



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FILOSÓFICAS
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
FACULTAD DE CIENCIAS
DIRECCIÓN GENERAL DE DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

ESTUDIOS FILOSÓFICOS Y SOCIALES DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

DIVERSAS IMÁGENES DE LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y DE LA
DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA. A PROPÓSITO DE LA *ANTOLOGÍA
DE LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA EN MÉXICO.*

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

PRESENTA:
JOSÉ MARIO MENDOZA TORAYA

TUTORA:
DRA. MARÍA DEL CARMEN SÁNCHEZ MORA
DIRECCIÓN GENERAL DE
DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA, UNAM.

MÉXICO, D.F. , JUNIO DE 2015.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

En este trabajo que finalizo tengo varias personas a las que quiero recordar.

En primer lugar quiero expresar mi agradecimiento a la directora de tesis, a la Dra. Carmen Sánchez Mora, por la confianza y la toda la ayuda recibida para concluir el trabajo. Agradezco la revisión tan cuidadosa realizada por el Dr. León Olivé Morett, Dr. Ambrosio Velasco y Dra. Elaine Reynoso. También expreso mi reconocimiento al Dr. Rolando Ísita que realizó comentarios del documento final.

Igualmente agradezco a la Coordinación del Posgrado de Filosofía de la Ciencia, en especial al Dr. Jorge Linares y al Dr. Axel Barceló por toda la colaboración y ayuda recibida en distintos momentos.

También quiero agradecer a Mónica Lozano que con su amor, comprensión y ayuda ha sido parte fundamental de este trabajo. Gracias por discutir contigo el trabajo y aprender cada día más sobre estos temas que nos apasionan.

No puedo olvidar a los amigos, a los cuales les quiero agradecer el permitir que un espacio académico lo hayamos convertido en una amistad que durará muchos años. Gracias a Luz Lazos, Carlos García y Xenia Rueda por las discusiones que hemos tenido y la ayuda recibida.

Con todo mi aprecio y gratitud, al Dr. Luis Estrada, una persona con la que pude aprender en un espacio de trabajo, discusión y amistad.

Este trabajo no habría sido posible sin el apoyo recibido por parte del Consejo Nacional para la Ciencia y la Tecnología (CONACYT) y la Dirección General de Estudios de Posgrado de la UNAM, a través de la beca que me otorgaron para la realización de los estudios de maestría.

Tabla de contenido

Introducción	4
1. Las imágenes de la ciencia y la tecnología y su divulgación.....	9
1.1. El colectivo de divulgadores.....	12
2. La imagen simple de la ciencia y la tecnología	19
2.1. Características de la imagen simple de la ciencia y la tecnología	20
2.2 La <i>visión dominante</i> de la divulgación de la ciencia.....	25
2.3 El colectivo de divulgadores frente a la <i>visión dominante</i>	31
2.3.1. La ciencia y su método.....	32
2.3.3. El divulgador: entre el experto y el público.....	34
3. Las imágenes contextualizadas de la ciencia y la tecnología	36
3.1. La mirada hacia comunidades científicas	36
3.2. Las miradas socio-culturales.....	40
3.3. La <i>visión contextualizada</i> de la divulgación de la ciencia	42
3.4. El colectivo de divulgadores frente a la <i>visión contextualizada</i>	48
3.4.1. La ciencia vista como un proceso	48
3.4.4. Las <i>comunidades científicas</i> requieren de una sociedad con cultura científica	52
4. Imágenes críticas de la ciencia y la tecnología	54
4.1. Los nuevos modos de producción de conocimiento	54
4.2. La <i>visión participativa</i> y la divulgación de la ciencia	61
4.3. El colectivo de divulgadores frente la <i>visión participativa</i>	64
4.3.1. ¿Democratización de la ciencia en la divulgación de la ciencia?.....	66
4.3.2. Algunos retos para la divulgación de la ciencia	70
Conclusiones	73
Bibliografía.....	75

Introducción

Este trabajo tiene como propósito ampliar la comprensión del papel que se le ha asignado a la divulgación de la ciencia en la sociedad, principalmente en México, por medio de la exploración de las relaciones existentes entre algunas imágenes de la ciencia y tecnología, la sociedad y el tipo de divulgación que se realiza en un grupo de divulgadores perteneciente a la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM¹. Para hacerlo, plantearemos en el Capítulo 1 que los divulgadores² contribuyen a la generación y configuración de una imagen pública de la ciencia y una visión de la divulgación, a partir de los discursos que promueven donde plasman una reflexión sobre la misma ciencia y su labor. Así, argumentaremos que la construcción de dicha imagen y dicha visión de la divulgación depende de la manera en la que los divulgadores perciben el funcionamiento y desarrollo de la ciencia y la tecnología, su papel en la sociedad y las maneras en las que han entendido los procesos comunicativos dentro de la ciencia y fuera de ella.

Los Capítulos 2, 3, y 4 están compuestos por tres partes. En la primera de ellas se desarrolla un análisis de diversas imágenes de la ciencia y la tecnología que se han ido construyendo, principalmente desde la primera mitad del siglo XX, con la reflexión que se ha realizado sobre el “quehacer científico” y las relaciones que ésta guarda con la tecnología y la sociedad. Dentro de esta componente será de

¹ En el Capítulo 1 hacemos una introducción del colectivo de divulgadores, mencionando la importancia que tienen dentro de la UNAM y contando algo de su historia.

² Para este trabajo debemos aclarar que no sólo los divulgadores contribuyen a la configuración de una imagen pública de la ciencia, también están los periodistas y reporteros que dan cuenta de las noticias que sobre ciencia se publican en los medios de comunicación, y por supuesto los propios científicos de son entrevistados, citados o hacen labores de divulgación.

³ Para este trabajo analizaremos textos de la *Antología de Divulgación de la Ciencia en México*, publicada por la Dirección General de Divulgación de la Ciencia.

⁴ Esta imagen también ha sido denominada imagen científica, heredada (López Cerezo, 2003) o espontánea de la ciencia y la tecnología (Fourèz, 2000).

⁵ Para este trabajo no se verá a imagen filosófica como una sola, sino que consideraremos que presenta

² Para este trabajo debemos aclarar que no sólo los divulgadores contribuyen a la configuración de una imagen pública de la ciencia, también están los periodistas y reporteros que dan cuenta de las noticias que sobre ciencia se publican en los medios de comunicación, y por supuesto los propios científicos de son entrevistados, citados o hacen labores de divulgación.

gran importancia revisar las imágenes generadas por los estudios sociales de la ciencia y la tecnología a partir de los años ochenta. La segunda es la revisión de algunas reflexiones y discusiones provenientes de los estudios sobre comunicación de la ciencia, para lograr poner en discusión diversas perspectivas y nociones de la labor. Y la tercera será el análisis de las imágenes de la ciencia y la tecnología fomentadas y creadas por medio de los discursos provenientes de los divulgadores de la ciencia al momento de reflexionar sobre sus prácticas y plasmar algunos supuestos de lo que debe ser su actividad y la manera de llevarla a cabo³.

Cada capítulo se inicia con un análisis de diversas imágenes de la ciencia y la tecnología. Hemos dividido estas imágenes en tres: la *imagen simple*⁴, las *imágenes contextualizadas* y las *imágenes críticas de la ciencia y la tecnología*.

En el Capítulo 2 se analiza la imagen simple de la ciencia y la tecnología, en la que se localiza aquella que los científicos e ingenieros perciben de sus tareas, de sus actividades y prácticas, de sus instituciones y de los fines que persiguen, de los medios que utilizan para obtenerlos y de sus resultados (Olivé, 2000), es decir, es la imagen que se construye de manera interna a las comunidades científicas, donde los científicos e ingenieros se representan a sí mismos y a la actividad de hacer ciencias.

En el Capítulo 3 analizaremos las *imágenes contextualizadas* de la ciencia y la tecnología que se han desprendido de algunos estudios filosóficos, sociales e históricos de la ciencia, que son disciplinas que se han encargado del análisis de la ciencia y la tecnología y su relación con la sociedad, para comprender cuestiones sobre su desarrollo y dinámicas, objetivos y fines, la racionalidad científica y estructura del conocimiento. En ese capítulo veremos las críticas que se han hecho a la *imagen simple de la ciencia*, por ello es importante mencionar que enfocaremos el análisis principalmente desde la imagen filosófica de la ciencia propuesta por León Olivé y, que a su vez, es la imagen generada a partir de los

³ Para este trabajo analizaremos textos de la *Antología de Divulgación de la Ciencia en México*, publicada por la Dirección General de Divulgación de la Ciencia.

⁴ Esta imagen también ha sido denominada imagen científica, heredada (López Cerezo, 2003) o espontánea de la ciencia y la tecnología (Fourèz, 2000).

estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad⁵, la cual podemos considerar que es una imagen no *reductiva y contextualizada*, y en la que no se entiende a la ciencia como procesos autónomos que sigan la lógica interna de su desarrollo, sino como procesos inherentemente sociales, donde los elementos no epistémicos o no técnicos desempeñan un papel decisivo en la génesis y consolidación de los productos científico - tecnológicos. Además, en estas *imágenes contextualizadas* el cambio científico no es considerado como resultado de un método universal que garantice la objetividad de la ciencia y la eficacia de los artefactos técnicos en su funcionamiento óptimo, sino en algo más complejo (Ibarra & López Cerezo, 2001).

