expertos.
- ▶ La atribución de la causa de los desencuentros entre la ciencia y el público a ignorancia o incompreensión por parte de este último.

Durant (1999) explica que, para contrarrestar este modelo, empieza a crecer el interés por un modelo alternativo en la década de 1990; así aparece el modelo democrático, cuya finalidad es comprender la relación entre la ciencia y el público en términos de una democracia pluralista, y cuyas principales características serían las siguientes:

- ▶ El establecimiento de una relación de igualdad entre científicos y no científicos que enfatiza el diálogo como una precondition para resolver desacuerdos entre expertos y profanos.
- ▶ El reconocimiento de formas de experticia múltiples y en ocasiones conflictivas que pueden articularse entre sí mediante el debate público, abierto y constructivo.
- ▶ La comprensión de las relaciones entre la ciencia y el público no solo por referencia al conocimiento puramente formal, sino además por otros factores como valores, poder y confianza.

Esta manera de pensar la divulgación científica en términos de una dicotomía reaparece posteriormente bajo diferentes tratamientos en la literatura académica, de acuerdo con el lugar donde se ponga el énfasis, si en el déficit o en la democracia.

En algunos casos, el énfasis se pone en el lado del déficit, y para ello se ofrecen versiones más sofisticadas del primer modelo. Eso sucede con particular fuerza en el caso de Lozano (2005), que distingue entre un modelo de déficit simple y un modelo de déficit complejo, ambos contrapuestos al modelo democrático. Esta perspectiva ha tenido gran influencia en el ámbito iberoamericano, como se evidencia en las 90 referencias a su libro que aparecen en Google Scholar a noviembre de 2018; entre ellas pueden mencionarse los trabajos de Daza y Arboleda (2007); Lozano (2008); Tait-Lima, Felix das Neves & Dagnino (2008); Jiménez y Palacio (2010); Arias-Cadavid (2011); y Daza-Caicedo y Lozano-Borda (2013).

En otros casos, el énfasis se pone principalmente en el lado de la democracia, y para ello se ofrecen versiones que resaltan diversos aspectos del modelo democrático como el contexto, el diálogo y la participación, pero para subrayar inmediatamente su oposición al modelo deficitario. Esta perspectiva se ha abordado principalmente en el ámbito anglosajón, con el trabajo de autores como Lewenstein (2003), Dickson (2005), Bucchi (2008), Trench (2008), Lewenstein (2010), Perrault (2013) y Hetland (2014), pero con ramificaciones en el ámbito iberoamericano, como Delgado (2010), Galvis-Ortiz y Botero-Montoya (2013) y Alcívar (2015).

En todos los casos, y sin importar dónde recaiga el énfasis, si en el déficit o en la democracia, el punto en común es siempre el mismo: existe una oposición irreconciliable entre el modelo deficitario y el modelo democrático. En otras palabras, ambos modelos serían mutuamente excluyentes entre sí, y por esa razón se hace necesario tomar una decisión entre ellos. De ahí que, por ejemplo, Daza-Caicedo et al., (2015) hayan reconstruido recientemente este campo de la política

científica latinoamericana precisamente alrededor de los conceptos de déficit y democracia, y hayan sugerido la preeminencia del modelo democrático sobre el modelo deficitario en diferentes iniciativas gubernamentales que se han realizado en la región, como es el caso de la Semana de la Ciencia y la Tecnología.

El problema es que, como muestra Escobar (2017a), es posible identificar modelos comunicativos que pueden calificarse como deficitarios y democráticos al mismo tiempo. Su objetivo, sin embargo, no es negar que puedan existir modelos deficitarios y modelos democráticos de divulgación científica; el objetivo es más bien afirmar que existen modelos democráticos que simultáneamente pueden calificarse como deficitarios. Por esa razón, la dicotomía resulta irrelevante como categoría de análisis en este campo. El argumento que él ofrece para alcanzar tal conclusión se levanta sobre dos ideas básicas.

La primera idea es la identificación de dos formas diferentes de déficit, que no implican una negación de otras formas posibles del mismo. Estas son déficit epistémico y déficit político. El primero se refiere al grado de conocimiento que tienen los ciudadanos sobre ciencia y tecnología, mientras que el segundo se refiere al grado de participación que tienen esos mismos ciudadanos en las decisiones públicas sobre ciencia y tecnología. Esto puede comprenderse mucho mejor con un par de ejemplos.

Por una parte, pueden darse situaciones en que los ciudadanos sepan poco sobre ciencia y tecnología (déficit epistémico alto) y aun así tengan un buen grado de participación en la toma de decisiones sobre ellas (déficit político bajo). En este caso, por ejemplo, una comunidad puede emplear procedimientos como una consulta popular para detener ciertas formas de explotación minera en su territorio, porque considera que existe un alto riesgo de que se contaminen sus fuentes de agua, y sin embargo no tener un dominio profundo de los factores científicos y tecnológicos que están en juego. Se da, así, un déficit epistémico alto y un déficit político bajo.

Por otra parte, también puede suceder que esos mismos ciudadanos sepan mucho sobre ciencia y tecnología (déficit epistémico bajo), y aun así tengan muy poca participación en la toma de decisiones sobre ellas (déficit político alto). En este segundo caso, por ejemplo, una comunidad de agricultores puede tener un conocimiento profundo sobre los riesgos que conlleva el uso de cierto pesticida en campo, pero, a pesar de ello, puede suceder que los grupos de científicos y de políticos a cargo no consulten a dicha comunidad en absoluto para tomar decisiones sobre la continuación de dicho uso en ese u otros territorios. Se daría en este caso un déficit epistémico bajo y un déficit político alto.

El punto central con estos ejemplos es destacar el hecho de que no existe una correlación directa entre ambos tipos de déficit, pues puede haber déficit político sin déficit epistémico, o déficit epistémico sin déficit político, o darse los dos al mismo tiempo, o no darse ninguno. Y por

ese motivo, es necesario determinar con cuidado el tipo de déficit con que estará conectado un modelo comunicativo particular antes de poder determinar con precisión en qué sentido puede calificarse como deficitario.

La segunda idea en que se apoya Escobar para desarrollar su argumento es apelar a los modelos políticos de democracia como una forma de comprender los modelos comunicativos de divulgación científica. Con base en el trabajo de Held (2006) se distinguen tres tipos diferentes de modelos democráticos: los modelos de participación directa, en que cada ciudadano tiene la potestad de decidir directamente cuál es la opción de su predilección entre un conjunto de alternativas; los modelos representativos, en que los ciudadanos eligen a otras personas para que decidan por ellos cuál es la opción que más les conviene a todos; y los modelos deliberativos, en que la toma de decisiones se produce a partir de un proceso de deliberación en que varios grupos de ciudadanos participan en el debate en igualdad de condiciones y con los mismos derechos.

Cuando esto se traslada al campo de la divulgación científica, puede verse que los modelos comunicativos que se emplean allí no son más que un reflejo de esas concepciones políticas mucho más amplias. Así pueden identificarse modelos comunicativos de participación directa, en que se garantiza la toma de decisiones democráticas sobre aspectos como la financiación de ciertas líneas de investigación (déficit político bajo), pero al mismo tiempo se asegura que los criterios de científicidad vienen dictados exclusivamente por las comunidades de especialistas, pues el público no sabe lo suficiente de ciencia y tecnología como para dictar esos criterios (déficit epistémico alto). También pueden identificarse modelos comunicativos representativos, en que se asume que los ciudadanos no saben sobre ciencia y tecnología o sencillamente no están interesados en ellas (déficit epistémico alto), pero se les garantiza el derecho para elegir democráticamente las élites de líderes políticos y expertos científicos que tomarán las decisiones en su nombre (déficit político bajo). Por último, pueden identificarse modelos comunicativos deliberativos, en que se asumen asimetrías epistémicas entre los distintos participantes del debate, lo que permite asegurar que, aunque no todos sepan ni las mismas cosas ni de la misma manera, todos saben, sin embargo, ciertas cosas sobre ciencia y tecnología, y esto hace posible no solo el diálogo entre ellos, sino especialmente su mutuo entendimiento al acordar juntos qué plan de acción seguir. Así se atacan simultáneamente el déficit político y el déficit epistémico.

Se infiere, entonces, que los tres tipos de modelos comunicativos pueden calificarse sin duda como democráticos, pero además que los dos primeros pueden calificarse asimismo como deficitarios. Y si esto es así, la dicotomía entre déficit y democracia queda invalidada inmediatamente como categoría apropiada para el análisis, ya que no es cierto que ambos modelos sean mutuamente excluyentes. La dicotomía aparece, en realidad, como una falsa dicotomía: algunos modelos comunicativos de divulgación científica son al mismo tiempo democráticos y deficitarios. A esto hay que sumar el hecho de que, como resulta claro después del análisis, es posible afirmar

que no hay un único modelo deficitario o un único modelo democrático, como se da a entender habitualmente, sino más bien una gran variedad de modelos deficitarios y de modelos democráticos, algunos de los cuales lo son simultáneamente.

¿Qué hacer entonces? ¿Cómo aproximarse a los modelos comunicativos de divulgación científica si no contamos ya con ninguna dicotomía en qué apoyarnos para realizar su análisis? Nuestra propuesta en este artículo, como veremos a continuación, es que podemos apelar a una categoría de análisis mucho más fructífera que la dicotomía entre déficit y democracia. Esa categoría es la contraposición entre el carácter unidireccional y el carácter multidireccional de los procesos comunicativos de divulgación científica.

¿Unidireccional o multidireccional? El foco en el proceso comunicativo

Nuestro interés en la sección anterior no fue negar la existencia de modelos deficitarios y modelos democráticos de divulgación científica, sino más bien afirmar que pueden existir modelos que sean deficitarios y democráticos al mismo tiempo. Con esto quisimos minar la dicotomía entre déficit y democracia como categoría fundamental de análisis, de modo que pudiera verse con mayor propiedad por qué es pertinente buscar otra alternativa. Sin embargo, para comprender por qué la contraposición entre el carácter unidireccional y el carácter multidireccional de los procesos comunicativos cumple ese rol, empezaremos por tratar algunos aspectos generales de la divulgación científica, para robustecer un poco más la presentación inicial que hicimos de este concepto en la introducción.

Hermelin (2011) plantea que la divulgación científica se ocupa de problemas como la interacción entre la ciencia y la tecnología, y particularmente, la dependencia que estas tienen de su contexto socio-cultural. Además, sostiene, en cuanto al fenómeno comunicativo, que es un proceso que puede darse entre diferentes actores; por ejemplo, entre científicos pertenecientes a la misma comunidad científica y tecnológica, pero también entre científicos pertenecientes a diversas comunidades, o entre científicos y tomadores de decisiones, entre científicos y políticos, entre científicos y comerciantes, entre científicos y estudiantes, etcétera. En otras palabras, la divulgación científica se refiere a un proceso comunicativo que se establece entre dos actores específicos: aquellos que se definen como expertos y aquellos que se definen como el público. Y por esa razón, su meta principal es acercar el conocimiento de los primeros al último.