Para el Capítulo 4 se revisarán algunos planteamientos actuales sobre las nuevas maneras de producción de conocimiento que han tenido su repercusión en percibir de manera distinta las relaciones en la ciencia, la tecnología y la sociedad (por ejemplo, Funtowicz & Ravetz, 2000; Jasanoff S., 2004 ; Nowotny, Scott, & Gibbons, 2001; Olivé, 2007). Para hacer una distinción entre estas imágenes y las dos imágenes anteriores (Capítulos 2 y 3), las hemos denominado *imágenes críticas*⁶ de la ciencia y la tecnología.

Asimismo, en cada capítulo se hace un análisis de la relación existente entre dichas imágenes, diversas definiciones, modelos de comunicación planteados desde los diferentes estudios de la comunicación de la ciencia, y las aportaciones producidas desde los estudios sociales de ciencia y tecnología. Con ello mantendremos a lo largo del trabajo que, además de examinar las dinámicas del desarrollo de las ciencias y la tecnología (imágenes de la ciencia y la tecnología al inicio de cada capítulo), es importante comprender las formas en las que se han ido estudiado sus relaciones con las concepciones sobre los procesos de

⁵Para este trabajo no se verá a imagen filosófica como una sola, sino que consideraremos que presenta divisiones y compartimentos que son importantes remarcar para tener una mejor claridad al momento de revisar las imágenes provenientes desde la divulgación de la ciencia. Creemos que con ello podremos identificar y mencionar las características más significativas de cada una de ellas y revisar las disciplinas que han ayudado a construirlas.

⁶Michel Callon (2001) establece que existen cuatro modelos para comprender la dinámica de la ciencia: la ciencia como conocimiento racional, competición, la ciencia como práctica sociocultural y la traducción extendida. El primero afirma que la ciencia es un conocimiento racional donde el objeto es destacar qué es lo que distingue a la ciencia de otras formas de conocimiento. El segundo considera a la ciencia como una empresa competitiva donde la cuestión principal son las formas organizativas adoptadas por la ciencia. El tercero es el modelo sociocultural y principalmente pone en juego las prácticas y habilidades tácitas. El cuarto modelo, el de la traducción extendida, intenta mostrar cómo la robustez de los enunciados científicos se produce, y simultáneamente cómo se crea el espacio de circulación de los enunciados. Parte de las imágenes propuestas en este trabajo han sido establecidas usando esa caracterización.

comunicación del conocimiento, las relaciones entre la ciencia y el público, y las percepciones de la labor de la divulgación. Ello nos dará indicios para comprender de una manera más adecuada cómo cada una de las imágenes de la ciencia y la tecnología conlleva una imagen de sociedad, de público, de actores que participan, y las maneras en las que se debe comunicar el conocimiento.

En la última parte de cada capítulo se revisan algunas concepciones de ciencia, tecnología y divulgación por parte de algunos divulgadores de la ciencia. En esas partes se analizan algunos textos de la *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*, publicada por la DGDC de la UNAM en 2003, la cual puede considerarse como el primer ejercicio para reunir el pensamiento y reflexiones de una comunidad de divulgadores en México, pues en ella se expresan las reflexiones de los pioneros de la divulgación, los grandes maestros, destacados divulgadores y promotores de la divulgación, con ideas originales y experiencias ejemplares; aparecen también aportaciones de divulgadores que han ocupado cargos directivos (Tonda, Sánchez, & Chávez, 2002). Lo importante de poder acercarse y analizar dichos textos será comprender algunos de los enfoques en la divulgación de la ciencia, formas de llevarla a cabo, definiciones y objetivos, algunos de los sitios en los que se ha realizado y la manera en las que se ha entendido la divulgación, y su relación con la sociedad y los públicos. Es importante hacer notar que la *Antología* reúne textos elaborados por divulgadores hasta el 2002, e incluso algunos son de fechas anteriores. Sin embargo, para este trabajo, ese aspecto es considerado de mucha relevancia, ya que si revisamos la historia reciente de la labor -por lo menos la realizada en la UNAM después del 2001- ésta se encontraba en un proceso de inserción en ambientes académicos y de investigación más institucionalizados. Es importante hacer notar que en 2003 la Dirección General de Divulgación de la Ciencia se incorpora como una de las instituciones para crear el área de Comunicación de la ciencia del Posgrado en Filosofía de la Ciencia del Instituto de Investigaciones Filosóficas de la UNAM. Consideramos que la creación de la *Antología de la Divulgación* forma parte de los esfuerzos por consolidar académicamente ese proyecto. Sin embargo, con el paso del tiempo vale la pena hacer una reflexión para saber cómo estaba la situación de la divulgación de la ciencia plasmada en ese texto, comparándola con los análisis

que se proponen desde los estudios sociales de la ciencia y la tecnología y los estudios de la comunicación pública de la ciencia.

Con todo lo anterior, se revisará que la divulgación de la ciencia y los divulgadores, en su versión más conocida⁷, han consolidado fundamentos para comunicar el conocimiento que se produce dentro de las comunidades científicas y han ido construyendo, a lo largo de los años, una práctica que los identifica y que les interesa transmitir de una generación a otra⁸. Consideraremos que esta afirmación se puede ver a través de los textos -de los primeros divulgadores y nuevas generaciones- que éstos han generado, en donde se han ido estableciendo y configurando parte de las prácticas que tienden a reconocer, por ejemplo, una identidad social, una manera propia de ser divulgador y del papel que desempeñan, una forma de legitimar su actividad, pero además, un modo de pensar el funcionamiento y el desarrollo de la ciencia y la tecnología, caracterizados por representar formas de autoridad del conocimiento científico o supuestos beneficios hacia la sociedad.

Finalmente, el trabajo tienen como intención hacer patente que un cambio en las imágenes de la ciencia y la tecnología construidas por la divulgación puede redituarse en tener mejores productos de comunicación del conocimiento, pero también modificar el campo para proponer otro tipo de proyectos e iniciativas, en donde se genere una comunicación entre los diversos actores. Para ello, planteamos en las conclusiones algunos retos y problemas para la divulgación de la ciencia al asumir que ésta se debe localizar y reflexionar dentro de una perspectiva más compleja que la que se había asumido originalmente.

⁷ Ana María Sánchez (2002) define la divulgación como “Es una labor multidisciplinaria cuyo objetivo es comunicar, utilizando una diversidad de medios, el conocimiento científico a distintos públicos voluntarios, recreando ese conocimiento con fidelidad y contextualizándolo para hacerlo accesible”.

⁸ Es importante mencionar que desde hace más de 15 años se han creado cursos de formación para profesionalizar la labor, colecciones para crear discusiones en algunos campos de la divulgación de la ciencia, revistas donde se divulgan diversos temas que se consideran pertinentes y creación de sociedades que han ayudado a ir construyendo una política en el campo.

1. Las imágenes de la ciencia y la tecnología y su divulgación

En abril de 2010 en un homenaje realizado en las instalaciones de Academia Mexicana de las Ciencia al Dr. Luis Estrada, considerado como el pionero de la divulgación de la ciencia en México, se discutieron en una mesa redonda denominada “Ciencia y cultura”⁹ diversos aspectos sobre la divulgación de la ciencia en el país, principalmente la realizada en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). La estructura y el planteamiento de dicha mesa estuvieron pensados para debatir algunos elementos que ayudaran a aclarar los principales propósitos de la divulgación de la ciencia, así como la conveniencia de “emplear el término “cultura científica”, y a contribuir en el fomento de reuniones entre los interesados en el conocimiento científico y la naturaleza de la cultura” (Estrada, 2010, p. 10). La mesa fue una continuación de un primer evento titulado “La divulgación de la ciencia ¿educación, apostolado o...?” realizado en 2003¹⁰, en el que también se discutieron algunas temáticas sobre la divulgación de la ciencia y el papel que ésta debe tener en la sociedad. Fundamentalmente, se trataron de revisar algunas problemáticas en ese momento de la tarea de la divulgación de la ciencia, para tratar de comprender y establecer “aquello que debe ser la base de la labor; la organización que debe tener el colectivo de divulgadores para asegurar que el objetivo primordial sea cumplido (“difundir el conocimiento científico entre el público general”¹¹); el tipo de espacios académicos que se deben crear para encontrar enseñanzas y aprendizajes, intercambio de experiencias, comentarios sobre publicaciones y realizaciones, información pertinente y confiable (Estrada, 2003).

⁹ Esa mesa fue publicada en el 2010 en el libro *Ciencia y cultura. Reflexiones sobre dos temas inagotables* por la Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). En él se encuentran las ponencias de los cinco participantes: Fernando del Río, Carlos López Beltrán, Gerardo Hernández, Manuel Gil Antón y Luis Estrada

¹⁰ Esa mesa fue publicada en 2003 en el libro *La divulgación de la ciencia: ¿educación, apostolado o...?* por la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM. En él se encuentran las ponencias de los cuatro participantes: Fernando del Río, Carlos López Beltrán, Gerardo Hernández, Juan José Rivaud y Luis Estrada. El evento se realizó en las instituciones del Museo de Ciencias *Universum* de la UNAM.

¹¹ Este objetivo fue el planteado por Estrada en la publicación del libro, por ello consideramos que es importante rescatarlo. Sin embargo, a lo largo de este trabajo veremos como los objetivos y lo que se debe perseguir con la divulgación de la ciencia se han visto de maneras diversas dentro de la colectividad de divulgadores.

Sin embargo, en la segunda ocasión se mostró la relación que guarda la ciencia con la cultura y se hizo énfasis en exponer que la divulgación de la ciencia en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) ha recorrido una trayectoria de más de tres décadas, tiempo en el que se ha logrado establecer una tradición que comprende diversas prácticas divulgativas y de comunicación, historias, definiciones, conceptos, reflexiones y la construcción de un lenguaje común, fundamentos teóricos y representaciones de la ciencia y la tecnología y su relación con la sociedad. Veamos algunas características de lo planteado.

Por ejemplo, se rescató y relató el proceso que algunos divulgadores ha usado para comprender la actividad, en donde primero “se usó el arte (la cultura entendida como vida en el arte), como punto de referencia y contraste para generar cuerpos de crítica apreciativa como en las artes visuales, y de esa manera exaltar cualidades estéticas de las matemáticas o de la cosmología o los aspectos dramáticos de la paleontología” (López Beltrán, 2010, p. 15). A continuación, el lenguaje fue el centro de atención, partiendo de la preocupación de ver que los lenguajes especializados usados en las ciencias alejaban al ciudadano, se planteó generar “en el espacio común compartido del lenguaje natural conceptos y descripciones equivalentes y alternativas que aunque perdieran algunas de sus presiones, podrían conservar aspectos de su identidad para ilustrar, entusiasmar, estimular y educar a los “legos”” (p. 15). Posteriormente, siguiendo el planteamiento de López Beltrán, se puede apreciar que se le dio atención a la escritura, a la investigación visual, la teoría de la traducción, la existencia o la creación de un “canon de la cultura científica”, los clásicos de la escritura científica¹², hasta una posible transformación de la divulgación de la ciencia para pasar de un papel informativo e iluminador -en el que al “lego” se le revelan los saberes que sobre la naturaleza y sus leyes han acumulado los científicos-, a un papel de la divulgación más formativo en el que los individuos incorporan no solamente la información factual y teórica, sino también la comprensión de visiones y recursos del pensamiento de la investigación científica. También se presentaron en dicha reunión algunas premisas sobre el papel de la ciencia y su

¹² En las mayoría de la ocasiones el término “clásicos de la divulgación científica” se utiliza para hacer referencia a artículos, ensayos, libros o textos de opinión que son considerados como ejemplos de la divulgación que se debería hacer. Ejemplos de ellos los tenemos en textos desarrollados por Stephen Jay Gould, Stephen Hawking o George Gamow.

divulgación y su relación de éstas con la cultura. Fernando del Río (2010) consideró que no existe el divorcio real entre la ciencia y la cultura, sino una ausencia o debilidad de la primera dentro de la segunda y que la manera de medir el grado de penetración podría ser conociendo cómo la sociedad contemporánea *utiliza la tecnología basada en la ciencia, aplica y genera la ciencia para satisfacer sus necesidades*¹³ y *aprecia la ciencia*¹⁴.

Por su parte, Gil Antón (2010) propuso que hay culturas –como colchas de retazos- en que el *retazo al que llamamos ciencia*, como institución y definición social cambiante, cabe, se ubica, se estima y se juega como elemento interpretador para cierta cantidad de fenómenos, de acuerdo con preguntas específicas; y que no pretende ser el único modo posible ni de conocer, ni de explicar, ni de comprender. Para este autor, una cultura es científica en la medida en que entre sus retazos acepte y pueda coordinar a la ciencia como elemento constitutivo de ella. Es decir, que los valores específicos de la ciencia sean parte de la gran constelación de valores en que descansa todo proyecto cultural.

Como se puede apreciar, en cada una de las presentaciones se detectan diversas nociones, concepciones y preocupaciones sobre lo que se entiende por conocimiento científico, cultura científica o transformación de los objetivos de la divulgación a lo largo del tiempo y la forma de lograr su estudio. Sin embargo, aunque algunas de las afirmaciones nos ofrecen un poco de claridad sobre cada uno de los anteriores aspectos, nos surgen diversos cuestionamientos: ¿a cuál de ellas les hacemos caso para plantear los objetivos y propósitos de la divulgación de la ciencia?, ¿cuál es la relación entre esas nociones de *cultura científica* con las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad que se han ido construyendo a lo largo del tiempo?, ¿cuál es la situación actual de la divulgación de la ciencia en México en relación con otros planteamientos provenientes de la academia y de las políticas en ciencia y tecnología en otros lugares?

¹³ El autor consideró que esta forma es la más valiosa, ya que está constituida por la explicación o comprensión racional sobre los fenómenos naturales y sociales que la ciencia suministra. La explicación la ve en el sentido de la capacidad de predecir con certeza el acontecer de un fenómeno natural, argumentando que lo que sostiene y le da coherencia a esta capacidad, que es sinónima de conocimiento científico, es el cómo se hace la ciencia, esto es, lo que algunos llaman las reglas del juego y que los sociólogos llaman, el *ethos* de la comunidad de hombres de ciencia.

¹⁴ La manera apreciativa corresponde, según el autor, a lo que en inglés se conoce como “scientific literacy”: conocer los hechos básicos de la ciencia y entender cómo funciona.

1.1. El colectivo de divulgadores

Dentro de los antecedentes que son comunes mencionar sobre colectivo de divulgadores es que se marque el origen de la actividad en el Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia de la UNAM.

El origen de la divulgación de la ciencia en UNAM¹⁵ tiene lugar entre los años 1966 - 1970 con el surgimiento de dos proyectos: la revista *Física* y la revista *Naturaleza*. La primera surgió ante la falta de revistas de consulta en español y editada gracias al trabajo emprendido años antes dentro de la Sociedad Mexicana de Física (SMF). En 1968 se sugirió que el boletín que editaba la SMF se pudiera transformar en una revista, trabajo que fue encomendado a Luis Estrada Martínez. A finales de ese año se edita el primer número de la revista, la cual se publicó mensualmente durante los siguientes diecisiete meses.

Durante la gestión del rector Pablo González Casanova (abril de 1970- diciembre 1972) se nombró Director de la Dirección Difusión Cultural de la UNAM a Leopoldo Zea, quien sugirió la creación de los Departamentos de Ciencias y Humanidades, dependientes de esa institución. El primero de ellos fue dirigido por Abelardo Villegas, y el segundo por Luis Estrada, a partir de 1970. Justamente a petición del director de la Dirección de Difusión Cultural se sugirió a Luis Estrada produjera una transformación de la revista *Física* en una que brindara información general sobre las ciencias y no solamente que se enfocara a la disciplina de la física. De esa sugerencia surgió la revista *Naturaleza*, cuyo primer número se publicó en agosto de 1970, con una periodicidad mensual hasta diciembre del mismo año. Sin embargo, a partir de 1971 su periodicidad fue bimestral y se dejó de publicar hasta diciembre de 1984.

La revista *Naturaleza* dividió su labor en tres grandes líneas: información, revisión del conocimiento científico e integración de la ciencia en la ciencia

¹⁵Para esta sección tomo en consideración dos trabajos en los que se hace una revisión de la historia del Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia. Éstos son los trabajos de Hernando Luján: *El Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia y sus antecedentes (una experiencia de comunicación de la ciencia en UNAM 1970-1986)*. Tesis de licenciatura en Biología (1997); y de Israel Chávez: *¿Cómo surge Universum?* Tesis de licenciatura en Historia (2008).

contemporánea. Contenía tres secciones: *noticias*, *artículos* y *otras contribuciones*. Con la primera se presentaron, principalmente, lo que acontecía en el mundo de la ciencia, los avances del conocimiento científico y los resultados de las investigaciones en diversos países. Los *artículos* presentaron diversos temas de la ciencia contemporánea. Estuvieron escritos por científicos con el propósito de que éstos compartieran sus intereses con el público y lo mantuvieran al día en el conocimiento científico. Las *otras contribuciones* estuvieron integradas por textos que ofrecían algunas opiniones sobre el desarrollo de investigaciones y de la política científica, distintos artículos destinados a revisar un tema de actualidad, fotografías, reseñas de libros, proyectos constructivos y opiniones de los lectores. El denominador común de estas contribuciones fue la presentación del conocimiento científico en un contexto cultural, para ayudar a distribuir la ciencia.

Cabe destacar que durante el periodo que va de 1970 a 1977, además de la revista *Naturaleza*, el Departamento de Ciencias tuvo una actividad importante en divulgación de la ciencia, realizando diversos foros, ciclos de conferencias y algunas exposiciones dentro y fuera de la UNAM.

Como fruto de las experiencias mencionadas en los párrafos anteriores, y gracias a un convenio de colaboración suscrito por la UNAM con la Dirección General de Investigación Científica y Superación Académica, de la Secretaría de Educación Superior e Investigación Científica de la SEP, en 1978 se instaló el Programa Experimental de Comunicación de la Ciencia (PECC). Dicho programa formó parte del sistema de Extensión Universitaria y tuvo como objetivos específicos: investigar los sistemas de comunicación de la ciencia, diseñar y experimentar nuevos canales para elevar el conocimiento científico público, difundir la ciencia y los logros de la investigación científica valiéndose de los medios idóneos y en colaboración con las dependencias universitarias. El 2 de enero de 1979 se inauguró el PECC y, de manera paralela, se continuó la producción de la revista *Naturaleza* y con la elaboración de actividades sobre comunicación de la ciencia en diversos espacios universitarios. Ese mismo año, por iniciativa de Luis Estrada, se presentó a la Coordinación de Extensión Universitaria un proyecto cuyo propósito fuera el de crear un centro de extensión universitaria dedicado exclusivamente a la comunicación de la ciencia, para que la universidad

contribuyera a satisfacer una necesidad de dimensión nacional, equilibrara mejor su amplia gama de actividades culturales, que tradicionalmente había estado dominada por los eventos artísticos, y propiciara en la comunidad universitaria, principalmente en la científica, la confrontación e intercambio de sus conocimientos, con fines de comunicación interdisciplinaria y con el público general (Luis Estrada, citado por Luján.1997, p. 58).