El inconveniente que surge en este punto es que ni los expertos ni el público son entidades homogéneas y estáticas. Por el contrario, son variables, cambian en el espacio y en el tiempo, y están compuestas por diferentes grupos con sus propios intereses y sus características particulares. ¿De qué depende, entonces, la definición de un grupo de personas como los expertos o el público en un proceso de divulgación científica?

En este punto, seguimos a Topham (2009a, 2009b) y particularmente a Secord (2004), para quienes la historia de la ciencia y la tecnología en general y sus procesos comunicativos en particular se entienden mucho mejor si se piensa en ellas como conocimiento en tránsito (*knowledge in transit*), y más precisamente, como una forma de acción comunicativa. En esta forma de acción comunicativa, la cuestión sobre qué se dice solo puede resolverse si simultáneamente se comprende cómo, dónde, cuándo y para quién se dice. Son estas circunstancias de modo y lugar las que permiten alcanzar una mejor comprensión del tránsito del conocimiento de un contexto a otro, y por ese medio, una mejor comprensión de casos concretos de divulgación científica, como aquellos que suceden en el contexto de la enseñanza de las ciencias.

La definición de quién es el público y quiénes son los expertos depende, por tanto, de las circunstancias de modo y lugar que caracterizan cada escenario particular de divulgación científica. Y por ello, las respuestas que se den no solo a qué se dice, sino también a cómo, dónde, cuándo y para quién se dice, determinarán diferentes tipos de tránsito del conocimiento en la sociedad, y de esa manera, también diferentes tipos de expertos y de públicos, además de diferentes funciones para la divulgación científica con respecto a esos grupos.

Nuestra propuesta es, entonces, que el análisis de los modelos de divulgación científica resulta mucho más fructífero si, en lugar de apelar a la oposición entre déficit y democracia, se apela más bien al tránsito del conocimiento en una sociedad. De esta forma puede verse que surgen dos perspectivas claramente discernibles entre sí.

La primera toma como punto de partida el supuesto de que la ciencia y la tecnología se producen solo en espacios institucionales como universidades y laboratorios, es decir, en espacios de expertos; el proceso comunicativo se da allí de forma unidireccional, desde los expertos hacia público. En la segunda perspectiva, en cambio, el punto de partida es que la ciencia y la tecnología se producen sin duda en la universidad y el laboratorio, pero también en otros espacios públicos mediante la participación de la sociedad. En este caso, el proceso comunicativo se da de forma multidireccional, del público a los expertos, de los expertos al público, del público al público, entre otras opciones, dependiendo siempre de los lugares donde se produzcan la ciencia y la tecnología. Desde este punto de vista, la categoría fundamental para comprender los diversos factores asociados con la divulgación científica, sus diferentes circunstancias de modo y lugar, es la contraposición entre el carácter unidireccional y el carácter multidireccional del proceso comunicativo.

Piénsese, por ejemplo, en la relación que puede existir entre un grupo de yerbateros y uno de biólogos. ¿Cómo transita el conocimiento en este caso? ¿Quiénes son los expertos y quiénes son el público? Nuestra propuesta es que la respuesta dependerá de las circunstancias de modo y lugar que tomemos en cuenta. Por ejemplo, si el yerbatero le enseña las propiedades venenosas de cierta planta al grupo de biólogos, el yerbatero podría estar jugando aquí el rol de experto, y el grupo de biólogos, el rol del público; asimismo, el grupo de biólogos, al transmitir este conocimiento a sus colegas, podría verse como el divulgador. Pero el conocimiento también podría transitar en la dirección opuesta: desde los colegas hasta el yerbatero pasando por el grupo de biólogos. En cada caso, los actores históricos jugarán diferentes roles en el proceso comunicativo de acuerdo con los puntos de referencia que se utilicen para determinar la dirección en que transita el conocimiento. Este modelo horizontal de divulgación científica no establece, en definitiva, ninguna jerarquía epistemológica o política predeterminada respecto a los diferentes tipos de conocimiento científico y tecnológico que transitan en una sociedad; quién sea el experto y quién sea el público se establecerá con base en la definición de las circunstancias de modo y lugar que ocurran en ese escenario divulgativo concreto.

En este sentido, sin duda puede afirmarse, como lo hace Alcívar (2009), que la divulgación científica puede funcionar como un recurso de acción política en el área de lo público. Esto se entiende como que la divulgación científica puede servir de soporte para acreditar la labor de los científicos ante otros actores sociales, en asuntos como la adquisición de recursos para continuar con una investigación o el fortalecimiento de una imagen positiva o negativa frente a un grupo de interés. De ahí que pueda decirse que la divulgación científica está siempre permeada por intereses y creencias.