El 17 de abril de 1980, por acuerdo del rector Guillermo Soberón, se creó el Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia (CUCC), el cual quedó constituido como un centro de extensión universitaria, que dispuso del presupuesto asignado por la UNAM y que contó con los recursos que eran asignados al PECC por parte de la Coordinación de Extensión Universitaria y del Departamento de Ciencias de la Dirección General de Difusión Cultural. Al CUCC se le asignaron las funciones de: organizar y realizar actividades de comunicación de la ciencia (modelos y prototipos); producir, distribuir, conservar y clasificar material para la difusión de la ciencia; realizar investigación aplicada a proyectos de comunicación de la ciencia; formar y capacitar técnicos y especialistas en los diferentes aspectos de la comunicación de la ciencia; asesorar y prestar servicios a otras instituciones que lo soliciten para la realización de planes de difusión del conocimiento científico; y establecer relaciones e intercambios con otras instituciones, nacionales y extranjeras, para el mejor cumplimiento de sus fines, en particular, conocer y relacionarse con las dependencias universitarias que realizan actividades de investigación y de difusión de la cultura. El 12 de junio de 1980 se instaló el Comité Técnico del CUCC con el objetivo de coordinar y orientar sus políticas, y evaluar sus actividades. Asimismo, se nombró director al Dr. Luis Estrada, el PECC y el Departamento de Ciencia se fusionaron en una sola institución, y se organizó una unidad administrativa para integrar el centro de manera formal a las actividades administrativas de la universidad.

Entre 1982 y 1984, el CUCC sufre un cambio importante. Durante esos años la institución lucha por dejar de ser una dependencia al servicio de la Dirección General de Extensión Académica, para convertirse en un verdadero centro de extensión y ser un canal de la Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM. De esa manera, internamente se previó la posibilidad de convertir al

personal del CUCC en personal académico para tener una mayor autonomía y mejores posibilidades de vincularse con las labores de investigación. Con ello, se inician una serie de actividades destinadas a apoyar y estimular el desarrollo de los miembros del centro. Por ejemplo, se establecen algunos seminarios para discutir diversos descubrimientos y logros de la ciencia, reflexionar y analizar productos generados por miembros del centro, y algunos talleres de comunicación para mejorar la práctica de comunicar la ciencia. En 1983, después de un estudio realizado conjuntamente con la Dirección General de Planeación de la UNAM, se sugirió la creación, dentro del CUCC, de un Centro de Ciencias y de un Centro de Información como parte de un Museo de Ciencias¹⁶. El primero se debería establecer como un lugar público en el que existiera una atmósfera de conocimiento científico y en donde la comunidad universitaria y extrauniversitaria encontrara exposiciones, funciones de cine, teatro y audiovisuales, conferencias, mesas redondas, cursillos y pláticas relacionadas con la ciencia. El segundo debería ser un lugar para proporcionar al público general y a los medios de comunicación masiva, información accesible y veraz acerca de la ciencia. Para ello, se elaborarían boletines de prensa, notas, noticias y programas para su difusión en periódicos, revistas y radiodifusoras. Además, se incluiría la publicación de la revista *Naturaleza*, el Boletín del CUCC, de folletos, cuadernos de lectura y libros. Sin embargo, debido a las presiones de la Coordinación de Extensión Universitaria sobre *Naturaleza* para convertirla en una publicación propia, generaron la cancelación de la revista a finales de 1984.

Los años 1985 y 1986 marcaron un nuevo periodo para la UNAM. En ese año el Dr. Jorge Carpizo fue nombrado rector de la universidad y la Coordinación de Extensión Universitaria sufrió grandes cambios. Uno de los más importantes fue la creación de la Coordinación de Difusión Cultural, lo cual obligó a modificar las concepciones sobre *extensión universitaria* que se tenían en la universidad y la

¹⁶En marzo de 1983 el Dr. José Sarukhán, Director del Instituto de Biología, y el Dr. Luis Estrada, Director del CUCC, presentaron al rector de la UNAM, Dr. Octavio Rivero, los documentos *El Museo de Ciencias de la UNAM. Esquema general y Propuesta para la Edificación del Centro de Divulgación de las Ciencias de la UNAM*. Con ellos, se intentó crear en dicho momento una institución cuya sede estuviera en el Centro Cultural Universitario conformada por tres elementos: un espacio para exhibiciones y otras actividades; un programa de actividades cuyos objetivos estuvieran orientados a la enseñanza, la divulgación y la investigación; y un centro de información. Sin embargo, el proyecto no se pudo concretar hasta 6 años después (a partir de 1992).

relación de esta institución con los centros que se habían creado para ese fin (entre ellos el CUCC).

A partir de 1987 el Coordinador de la Investigación Científica, Dr. José Sarukhán, cambió la adscripción del CUCC a dicha coordinación y el 18 de mayo del mismo año, por acuerdo del rector Jorge Carpizo, se integró al Consejo de la Investigación Científica (CIC), considerando al CUCC como uno más de sus centros. Ese cambio significó el inicio de otra etapa para la institución, ya que surgió la necesidad de establecer toda una organización académica¹⁷ dedicada a la comunicación de la ciencia y nuevos criterios de evaluación de la producción del centro.

Durante los meses de junio y julio de 1988 el CUCC ocupó por primera vez un espacio dentro de la propia UNAM. Sus oficinas fueron establecidas en el Primer Piso del Edificio de Posgrado (antiguo edificio de la Facultad de Ciencias). En enero de 1989, el Dr. José Sarukhán, tomó posesión como rector de la universidad y en el mes de julio el Dr. Luis Estrada renuncia a la dirección del CUCC y fue sustituido por el Dr. Jorge Flores.

A partir de que Jorge Flores fue director del CUCC se comenzó a trabajar en la consolidación del proyecto del Museo de Ciencias de la UNAM (actualmente conocido como *Universum*). Sin embargo, no fue sino hasta 1991 cuando el CONACYT, que tenía sus oficinas dentro de Ciudad Universitaria (en el Centro Cultural Universitario), cambió de sede, dejando el edificio que ocupaba desde 1971 para que fuera ocupado por el nuevo proyecto. Desde ese año, el CUCC tuvo como principal objetivo la generación de equipos de trabajo para crear los contenidos, las salas y los equipamientos que se instalarían en el nuevo museo. Hasta ese momento la organización del CUCC se basaba principalmente en un Departamento de Medios Escritos y en otro encargado de la planeación de actividades del centro. Pero al construir el museo *Universum* se constituyó el

¹⁷Miembros de CUCC en esos momentos: Luis Estrada, Hernando Luján, Guadalupe Zamarrón, Carlos López Beltrán, Eduardo Monteverde, Rolando Ísita, Pilar Contreras, Consuelo Cuevas, Alicia García, Guadalupe González Lobo, Rubén Tobón, Rodrigo Silva, Arturo Orta, Carmen Sánchez, Nemesio Chávez, Ana María Sánchez, Martha Dunhe, Sergio Sanjines, Estrella Burgos, Lena Paula Urrutia, Jorge Larson Guerra, Alicia Castillo, Alejandro Quevedo, Manuel González Casanova, Esteban Estrada, Luz Cruz Wilson, Aarón Alboukrek.

Gabinete de Ingeniería, encargado de fabricar los equipamientos; el Gabinete de Animación, encargado de realizar pequeñas cápsulas para representar el mundo microscópico; el Gabinete de Cómputo, para diseñar juegos, videos o audios; y el Gabinete de Museografía, que sería responsable de distribuir los equipamientos en el museo (Chávez, 2008, p.161-162). Por otra parte, el Gabinete de Medios Audiovisuales filmó y grabó videos que se utilizarían en Salas y para la difusión de actividades, el de Medios Escritos redactó cédulas informativas y de uso, el Gabinetes de Arte interactuó con los artistas para crear las exposiciones; y el Gabinete de Prensa y Relaciones Públicas realizó un trabajo para posiciones *Universum* a través de publicidad en espectaculares, billetes de loterías, etc. Asimismo, se contó con la asesoría de diversos investigadores de la universidad, quienes ayudaron a conceptualizar cada sala de acuerdo con sus especializaciones, entre ellos estuvieron: Julia Tagüeña (sala de energía), Julieta Fierro (sala de astronomía), Javier Bracho y José Antonio de la Peña (sala de matemáticas), Víctor Toledo (sala cosechando el Sol), Julio Frenk (sala de reproducción humana), Santiago Genovés (sala una balsa en el tiempo) (*Idem*, p. 156).

En diciembre de 1992, el CUCC inauguró el Museo de las Ciencias *Universum*, y posteriormente, en 1996, el Museo de la Luz, en el Centro Histórico de la Ciudad de México. El 6 de octubre de 1997, siendo rector el Dr. Francisco Barnés de Castro, se emitió un acuerdo en el cual el CUCC se vio modificado en varios aspectos. El más importante fue que la institución se convertía en la Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC) y modificaba una serie de funciones, parte de las cuales se conservan hasta este momento. Sin embargo, la institución continuó asociada al Subsistema de la Investigación Científica, particularmente a la Coordinación de la Investigación Científica. Desde entonces, la DGDC ha sido dirigida por cinco directores generales: el Dr. José Antonio Chamizo Guerrero (1997-2000), la M. en C. Julieta Fierro Gossman (2000-2004), la Dra. Julia Tagüeña Parga (2004-2008) y el Dr. René Drucker Colín que asumió el cargo en 2008, y el Dr. José Franco, a partir de 2012 hasta la fecha.

Entre las funciones que le han sido asignadas a la DGDC, destacan las actividades académicas y de servicio. Su propósito principal ha sido promover,

divulgar y fomentar la ciencia, y la cultura científica y tecnológica, principalmente la que se genera, enseña y preserva en la UNAM. Para ello, debe hacerla llegar a toda la comunidad universitaria y al resto de la sociedad mexicana, ayudando con ello a uno de las funciones de la universidad, la difusión de la cultura.

Dentro de las actividades que se ofrecen en la DGDC están¹⁸: realizar, organizar y promover la divulgación de la ciencia a través de museos, exposiciones y otros medios de comunicación para jóvenes, niños y público en general; producir, promover, distribuir y conservar material de diversa naturaleza, relacionado con la divulgación de la ciencia; establecer y ofrecer programas de formación y capacitación en divulgación de la ciencia; realizar investigación sobre la divulgación y la comunicación de la ciencia; establecer y aplicar criterios para evaluar la divulgación de la ciencia y la investigación que se realice en esta área; asesorar y apoyar a entidades académicas y dependencias universitarias e instituciones públicas y privadas, nacionales y extranjeras.

Para enfrentar sus objetivos académicos a lo largo de varios años, en la DGDC se han generado procesos para profesionalizar esta labor. Desde hace 18 años la institución imparte el Diplomado en Divulgación de la Ciencia. Desde el 2003 se creó el área de Comunicación de la Ciencia dentro del programa de Posgrado en Filosofía de la Ciencia, en donde la DGDC es una entidad participante. Además, se ha fomentado el estudio interdisciplinario en el área por medio de diversos seminarios en los que se abordan diversas temáticas de divulgación, comunicación de la ciencia y museología.

¹⁸ Las actividades que se desarrollan en la institución para cumplir por los objetivos son: realización de programas de radio, páginas de internet de la institución y de los museos, servicios dentro de los museos, productos de divulgación, entre los que destacan la revista *¿Cómo ves?*, colecciones de libros y el desarrollo de exposiciones itinerantes y temporales.

2. La imagen simple de la ciencia y la tecnología

Existe una acusada percepción de que la ciencia ha avanzado considerablemente y que se ha caracterizado por ser una institución básicamente benéfica y exitosa, cuyos productos tienen como único fin el mejoramiento de la calidad de vida de los seres humanos, el progreso de la humanidad y el desarrollo de las economías. Ese éxito y esas ideas han conducido a suponer que hay algo muy especial en la práctica científica, una cierta manera de proceder, que permite “descubrir” los secretos más profundos de la realidad. Así, los científicos son capaces de generar continuamente el conocimiento hacia una verdad y que, la búsqueda de esa verdad, es el motor impulsor del avance científico. Además, esta percepción presupone personas que actúan racionalmente al realizar selecciones teóricas a partir de la evidencia empírica. De esa manera, beneficio, éxito, calidad de vida, descubrimiento, racionalidad y verdad son términos y temas que forman parte de una imagen de la ciencia y la tecnología que persiste en muchos de los discursos que recibimos constantemente.

Obviamente la divulgación de la ciencia no ha quedado al margen de las ideas. Se puede decir que, como una actividad que hace público el conocimiento científico, ha creado diversas imágenes de la ciencia y la tecnología en las que se transmiten concepciones sobre: la autoridad de la ciencia sobre otras actividades humanas, la racionalidad científica y el desarrollo del conocimiento, los personajes más importantes que han ocasionado que los avances científicos se produzcan. Basta revisar un ejemplo sencillo donde se divulga la ciencia para darnos cuenta de ello. En la sala ExpoQ del Museo *Universum* de la UNAM realizada en 2005, podemos encontrar que:

“Antes de 1900 algunos científicos pensaban que la física ya conocida *explicaba todos los fenómenos de la naturaleza*, y sólo habría que cubrir detalles. Pero sucedió que....”.

“En 1895 Wilhelm Röntgen *descubrió* los rayos X. De inmediato se inició su aplicación en medicina”.

“En 1896 Henri Becquerel *descubrió* que el uranio emite espontáneamente una radiación invisible y penetrante, capaz de velar placas fotográficas”.

“En 1897 Joshep John Thompson *descubrió* el electrón”.

“En 1900 *nace la teoría cuántica* cuando Max Plank resuelve el problema del llamado “cuerpo negro” al definir el quantum de energía”.

¿Por qué sucede esto? ¿Por qué en algunos discursos provenientes de la divulgación de la ciencia se siguen privilegiando algunas imágenes sobre otras? ¿Qué tipo de reflexiones han emprendido los divulgadores para plasmar esas ideas en sus productos? ¿Cuál es la concepción de ciencia con la que se trabaja?

En los siguientes apartados haremos una revisión de la procedencia de algunas características de la imagen mencionada hasta este momento.

2.1. Características de la imagen simple de la ciencia y la tecnología

Algunas de las ideas hegemónicas en la filosofía, historia y sociología de la ciencia de los primeros dos tercios del siglo XX generaron un conjunto de nociones epistemológicas y metodológicas que todavía imperan hoy en el discurso de la ciencia y han creado lo que se podría llamar una *imagen simple* de la ciencia. En ella, se parte del supuesto de que la ciencia es la actividad racional por excelencia, de que la ciencia no es sólo valiosa por sus logros y resultados, sino también por sus procedimientos (Olivé, 2000, p. 68), de que la observación fiel captaría las cosas tal y como son en la realidad, sin que intervenga ningún elemento humano o esquemas teóricos. El conocimiento científico surgiría de esas observaciones y luego se comprobarían con experiencias que obedecían a una lógica y una racionalidad únicas y claras (Ibarra, 2003; López Cerezo, 2003).

Hasta mediados del siglo XX, una de las labores más importantes de la filosofía de la ciencia fue concebir las reglas de un método general que garantizara la correcta práctica científica y el conocimiento científico auténtico, así como la existencia de un criterio de demarcación que permitiera distinguir las ciencias y las no-ciencias (pseudociencias). Se subrayaba que la ciencia poseía diversas características que la hacían distinta de las demás actividades culturales y se compartió la idea de que los logros científicos se habían generado gracias a la aplicación de un conjunto de *principios o reglas necesarias que conformaban la racionalidad científica*, que permitían evaluar objetivamente las hipótesis y teorías que se

proponen en la actividad científica. Además, se consideraba que la aplicación de dicho método era un referente para que los científicos fueran capaces de ponerse de acuerdo en las preguntas y consideraciones más importantes de su disciplina y proporcionaba una manera especial para decidir el éxito o fracaso de las hipótesis o teorías, para que éstos las rechazaran o aceptaran.

La idea general del método científico fue común para dos enfoques filosóficos dentro del estudio de la ciencia: el “positivismo lógico”, conocido como “empirismo lógico”, y el “racionalismo crítico”.

El positivismo lógico se centró en el criterio de verificabilidad, el cual sostenía que el significado de una teoría científica se agota en consideraciones empíricas y lógicas de lo que sería verificar la misma. Una teoría científica, entonces, es un resumen condensado de las posibles observaciones. Esta es una manera en que la ciencia puede ser vista como una actividad en donde las teorías científicas son construidas por la manipulación lógica de las observaciones y el progreso científico consiste en aumentar la exactitud, número y rango de observaciones posibles que sus teorías indican. El método de justificación defendido era de tipo inductivo en el que se proponía que partiendo de los enunciados de observación, que son la base segura de nuestro conocimiento, se debe establecer qué tan bien confirmada queda una hipótesis de aplicación más general. Se trataba entonces de formular un algoritmo que permitiera determinar, de acuerdo con los datos disponibles, el grado preciso de justificación de cualquier hipótesis general. Este grado indicaría la medida de la confianza que razonable tener en una hipótesis (Pérez Ransanz, 2000).

No obstante, el planteamiento tuvo que vérselas con algunos problemas. En especial, se puede hacer una crítica al principio de inducción; aunque las pruebas de verificación podían aplicarse a cualquier generalización que se deseara, el estatus de ésta resultaba siempre incierto, ya que cualquier observación posterior podía contradecirla. En síntesis, la verificación garantizaba muy poco, ya que, en principio, cualquier observación futura podía acabar con una generalización.