La afirmación anterior apunta a un aspecto que puede resultar problemático para tradiciones intelectuales de corte positivista. Pues al afirmar que la divulgación científica está permeada por intereses y creencias se quiere dar a entender que esta nunca es neutral desde un punto de vista valorativo. Y por esa razón, los procesos de divulgación científica se convierten en un factor clave para definir el tipo de relaciones que se espera que mantengan la ciencia y la tecnología con la sociedad, dado que dicha relación se apoyará por completo en los modelos de divulgación científica que se implementen en esos procesos. Algunos autores, como López-Cerezo, Méndez-Snaz y Todt (1998), plantean, por ejemplo, que los medios han transmitido en muchas ocasiones una imagen fraudulenta y errónea de la ciencia. Un ejemplo de esto serían catástrofes nucleares como Chernobyl, Three Mile Island o Fukushima, en que la información sobre el riesgo no se entregó de manera oportuna a los involucrados ni hubo medidas de prevención necesarias, y por ello las comunidades perdieron la confianza en los científicos, pues se conoció posteriormente que algunos de ellos no estaban realmente capacitados para sus labores y mucho menos para actuar en situaciones extremas.

A partir del análisis de este tipo de incidentes, autores como Beck (1992) sostienen que es ineludible que los expertos y el público dialoguen permanentemente sobre los riesgos de la ciencia y la tecnología, pues ambos grupos sociales pueden ver una misma situación y un mismo contexto de maneras muy diferentes, y por ello contribuir a dar diversas soluciones a un problema. Pero esto se logra con procesos de divulgación científica que tengan objetivos bien definidos, esto es, que diseñen sus modelos comunicativos con claridad: modelos comunicativos que identifiquen quiénes son los actores (público y expertos) que participan en el proceso divulgativo, cuáles son los valores que se promueven sobre la ciencia y la tecnología con ese proceso divulgativo, y cuáles son las características puntuales de los modelos comunicativos que se emplean para promover efectivamente dichos valores. El punto es que en este tipo de situaciones aquellos profesionales que practican la divulgación científica, como periodistas, comunicadores, científicos, artistas, educadores, entre otros, son los más indicados para abrir espacios en que puedan expresarse las opiniones de los involucrados, además de dar a conocer los mecanismos de participación ciudadana más adecuados para ellos. En otras palabras, estos profesionales son los más indicados para lograr que el conocimiento científico y tecnológico transite en múltiples direcciones, y no en una única dirección, de acuerdo con las circunstancias de modo y lugar que se hayan identificado.

Desde el punto de vista de la divulgación científica, las actividades de ciencia y tecnología pueden concebirse, entonces, como una construcción social. Pero una construcción social en el sentido preciso de que en temas de ciencia y tecnología todos los actores pueden trabajar en conjunto para lograr un objetivo común. En consecuencia, se reconoce que el conocimiento del público no tiene que ser necesariamente inferior al de los científicos, aun cuando puedan tener cualidades diferentes (Bucchi, 2008). La divulgación científica permite que el público se empodere con la información que produce o recibe, y, por tanto, que las personas puedan tomar decisiones bien informadas que incidan verdaderamente en el desarrollo de las investigaciones que llevan a cabo los expertos (Dickson, 2005); pero para que esto suceda, y siguiendo aquí a Erazo-Pesántez (2007), la divulgación científica debe ser clara, con un estilo que sea comprensible para el receptor y garantice de ese modo una posibilidad real de participación ciudadana en ciencia y tecnología.

Este aspecto de la claridad es importante porque, como plantea Alcívar (2009), un mensaje de divulgación científica puede tener siempre varios propósitos; algunos de ellos son buscar la generación de una cultura científica en los ciudadanos, controlar el flujo de información con fines corporativos, persuadir para financiar ciertas investigaciones, lanzar al mercado los resultados de una investigación, consolidar la imagen propia apoyando o refutando los avances de otros, prevenir y disminuir ciertos problemas sociales, consolidar el trabajo científico por fuera de su propio círculo, generar un intercambio de ideas entre expertos de varias disciplinas, sacar a la luz pública problemas que afectan a las personas, entre otros. Por tanto, como sugiere Bucchi (2008), se hace necesario comprender la relación entre la divulgación científica y sus contextos ideológicos, o para usar nuestra terminología, entre la divulgación científica y sus circunstancias

de modo y lugar. Esto permite identificar diversos patrones de participación ciudadana en asuntos de ciencia y tecnología. El problema es asumir que estos patrones se dan por referencia a dos modelos comunicativos opuestos entre sí: el modelo deficitario y el modelo democrático. Y resulta problemático porque, como hemos insistido, no existe en realidad tal contraposición, dado que un mismo modelo comunicativo puede ser deficitario y democrático al mismo tiempo, sin que esto implique ninguna contradicción. El punto central es más bien sus circunstancias de modo y lugar.

La necesidad de comprender mejor esa relación entre la divulgación científica y sus circunstancias de modo y lugar, y las implicaciones de todo esto en el diseño de modelos comunicativos unidireccionales o multidireccionales, se aprecia con mayor claridad si se tiene en cuenta que en la actualidad se hace confuso distinguir en muchas ocasiones quiénes son los productores y quiénes son los usuarios del conocimiento científico y tecnológico, pues a veces los primeros son también los encargados de difundirlo, y viceversa. Se entrelazan así circunstancias de modo y lugar con respecto a los mismos actores sociales, y esto se debe simplemente a que hacer divulgación científica sin duda implica construir y difundir conocimiento, pero también crear lazos de poder político y epistémico. Por esa razón se le atribuyen diversas funciones a la divulgación científica en una sociedad. Algunas de ellas, que de algún modo ya han aparecido en la discusión precedente, son las siguientes.