Por parte del “racionalismo crítico”, encabezado por Karl Popper, se planteó como criterio de demarcación el principio de *falsación*. Según éste, la inducción no podía ser un método de justificación, ya que se consideraba que es imposible encontrar un criterio que permitiera probar la verdad de una proposición o de una teoría; pero si no se podía probar que una proposición era verdadera, se podía pretender que era falsa a condición de poder someterla a prueba. Si satisfacía esa condición era una teoría científica. Popper reconstruyó el método científico como un método de conjetura y refutación, en donde se propone una conjetura (hipótesis) arriesgada de gran alcance, y se deducen consecuencias observables que se ponen a prueba; si alguna de estas consecuencias falla, la conjetura ha queda refutada y debe rechazarse; en caso contrario, se repite el proceso considerando otras consecuencias contrastables (Pérez Ransanz, 2000). De esa manera, se asume que la práctica propia de los científicos consistía en buscar los límites en el funcionamiento de las teorías, y que, cuando esos límites se impusieran, la dinámica de la investigación debería llevar a los científicos a imaginar nuevas hipótesis que dieran resultados equivalentes a los anteriores, más la solución a algunos de los problemas encontrados.

Sin embargo, aunque la propuesta de Popper fue un intento por dar solución al permanente problema del estatus de la metodología científica, se hizo evidente que tanto la verificación como la *falsación* sufrían de la misma debilidad al mantener, como presupuesto central, la neutralidad de la observación.

De la misma manera que existen algunas concepciones epistemológicas en la imagen simple de la ciencia, también se pueden ver explicaciones de aspectos sociales. En ellas, los científicos se distinguen por poseer una actitud neutral hacia las teorías y los datos. Parte de esta visión se desprende de los estudios de Robert K. Merton, sociólogo funcionalista, que dominaron las discusiones de la sociología de la ciencia hasta la década de 1960. La ciencia se estudia en su ámbito institucional y organizacional, argumentando que una de las funciones sociales de la ciencia era precisamente la de proporcionar conocimiento certificado. En esta imagen de la ciencia, la estructura social mantenía el

comportamiento de los científicos¹⁹ y permitía el avance y la acumulación del conocimiento científico y, en principio, también penalizaba los comportamientos inadecuados que pudieran retardar dicho avance.

La *racionalidad científica*, dentro de estas perspectivas, está basada en reglas de carácter universal, la cuales determinan las decisiones de los científicos, poniendo el interés en las relaciones lógicas que conectan las hipótesis y teorías con las evidencias o hechos que son observados y descubiertos. Asimismo, la utilización de esta imagen ha traído como consecuencia la centralidad de noción de “descubrimiento” en la ciencia, y su uso en la divulgación y comunicación. Se entiende que se descubren nuevos objetos o procesos sobre los cuales no existía conocimiento previo. Muchos de estos descubrimientos son presentados como “verdaderos logros científicos”. Además, este tipo de expresiones consolidan el modelo de progreso científico por acumulación de conocimiento; se piensa que la ciencia es el marco social en el que tienen más posibilidades de suceder los “descubrimientos”, por medio de la comprobación de la teoría y el experimento, que se van acumulando cada vez más. Es decir, en esta imagen se habla de la importancia de un descubrimiento sin que se aclare y defina la importancia con respecto a qué. Solamente se quiere sobresaltar que es un descubrimiento. Cuando se descuida ese aspecto, suele darse por sentado que un descubrimiento científico es tal porque se ha obtenido mediante la aplicación del método científico. Así que esta imagen pasa por alto el papel de que tienen las controversias en la construcción del conocimiento (Olivé, 2000, p.77).

Para López Cerezo (2003), la imagen de la ciencia que se está revisando aquí tiene su expresión política sobre ciencia y tecnología, en donde se reclama la autonomía de éstas con respecto a la interferencia social. Se advierte en esta imagen que la ciencia sólo puede contribuir al mayor bienestar social si se deja de lado a la sociedad para buscar exclusivamente la verdad. Es decir, la ciencia sólo puede avanzar persiguiendo el fin que le es propio, el descubrimiento de hechos

¹⁹La estructura normativa de la ciencia se aglutina, según Merton, en torno a cuatro conjuntos de imperativos institucionales: *universalismo*, *comunismo*, *desinterés*, y *escepticismo organizado*. Sus afirmaciones al respecto, no describen las motivaciones personales de los científicos, sino que hablan de principios normativos aceptados y exigidos por la comunidad científica en orden a conseguir el bien intrínseco de la ciencia: el conocimiento debidamente garantizado.

que están en la naturaleza, si se mantiene libre de la interferencia de valores sociales (p. 117-124). De la misma manera, sólo es posible que la tecnología pueda generarse si omite a la sociedad para atender únicamente a un criterio de eficiencia y evaluación técnica.

Los inicios de dicha expresión se considera que tuvieron lugar inmediatamente después de la Segunda Guerra Mundial y suele atribuirse al científico norteamericano Vannevar Bush y a su informe de 1945, *Science, the Endless Frontier*, la concepción y el diseño de una política científica y tecnológica para la posguerra basada precisamente en esa visión. Ese informe, que trazaba las líneas maestras de dicha política, subrayaba el modelo lineal de desarrollo: el bienestar social depende de la financiación de la ciencia básica y el desarrollo sin interferencias de la tecnología. El crecimiento económico y el progreso social vendrían por añadidura. En los estudios sociales sobre ciencia y tecnología se han propuesto diversos esquemas para sintetizar lo planteado en el informe. Uno de los más usados es el siguiente: + Ciencia básica → + Ciencia Aplicada → + Ingenierías → + Bienestar social

Dicho informe también plantearía la generación de un contrato social para la ciencia en el que se estableció que el sistema científico recibía apoyo de la sociedad por medio del Estado, especialmente para la investigación básica, cuyos resultados difícilmente tienen un valor en el mercado, se mantiene autónomo y relativamente aislado, es decir, se fija sus propias reglas y metas, y a la larga, la sociedad se beneficia por medio de la ciencia aplicada y la innovación tecnológica (Olivé, 2007). Así, con esta imagen, la ciencia y la tecnología no son representadas como sistemas culturales; se les ve como actividades autónomas y neutrales separadas de la sociedad. Esta imagen de la ciencia, posteriormente divulgada, tiene problemas, ya que presupone que no hay caminos ni tránsitos entre la ciencia y contexto social.

2.2 La *visión dominante* de la divulgación de la ciencia

La divulgación de la ciencia es una actividad que, necesariamente, se debe asociar al surgimiento de la sociedad y ciencia moderna que a partir de los siglos XVIII y XIX han configurado un orden político, económico y cultural. En el siglo XVIII los periódicos literarios, unidos a los libros publicados por los filósofos naturales, se publicaban con cierta frecuencia o se impartían conferencias. En el siglo XIX las actualidades sobre ciencias llegaban a la prensa, acercando y propagando, por ejemplo, la idea de progreso y de la “verdad científica” a los públicos que se congregaban en salones y en la calle. Sin embargo, el ímpetu que acercó la razón a dichos espacios, aunque generó un “reparto del conocimiento”, reprodujo una manera de ver al público y un sistema tradicional de sociedad dividida entre “sabios” e “ignorantes”, que operó en el ámbito de la divulgación tanto a nivel socio-económico y cognitivo (Raichvang, 1991; Bensaude-Vincent, 2001). Ello se acrecentó más durante el siglo XX, a medida que la ciencia y la tecnología se transformaron en parte integral de la sociedad industrial moderna (Felt, 2000), se originaron nuevas maneras de relación entre las especializaciones científicas, las academias, el Estado, la sociedad y las empresas, y en la que la combinación inseparable, entre la ciencia y la tecnología y las políticas nacionales establecidas, jugaron un papel fundamental (Echevarría, 2003; Olivé, 2007).

Como lo mencionan Echeverría (2003) y Lozano (2005) durante el siglo pasado el desarrollo de la ciencia y la tecnología transitó por tres grandes etapas, que podemos identificar en la denominada *small science* o *ciencia académica* o *ciencia moderna*, *big science* o *macrociencia*, y *tecnociencia*²⁰, que conllevaron maneras particulares de relación entre la ciencia, la tecnología y la sociedad y, por lo tanto, formas distintas de establecer la comunicación de la ciencia. En el caso de la *small science* o *ciencia académica* se puede decir que las relaciones entre las comunidades científicas y el público, y los proyectos de comunicación se

²⁰ La *ciencia académica* está caracterizada por producirse exclusivamente en ambientes de consenso dentro de las universidades. A la llamada *Big Science* se le ha caracterizado por ser una ciencia basada en grandes equipos de investigación y fuertes inversiones públicas. El rasgo más característico de la *tecnociencia* es la desaparición de las viejas fronteras entre ciencia y tecnología. Es un tipo de investigación que exige grandes recursos tecnológicos y económicos, que presenta una interdependencia entre la ciencia y la tecnología, que no se limita a explicar y predecir, sino que interviene en el mundo y que frecuentemente viene acompañada de financiación privada.

establecieron, principalmente, por medio de la educación y la divulgación de los resultados de las investigaciones, en donde las figuras principales fueron los científicos y personajes capaces de difundir ese conocimiento hacia la sociedad (Lozano, 2005, p. 37- 39).