- ▶ **Función económica.** Dado que la ciencia y la tecnología se financian con dinero de los contribuyentes, estos tienen derecho a comprender qué sucede con ellas. La función de la divulgación científica en este caso es permitir que los contribuyentes tengan acceso a este tipo de información para poder decidir si respaldan o no la financiación de proyectos científicos y tecnológicos (Erazo-Pesántez, 2007; Olivé, 2003).
- ▶ **Función cultural.** La ciencia y la tecnología hacen parte de la cultura, pero como ya indicó C. P. Snow hace tantas décadas, esta cultura realmente está dividida en dos: las ciencias y las humanidades. El argumento aquí es que la divulgación científica se justifica porque contribuye o bien a eliminar la brecha entre esas dos culturas (Sánchez-Mora, 2000) o bien a crear una tercera cultura, que es humanística y tecnológica al mismo tiempo (Erazo-Pesántez, 2007).
- ▶ **Función consecuencialista.** El argumento en este caso es que la divulgación científica trae beneficios sociales y políticos que pueden verse en la manera como empiezan a actuar las comunidades una vez pueden participar en ciencia y tecnología, desde un mayor compromiso cívico (Perrault, 2013) hasta un enfrentamiento directo con posturas científicas (Raichvarg, 2008), para mencionar solo dos casos. El punto central es que la divulgación científica se justifica por las consecuencias positivas que tiene para la sociedad.

- **Función de derechos.** El argumento en este caso es que en las sociedades democráticas las personas tienen derecho a saber qué se hace en ciencia y tecnología, conocer los riesgos y beneficios que traen o pueden traer, para decidir si se comprometen con ellas y las apoyan, pues son factores que afectan su vida directa e indirectamente (Castellanos, 2008; Cazaux, 2008; Lozano, 2008; De Greiff y Maldonado, 2011).

Como puede verse, todas estas funciones no son más que una manera distinta de preguntarse por el tipo de modelo comunicativo que se quiere implementar en los procesos de divulgación científica, si uno en que el conocimiento transite de forma unidireccional o uno en que transite de forma multidireccional, según los valores que quieren promoverse en el público sobre la ciencia y la tecnología. Y para ello resulta pertinente identificar en primer término las circunstancias de modo y lugar que servirán de referencia para el diseño de esos modelos comunicativos de divulgación científica. Apelar simplemente a asuntos como la eliminación del déficit en favor de la democratización del conocimiento parece insuficiente para lograr estos objetivos.

Reflexiones finales: la divulgación científica, sus modelos comunicativos y la enseñanza de las ciencias

En este artículo no abordamos directamente la relación que puede existir entre divulgación científica y enseñanza de las ciencias. Como lo advertimos en la introducción, nuestro propósito es más bien ofrecer una aproximación de corte teórico sobre la primera, con el fin de contribuir a dar sustento conceptual a las diferentes iniciativas que se vienen promoviendo en Iberoamérica en este ámbito. Sin embargo, para terminar, queremos ocuparnos con algún detalle de la enseñanza de las ciencias, con el fin de mostrar con más claridad la relevancia de estas reflexiones teóricas en su interacción con la divulgación científica.

El principal punto que hemos defendido aquí es que la variedad de propuestas que existe para abordar los modelos comunicativos de divulgación científica, y que mencionamos en las secciones anteriores, no debe desviar la atención de los aspectos comunes que comparten. Y sin duda el más evidente, y quizá el más importante, es que la mayoría de ellas se levanta sobre la postulación de una oposición irreconciliable entre el modelo del déficit y el modelo democrático. Esta dicotomía se convierte en la referencia básica para comprender la divulgación científica de un modo global, y a partir de allí adelantar procesos concretos de divulgación científica.

Sin embargo, como mostramos en este artículo, existen serias dudas sobre el respaldo que merece dicha dicotomía, pues hay modelos comunicativos de divulgación científica que pueden caracterizarse como deficitarios y democráticos al mismo tiempo. Esto quita relevancia teórica a la dicotomía como categoría fundamental de análisis, y, en consecuencia, se hace necesario apelar

a otras categorías diferentes para estudiar estos procesos. Nuestra propuesta es que resulta mucho más fructífero apelar a la tesis del tránsito del conocimiento en la sociedad, que se enfoca en cómo las preguntas qué, cómo, dónde, cuándo y para quién se dice, así como la pregunta quién lo dice, definen ciertas circunstancias de modo y lugar que llevan a replantear el análisis en términos del carácter unidireccional o multidireccional del proceso comunicativo.

Pero, ¿por qué deberían ocuparse de estos temas aquellos cuyo interés es la enseñanza de las ciencias?

La pertinencia de estas reflexiones teóricas para la enseñanza de las ciencias se comprende mucho mejor si se toma en cuenta la importancia que ha adquirido la divulgación científica en el campo educativo en las últimas dos décadas aproximadamente. Mencionamos al comienzo su presencia en contextos como la OEI y los encuentros bianuales de RedPOP, pero dicha presencia puede detectarse asimismo en la producción académica que existe al respecto. Queremos comentar brevemente tres ejemplos de tal producción provenientes del ámbito iberoamericano.

El primero de estos ejemplos es Blanco-López (2004), que propone tratar la divulgación científica en la enseñanza de las ciencias desde tres roles diferentes: como recurso didáctico, como fuente de aprendizaje y como objeto de estudio en sí misma. El aspecto central de su propuesta es que a pesar del valor que pueda tener cada uno de estos roles en sí mismo, no todos ellos son siempre compatibles entre sí necesariamente, pues cada uno sirve a propósitos educativos diferentes. El reto está, entonces, en encontrar perspectivas teóricas que logren aunarlos, pues el principal asunto que está en juego es el carácter complementario que pueda o no tener la divulgación científica con la práctica real de la enseñanza de las ciencias.

Erazo-Pesántez (2007) también resalta con fuerza esta característica de la complementariedad, sea que ocurra en la educación formal o en la educación no formal y la educación informal. En todos los casos, el hecho central a destacar es la relación de interdependencia que mantienen la divulgación científica y la enseñanza de las ciencias. Por eso, ella sugiere desarrollar lo que se ha dado en conocer en Iberoamérica como la pirámide de la divulgación científica, una de cuyas bases es precisamente la educación en sus tres vertientes: formal, no formal e informal. Esto ratificaría la complementariedad de la divulgación científica y la enseñanza de las ciencias, en cierto modo tratadas simplemente como facetas distintas del mismo proceso educativo.

Por último, Olmedo-Estrada (2011) comparte una visión similar, pero su énfasis se concentra en desestimar la idea de que la divulgación científica podría tener una función eminentemente recreativa, a expensas de su función educativa. Más bien, el carácter complementario entre divulgación científica y enseñanza de las ciencias se ratifica una vez más por la flexibilidad de la primera,

que la convierte en una herramienta potente para apoyar procesos educativos tanto escolarizados como no escolarizados que fortalezcan la comprensión pública de la ciencia y la tecnología en la sociedad.

En definitiva, estos tres autores comparten un importante aspecto en común. Todos ellos destacan el carácter complementario de la divulgación científica y la enseñanza de las ciencias. Pero, además, concuerdan en que este carácter complementario no debe llevar a pasar por alto las particularidades propias de cada uno de los públicos que participa en un contexto particular de enseñanza de las ciencias, sea que se dé en la educación formal o en la educación no formal e informal. Puesto en los términos que hemos empleado en este artículo, su tesis principal es que la incorporación eficaz de la divulgación científica en la enseñanza de las ciencias debe levantarse sobre una consideración precisa de las circunstancias de modo y lugar que acompañan todo fenómeno de tránsito de conocimiento en la sociedad. Y de esa forma, al apelar a la divulgación científica, se vuelve indispensable para la enseñanza de las ciencias tener claridad sobre el diseño de los modelos comunicativos que se quieren emplear allí, y concretamente, sobre su carácter unidireccional o su carácter multidireccional al hacer posible ese tránsito.

Por ejemplo, sin duda es posible imaginar una gran variedad de propuestas para la enseñanza de las ciencias que se apoyen en modelos unidireccionales de divulgación científica. Dichos modelos se basarían en la identificación de circunstancias de modo y lugar en que se haría primar a un único emisor, los expertos, o si se quiere, a un único quién lo dice, que definiría autocráticamente las distintas maneras en que debe suceder la divulgación científica. Y esta concentración de poder en un único emisor, un poder tanto político como epistémico, justificaría la implementación de estrategias de enseñanza que conecten unidireccionalmente a los expertos con el público.

De ahí nuestra afirmación de que, al contrario de lo que suele pensarse, el centro del debate no es propiamente la oposición entre déficit y democracia, sino el intento por encontrar opciones que limiten el poder político y epistémico de ese único emisor, y que lo logren mediante la introducción de otros actores sociales en los procesos comunicativos. Ya sea que estas opciones se denominen democráticas, de diálogo, de participación, o de alguna otra manera semejante, todas ellas comparten el presupuesto común de que las circunstancias de modo y lugar que se aplican al público deben aplicarse igualmente a los expertos. Y por ese motivo, no solo las respuestas a las preguntas qué, cómo, dónde, cuándo y para quién se dice, sino también a la pregunta quién lo dice, deben replantearse aquí.

Estas respuestas así replanteadas involucran la presencia simultánea de un gran número de emisores, cada uno de ellos con sus propios intereses, presupuestos y objetivos. Y esto tiene como consecuencia que el tránsito del conocimiento científico y tecnológico en la sociedad no pueda ya concebirse de forma unidireccional. Se hace necesario considerar una gran multiplicidad de direcciones en que ese conocimiento debe transitar. Y esta multiplicidad lleva a concluir,

tal vez de un modo inesperado, que no necesariamente son solo los científicos quienes deciden qué cuenta como conocimiento científico y tecnológico y cómo debe comunicarse. No son solo ellos los expertos. Por el contrario, esta decisión también puede estar en manos de la sociedad. Así la divulgación científica se abre en estos modelos a una gran variedad de opciones cuyo éxito dependerá de los contextos de su aplicación y de los diferentes propósitos comunicativos que se persigan con ella.