Como vimos en el apartado 2.1 del presente capítulo, en gran parte del siglo XX la ciencia ha estado ligada a una *visión simple* de la ciencia y la tecnología. Ésta se caracteriza primordialmente por dar prioridad a los valores epistémicos, defender un individualismo metodológico y pensar que el trabajo del científico consiste en “descubrir los hechos de la naturaleza”. En relación a este tipo de ciencia podemos referir una manera o modelo que relaciona la transferencia de conocimiento y los públicos que algunos autores han reconocido como “visión dominante, difusionista o canónica” de la comunicación de la ciencia y la tecnología (Hilgartner, 1990; Lewenstein, 1995). Básicamente en este modelo para hacer comunicación de la ciencia se ha considerado que: a) el conocimiento científico es superior a otro tipo de conocimientos, en donde la ciencia posee los criterios de demarcación suficientes para afirmar qué actividades son científicas y cuáles no; b) la ciencia produce “la verdad” y los medios de comunicación deben limitarse a transmitir la información verdadera; c) se parte de los supuestos de que los “descubrimientos científicos” se producen y evalúan exclusivamente en el ámbito de la ciencia y sólo entonces se transmiten de manera simplificada al “público lego”; d) como la divulgación es información jerárquica y no comunicación, el público es un receptor pasivo, incapaz de juzgar o tomar partido (Hilgartner, 1990 p.518).

Para Hilgartner (1990), la visión dominante de la popularización o divulgación de la ciencia ha servido como recurso político en el discurso de dos tipos de personas que juegan cada uno diferentes papeles fundamentales: los científicos y los popularizadores o divulgadores. Se considera que los primeros desarrollan el conocimiento científico auténtico y puro, que no está contaminado de intereses y valores externos a la ciencia, y los que segundos deben diseminar ese conocimiento al público en general. Se puede decir que las maneras de legitimar esos papeles se desarrollan de diversas formas, pero la más común ha sido el considerar que en la ciencia se produce el conocimiento genuino, que es

complejo, el cual debe ser entendido en su totalidad por la mayoría de las personas, es decir el público lego. Por ello, es indispensable el papel de los popularizadores, divulgadores o periodistas en ciencia que deben, en primer lugar, “comprender” el conocimiento científico y, después, “modificar” el lenguaje usado a una versión más simplificada para el consumo general. De este modo, la divulgación o popularización de la ciencia es, en el mejor de los casos, una “simplificación apropiada” para el público al que va dirigido y, en el peor de los casos, una “distorsión de la auténtica ciencia”²¹ (*Ibid*, pág. 519).

Asimismo, esa visión dominante reproduce el esquema jerárquico, unidireccional o vertical que está basado en una noción de comunicación como transferencia o difusión de información y que, por lo menos, ha prevalecido durante 60 años como el paradigma dominante para la descripción de los procesos comunicativos. En él está contemplada la transmisión de información desde un sujeto que dispone de un determinado conocimiento certero y seguro (científico o divulgador) hacia otro que carece de él (el público lego). Al mismo tiempo, supone que un adecuado manejo de los mensajes y canales de comunicación, conducirá a mejorar la imagen y apreciación y percepción de la ciencia entre el público lego.

Otro aspecto importante que podríamos situar dentro de esta visión dominante es la creación y uso, en muchas ocasiones reiterativo, de la metáfora de que la divulgación y popularización han de ser un puente que ayude a mediar y a unir la separación entre la ciencia (caracterizada por los científicos) y la sociedad (el público lego). Para Bensaude-Vincent (2001) esta metáfora usada reproduce el conflicto de las “dos culturas”²²; argumenta que frente a la gran especialización que se generó en las llamadas “ciencias naturales” y “ciencia sociales” dieron

²¹ Lo que también es comúnmente incluido es la creencia de que las separaciones entre la relación de la ciencia y el público son el resultado de la transmisión insuficiente de conocimientos y en muchas ocasiones distorsionados e inadecuados. Esto se puede percibir, por ejemplo, en los grandes debates que se han suscitado en diversos países sobre la evaluación del riesgo en biotecnología o en nanotecnología, donde se pone de relieve que las discusiones se dan porque el público no entiende o posee una información errada sobre esas disciplinas.

²² Esta metáfora, cuyo uso pone aún más la evidente separación de los extremos, fue utilizada por C.P. Snow en su famoso ensayo titulado “Las dos culturas” con el que dio lugar al debate sobre la brecha entre las ciencias y las humanidades que todavía hoy continúa. Así, al enfrentamiento entre “expertos” y “legos” que se estableció en el modelo de comunicación jerárquico podemos añadirle esta característica. En ella, como hemos mencionado el científico es el experto que posee los conocimientos científicos -que fueron adquiridos por medio de un proceso largo y especializado- y un lenguaje especial que utiliza en su actividad con los demás científicos; mientras el público lego usa otro tipo de conocimiento (que no es científico) que es utilizado mediante un lenguaje común que incluso emplean todos los que están fuera de la ciencia.

lugar a diversos conflictos de incomprensión que sólo fueron resueltos mediante la invención de esa figura en donde el puente es el que ayuda a unir esos “dos mundos separados”. Así que la única manera de evitar la separación para lograr unir los dos extremos lingüísticos es por medio del puente (que otros han llamado el “tercer hombre” o la “tercera cultura”²³) que nos facilita a “traducir” o “recrear” los lenguajes. Es decir, poner el mensaje científico a un lenguaje común que la mayoría de las personas puedan comprender.

Va de la mano con dicha *visión dominante* el denominado *modelo de déficit* de la comunicación de la ciencia (Durant, 1999; Lewenstein, 1995; Wynne, 1992) que en su manera más simple²⁴ (*modelo de déficit simple*) se centra en la transmisión de los productos de la investigación científica, principalmente los hechos y las teorías, y llega a cubrir, en una visión más elaborada, los procesos con los que se realizan dichas investigaciones (Durant, 1999, p. 314). En ella se considera importante compartir la ciencia con el público para que éste tenga a su alcance la información científica y supone que las competencias científicas y técnicas son escasas fuera de los círculos a los que pertenecen los científicos. El público está considerado, bajo este modelo, como si fueran recipientes que poseen un “déficit de conocimiento” y que deben ser llenados con la una medida exacta de “buena ciencia” (Irwin, 1994).

Retomado lo planteado, podemos decir que la comunicación de la ciencia ha operado bajo ese modelo de déficit que ha ayudado a justificar su existencia bajo la suposición de que grandes segmentos de la población, dada la falta del conocimiento científico, no comprenden o entienden la ciencia; la imagen del hueco o del abismo entre aquellos que saben y los que no lo hacen, generalmente se utiliza para describir la profesión del divulgador, popularizador o periodista. En esa imagen que crea el modelo, la ignorancia (que se atribuye al público) y el conocimiento (que se atribuye a los científicos) están en los lados opuestos de la

²³ Es un término acuñado por el editor John Brockman, a partir de la creación de su libro *The Third Culture* en 1995. El concepto hace referencia al supuesto divorcio entre la cultura humanística y la científica. Esa tercera cultura la forman científicos y otros pensadores que, a través de su trabajo, y su expresión escrita están conformando un espacio de convergencia entre ciencia y arte para sacar a la luz los significados de diversos conocimientos científicos. En el libro editado por Brockman aparecen textos de científicos como Paul Davies, Richard Dawkins, Daniel Dennet, Roger Penrose o Steven Pinker que en muchas ocasiones son considerados como ejemplo de la divulgación que se debería hacer.

²⁴ Haremos referencia al modelo de déficit simple planteado por Lozano (2005).

brecha. De acuerdo con esta lógica cada avance de la ciencia aumenta el número de los que no saben, por lo que prolifera la ignorancia que debe ser combatida. Por ello, ha surgido una de las supuestas funciones que es común encontrar entre los propósitos de la divulgación; muchos divulgadores se han asignado la tarea de ser la mediación entre quienes saben y quienes no saben al actuar como enlace, ser el puente para mantener la vinculación. Además, se ha establecido uno de los objetivos tradicionalmente adjudicados a la divulgación que es luchar contra la ignorancia al transmitir conocimientos entre el público²⁵. “Informar”, “familiarizar” y “poner al corriente” son los objetivos frecuentemente invocados para los propósitos de la divulgación: no se trata realmente de “instruir” ni mucho menos de “transformar” a los legos en sabios, sino sólo de disminuir su dosis de ignorancia para que aprecien la ciencia (Bensaude-Vincent, 1998).

De esa manera, al divulgador de la ciencia o periodista científico se les ha, o se han, asignado dicha actividad, asegurándoles que son ellos quienes pueden ayudar a solventar la problemática.

Otra de las características dentro de esta “visión dominante” y “modelo de déficit” es la separación que se hace entre la educación formal en ciencia y tecnología, y la divulgación y popularización (Lozano, 2005). En ella se conciben a las segundas como actividades que conforman espacios creativos y de recreación, donde convergen la ciencia y el arte, que pertenecen a la educación no formal e informal, estando dirigidas a públicos voluntarios, cuyas finalidades no son necesariamente “el aprendizaje” de la ciencia (p.65).

Bajo el “modelo de déficit” los estudios sobre la relación entre la ciencia y el público se han dirigido a conocer, principalmente, cuánto conocimiento científico posee el público y cuál es el interés que tiene sobre ciertas disciplinas (Miller, 1989). De esa manera, se ha generado la idea de que fomentar una “cultura científica” es “alfabetizar científicamente” a los ciudadanos, es otorgarles esos

²⁵ A partir de Phillip Roqueplo en su libro *El reparto del saber* una representación del divulgador de la ciencia es donde se les percibe como sujetos cuya labor es simplemente la de mediar entre los conocimientos que aporta la ciencia y el público lego. Incluso, se les describe como los misioneros que acercan la “verdad de la ciencia al público”. Se considera que su misión tiene dos propósitos: el de la responsabilidad (“tengo la misión de...”) y el propagandístico (“los misioneros que propagan de la fe en la ciencia”).

conocimientos científicos para que puedan elevar su nivel de alfabetización que conducirá a promover un mayor interés y, por lo tanto, a aumentar el apoyo que se recibe de ellos²⁶.