¿Qué sucede, entonces, cuando estos planteamientos se llevan al contexto específico de la enseñanza de las ciencias? ¿Qué implica concebir allí la divulgación científica desde una perspectiva unidireccional o multidireccional? Este es el tipo de preguntas que surgen cuando se presta atención no a la práctica misma de la divulgación científica, sino a la reflexión teórica sobre sus modelos comunicativos. Nuestro propósito ha sido incentivar un mayor interés por dicha reflexión teórica en el ámbito educativo, pues estamos convencidos de que esto puede contribuir a generar propuestas mucho más conscientes sobre las implicaciones de asumir un modelo u otro, y particularmente, a perspectivas más amplias sobre el rol de los estudiantes en estos procesos de enseñanza de las ciencias. Pues si, como hemos afirmado en este artículo, la divulgación científica no es ni epistémica ni políticamente neutral, parece relevante indagar sobre el papel que se espera de estudiantes y educadores en ese contexto, quiénes serán el público y quiénes serán los expertos. En definitiva, las preguntas qué, cómo, dónde, cuándo y para quién se dice, así como la pregunta quién lo dice, o, en otras palabras, las circunstancias de modo y lugar que tales preguntas expresan, se convierten en un factor crucial para determinar qué imagen de la ciencia y la tecnología queremos que se forme en estudiantes y educadores al servirnos de la divulgación científica como una estrategia pedagógica y educativa en la enseñanza de las ciencias. De ahí la pertinencia de indagar sobre el uso de modelos comunicativos que se apoyen en el carácter multidireccional de los procesos comunicativos. Estos modelos exigen, entre muchas otras cosas, un rol mucho más activo de estudiantes y educadores en el salón de clases, y sin duda también del público y los expertos en la sociedad en general.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran la inexistencia de conflicto de interés con institución o asociación comercial de cualquier índole. Asimismo, la Universidad Católica Luis Amigó no se hace responsable por el manejo de los derechos de autor que los autores hagan en sus artículos, por tanto, la veracidad y completitud de las citas y referencias son responsabilidad de los autores.

REFERENCIAS

- Alcíbar, M. (2009). Comunicación pública de la tecnociencia: más allá de la difusión del conocimiento. *ZER-Revista de Estudios de Comunicación*, 14(27), 165-188. Recuperado de <http://www.ehu.es/ojs/index.php/Zer/article/view/2408>
- Alcíbar, M. (2015). Comunicación pública de la ciencia y la tecnología: una aproximación crítica a su historia conceptual. *Arbor*, 191(773), 1-13. DOI: <https://doi.org/10.3989/arbor.2015.773n3012>
- Arias-Cadavid, L. M. (2011). La exclusión y la comunicación de la ciencia y la tecnología en un nuevo contrato social sobre la ciencia. *Trilogía*, 3(4), 155-167. DOI: <https://doi.org/10.22430/21457778.148>
- Beck, U. (1992). *Risk Society. Towards a New Modernity*. London, England: Sage Publications.
- Blanco-López, A. (2004). Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 1(2), 70-86. Recuperado de <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/download/3959/3537>
- Bucchi, M. (2008). Of Deficits, Deviations and Dialogues: Theories of Public Communication of Science (pp. 57-76). En M. Bucchi y B. Trench (Eds.), *Handbook of Public Communication of Science and Technology*. London and New York: Routledge.
- Castellanos, P. (2008). Comunicar la ciencia en la sociedad del riesgo: Los medios y los museos de ciencias como mediadores sociales. *Razón y Palabra*, (65). Recuperado de <http://www.razonypalabra.org.mx/N/n65/actual/pcastellanos.html>
- Cazaux, D. (2008). La comunicación pública de la ciencia y la tecnología en la ‘sociedad del conocimiento’. *Razón y Palabra*, (65). Recuperado de <http://www.razonypalabra.org.mx/N/n65/actual/dcaux.html>
- Cortassa, C. G. (2010). Del déficit al diálogo, ¿y después? Una reconstrucción crítica de los estudios de comprensión pública de la ciencia. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 5(15), 117-124. Recuperado de <http://www.revistacts.net/volumen-5-numero-15/95-articulos/356-del-deficit-al-dialogo-iy-despues-una-reconstruccion-critica-de-los-estudios-de-comprension-publica-de-la-ciencia>

- Cortassa, C. (2016). In Science Communication, Why Does the Idea of a Public Deficit Always Return? The Eternal Recurrence of the Public Deficit. *Public Understanding of Science*, 25(4), 447-459. DOI: <https://doi.org/10.1177/0963662516629745>
- Daza, S. y Arboleda, T. (2007). Comunicación pública de la ciencia y la tecnología en Colombia: ¿políticas para la democratización del conocimiento? *Signo y Pensamiento* (50), 100-125. Recuperado de <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/signoypensamiento/article/view/4616>
- Daza-Caicedo, S. y Lozano-Borda, M. (2013). Actividades hacia “otros públicos”: Entre la difusión, la apropiación y la gobernanza de la ciencia y la tecnología (pp. 280-353). En M. Salazar (Coord.), *Colciencias cuarenta años: entre la legitimidad, la normatividad y la práctica*. Bogotá, Colombia: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.
- Daza-Caicedo, S., Arboleda, T., Lozano-Borda, M., Parra, M. y Pallone de Figueiredo, S. (2015). Políticas de popularización y apropiación de la ciencia y la tecnología en América Latina: entre déficit y democracia. El caso de la Semana Nacional de la Ciencia y la Tecnología en Brasil, Chile y Colombia (pp. 339-362). En R. Casas y A. Mercado (Eds.), *Mirada iberoamericana a las políticas de ciencia, tecnología e innovación: Perspectivas comparadas*. Buenos Aires, Argentina: CLACSO.
- De Greiff, A. y Maldonado, O. J. (2011). Apropiación fuerte del conocimiento: una propuesta para construir políticas inclusivas de ciencia, tecnología e innovación (pp. 209-262). En A. Arellano y P. Kreimer (Eds.), *Estudio social de la ciencia y la tecnología desde América Latina*. Bogotá, Colombia: Siglo del Hombre Editores.
- Delgado, A. (2010). ¿Democratizar la Ciencia? Diálogo, reflexividad y apertura. *Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad* 5(14), 9-25. Recuperado de http://www.revistacts.net/index.php?option=com_content&view=article&id=360:idemocratizar-la-ciencia-dialogo-reflexividad-y-apertura&catid=95:articulos&Itemid=94
- Dickson, D. (27 de junio de 2005). The Case for a “Deficit Model” of Science Communication. *SciDev.net*. Retrieved from <https://www.scidev.net/global/communication/editorials/the-case-for-a-deficit-model-of-science-communic.html>
- Durant, J. (1999). Participatory Technology Assessment and the Democratic Model of the Public Understanding of Science. *Science and Public Policy* 26(5), 313-319. DOI: <https://doi.org/10.3152/147154399781782329>
- Erazo-Pesántez, M. (2007). *Comunicación, divulgación y periodismo de la ciencia. Una necesidad imprescindible para Iberoamérica*. Quito: Planeta.

- Escobar, J. M. (2017a). El problema del déficit en los modelos democráticos de divulgación científica. *Arbor* 193(785), a407, 1-14. DOI: <https://doi.org/10.3989/arbor.2017.785n3012>
- Escobar, J. M. (2017b). Modelos de propagación-degradación del conocimiento científico y tecnológico. *Trilogía* 9(17), 99-112. DOI: <https://doi.org/10.22430/21457778.628>
- Escobar, J. M. (2018). La apropiación social de la ciencia y la tecnología como eslogan: un análisis del caso colombiano. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 13(38), 29-57. Recuperado de <http://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/65>
- Galvis-Ortiz, C. A. y Botero-Montoya, L. H. (2013). Comunicación pública de la ciencia como factor de consolidación democrática. *Redes.Com* (7), 25-41. Recuperado de <http://revista-redes.hospedagemdesites.ws/index.php/revista-redes/article/view/223>
- Held, D. (2006). *Models of Democracy*. Cambridge, UK; Malden, MA: Polity Press.
- Hermelin, D. (2011). La comunicación pública de la ciencia y la tecnología en la formación en la comunicación social y en otras áreas del conocimiento. *Trilogía* 5, 107-120. Recuperado de <https://revistas.itm.edu.co/index.php/trilogia/article/download/458/pdf/>
- Hetland, P. (2014). Models in Science Communication Policy: Formatting Public Engagement and Expertise. *Nordic Journal of Science and Technology Studies*, 2(2), 5-17. Retrieved from <https://www.duo.uio.no/bitstream/handle/10852/42035/33-120-1-PB.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Jiménez, S. I. y Palacio, M. C. (2010). Comunicación de la ciencia y la tecnología en museos y centros interactivos de la ciudad de Medellín. *Universitas humanística* (69), 227-257. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/unih/n69/n69a12.pdf>
- Lewenstein, B. V. (2003). Models of Public Communication of Science and Technology. Retrieved from http://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/43775/mod_resource/content/1/Texto/Lewenstein%202003.pdf
- Lewenstein, B. V. (2010). Models of Public Understanding: The Politics of Public Engagement. *ArtefaCToS* 3(1), 13-29.
- López-Cerezo, J., Méndez-Snaz, J. y Todt, O. (1998). Participación pública en política tecnológica. Problemas y perspectivas. *Arbor* 159(627), 279-308. Recuperado de <https://www.oei.es/historico/salactsi/arbor.htm>

- Lozano, M. (2005). *Programas y experiencias en popularización de la ciencia y la tecnología: Panorámica desde los países del Convenio Andrés Bello*. Bogotá: Convenio Andrés Bello.
- Lozano, M. (2008). El nuevo contrato social sobre la ciencia: Retos para la comunicación de la ciencia en América Latina. *Razón y Palabra*, 13(65). Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=199520724009>
- Olivé, L. (2003). Por un nuevo contrato social sobre la ciencia y la tecnología. *Ciencia y Desarrollo* 172, 7-12.
- Olmedo-Estrada, J. C. (2011). Educación y divulgación de la ciencia: Tendiendo puentes hacia la alfabetización científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 8(2), 137-148. Recuperado de <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2703>
- Perrault, S. (2013). *Communicating Popular Science: From Deficit to Democracy*. New York: Palgrave Macmillan.
- Raichvarg, D. (2008). La vulgarización de las ciencias, espacio de crítica del cientificismo. *Tecno-Lógicas*, (20), 179-203. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=344234273008>
- Sánchez-Mora, A. M. (2000). *La divulgación de la ciencia como literatura*. México, D. F.: UNAM.
- Secord, J. A. (2004). Knowledge in Transit. *Isis*, 95(4), 654-672. DOI: 10.1086/430657.
- Tait-Lima, M., Felix das Neves, E., & Dagnino, R. (2008). Popularization of Science in Brazil: Getting onto the Public Agenda, But How? *Journal of Science Communication* 7(4), 1-8.
- Topham, J. R. (2009a). Introduction. *Isis* 100(2), 310-318. Retrieved from <https://www.journals.uchicago.edu/doi/full/10.1086/599551>
- Topham, J. R. (2009b). Rethinking the History of Science Popularization/Popular Science (pp. 1-20). En F. Papanelopoulou, A. Nieto-Galán y E. Perdi (Eds.), *Popularizing Science and Technology in the European Periphery, 1800-2000*. Farnham, England: Ashgate.
- Trench, B. (2008). Towards an Analytical Framework of Science Communication Models (pp. 119-135). En D. Cheng (Eds.), *Communicating Science in Social Contexts: New Models, New Practices*. Dordrecht: Springer Netherlands.