Como origen de esta manera de ver a la “cultura científica”, podemos distinguir que durante las primeras décadas de la segunda mitad del siglo XX, el interés por entender cuánto conocimiento poseía la sociedad comenzó a ocupar un lugar central en las agendas académicas y políticas de diversos países. Ello provocó que se generaran los primeros estudios inclinados a analizar la relación del público con la ciencia. Por ejemplo, uno de los más importantes fue el realizado en 1957 con el apoyo de la *National Association of Scientific Writers* y la *Rockefeller Foundation*²⁷. En dicho estudio -llevado a cabo en Estados Unidos- se estudiaba el grado de información científica por parte de los ciudadanos. Asimismo, hasta la década de 1980, en Estados Unidos y en el Reino Unido se afianzó la realización de estudios cuantitativos sistemáticos y a gran escala acerca de la relación de sus ciudadanos con los conocimientos científicos, que hasta la actualidad se reproducen con modificaciones poco sustanciales en diferentes contextos²⁸.

Sin embargo, dada la importancia que se le ha asignado a la ciencia y a la tecnología en el planteamiento de dichos estudios, y por las conclusiones que de ellos surgen, el fomento de una “cultura científica” en la sociedad es visto como

²⁶ Como se verá a lo largo de los siguientes capítulos en un comienzo se homogenizó el concepto “alfabetización científica” en dos dimensiones: a) el conocimiento de una serie de términos y conceptos científicos; b) el conocimiento del proceso y los métodos de la investigación (Miller, 1998; Durant et al., 1989). Sin embargo, poco a poco se han ido proponiendo otras alternativas en las que se incluyen cuatro elementos: a) conocimiento de los libros de texto básicos hechos de la ciencia, b) la comprensión de los métodos científicos tales como el razonamiento de probabilidad y el diseño experimental, c) la comprensión de los resultados positivos de la ciencia y la tecnología y d) el rechazo de las creencias supersticiosas como la astrología o la numerología (Miller, 1983, 1987, 1992, 1998).

²⁷ La encuesta de 1957 resultó poco alentadora para los Estados Unidos respecto del grado de conocimiento e interés de la ciencia entre el público. Debemos recordar que el mismo año, la política científica y tecnológica de ese país sufrió un revés de grandes proporciones cuando la Unión Soviética puso al satélite Sputnik en órbita terrestre. Ante esa situación se destinaron muchísimos recursos y esfuerzos de agencias del Estado e instituciones científicas para enfrenar el reto soviético. Las iniciativas se orientaron básicamente hacia el plano educativo y hacia la popularización de la ciencia.

²⁸ En México el CONACYT ha realizado bianualmente la Encuesta Nacional sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología en México, en colaboración con el INEGI desde 2001. Dentro de esta encuesta los indicadores sobre *cultura científica* evalúan a las personas de acuerdo con su conocimiento en diversos conceptos sobre asuntos científicos básicos, resultando una clasificación de las personas por su nivel de conocimientos. Así, las personas bien informadas son aquellas que tienen un dominio elevado de dichos conceptos. Además, se evalúan niveles de *consumo de medios*, *percepción de las personas entorno a las promesas y avances de la ciencia*, y *percepción de las personas ante el avance científico y tecnológico y su relación con la fe y tradiciones*.

un problema, ya que deja a los ciudadanos sin la capacidad para comprender el mundo que les rodea, para actuar racionalmente en él y no tener temor ante los avances científicos. Podemos decir que es común que los científicos, divulgadores y popularizadores han tomado esos resultados para ver que el “déficit de conocimiento” que tiene el público también representa un problema político, ya que se supone que aquellos ciudadanos que no tengan una mínima “cultura científica” son más atraídos a no apoyar la inversión en ciencia y a protestar sobre algunas la investigaciones para restringirlas. Como apunta Bucchi (2008), pensar mejorar ese “déficit de conocimiento” ha sido utilizado como un elemento para plantear mejoras cuantitativas a la comunicación científica y, con ello, también las políticas encaminadas a ese aspecto, por ejemplo, varias instituciones públicas y/o privadas pusieron en marcha -en especial después de la década de 1980- planes de destinadas a promover el interés público hacia el conocimiento científico. Estas iniciativas también han incluido “jornadas de puertas abiertas” en centros de investigación y laboratorios -muy habituales en nuestros días-, museos de ciencia y tecnología, festivales de la ciencia y cursos de capacitación en divulgación y popularización científica (*ibid.*, pág. 58-59). Con ello, uno de los argumentos principales que paulatinamente se ha ido construyendo está enfocado a mostrar que al “público ignorante o lego” se le descalifica para no participar en las decisiones de política científica.

2.3 El colectivo de divulgadores frente a la *visión dominante*

Partiremos por mencionar que existen varios casos, en los textos inspeccionados, donde se pueden encontrar diversas características relacionadas con la imagen de la ciencia y la tecnología y la visión de la comunicación revisada hasta el momento. En ella se percibe que una de las mayores tareas que se plantea para la divulgación de la ciencia es *recrear* el lenguaje científico (depositado en fuentes especializadas) a un lenguaje común, y la posterior incorporación de esa *nueva creación* a un medio de comunicación para que llegue al público general. Además, hay algunas referencias en cuanto a las concepciones del método científico, la práctica de generar productos de divulgación para despertar la pasión por la ciencia.

En los siguientes apartados se hace una mayor referencia a lo encontrado en ese análisis.

2.3.1. La ciencia y su método

Uno de los aspectos detectados en los planteamientos divulgativos de la ciencia es que en algunas ocasiones se sigue pensando en que la labor de la divulgación de la ciencia se debe centrar en el conocimiento obtenido de acuerdo con el método científico²⁹. Se propone que, aunque en la mayoría de los casos este método parte de la experiencia, se trata de experiencia obtenida del estudio cuidadoso, de acuerdo con reglas estrictas y sujeto a verificación minuciosa, al juicio crítico y a la prueba de la duda sistemática. Se percibe que el método científico ha probado sobradamente su eficiencia y su efectividad como fuente de conocimiento teóricos y prácticos (Bourges, 2002).

También hay una concepción de acumulación y crecimiento del conocimiento científico y que éste no depende de opiniones, que es permanentemente verificado y validado, desechando sin chistar las posiciones que demuestran no ser verdaderas (Méndez, 2002).

2.3.2. La divulgación como *promoción y apreciación* por la ciencia

Asimismo, dentro del análisis de opiniones de los divulgadores se desprende una concepción de la divulgación que podríamos llamar de *apreciación o contemplación* de la ciencia. En ella existe una idea de la divulgación como *promoción y apreciación por la ciencia*, del mismo modo que se hace con la cultura, similar a la que se origina al montar exposiciones de arte, dar conciertos de música o recitales de poesía para generar un impulso estético y capturar una audiencia. Incluso está permanente la intención de que se debe *compartir la ciencia*, como un acto de generosidad (el divulgador regala conocimiento) para ofrecer placer y deleitar al público, así como despertar la pasión por la ciencia (Fierro, 2002, p.158; de Régules, 2002, p. 273).

²⁹ Autores como Bourges (2002) plantea que dicho método fue propuesto por Bacon y que posteriormente fue refinado.

En ese sentido, divulgadores como Bonfil (2002) conciben a la divulgación científica como una actividad esencialmente de difusión cultural, cuyo objetivo es fomentar la *cultura científica* en la población. Sin embargo, en una perspectiva más modesta reconoce la ilusión de compartir aquello que la ciencia tiene de asombroso y apasionante. Ve a la divulgación científica (la cual llama *visión cultural*) como una actividad similar a la *apreciación del arte*, pero no tiene como propósitos educar.

Una característica importante de la divulgación es la de recrear el conocimiento científico (conceptos científicos) a partir de la creatividad, conocimiento e imaginación del divulgador con el propósito de *hacerlos interesantes* y accesibles al público (Bonfil, 2002; Tonda, 2002, p. 330). En este punto, sobresale remarcar que es frecuente asignarle a la divulgación un parecido más a la literatura, que con la ciencia misma. Es ese sentido, se supone que la divulgación es una tarea artística en la que se combinan la sencillez, la estructura, la riqueza del lenguaje, la *motivación*³⁰, el desarrollo del conocimiento científico, la capacidad de transmitir y la belleza de algún resultado científico (Tonda, 2002, p. 330).

Asimismo, para Burgos (2002) la divulgación no puede resumirse como una mera traducción o interpretación de la ciencia, la labor tiene sentido si se considera que la actividad es mucho más que “decir las cosas en un lenguaje accesible al público”, o “traducir el lenguaje científico a un lenguaje llano”: es poner en correspondencia dos mundos muy diferentes, el del quehacer científico y el de quienes no se dedican a dicha actividad. A través de la literatura es posible poner dos mundos en correspondencia, de esa manera la obra final resulta significativa cuando el escritor (divulgador) logra establecer vínculos con el lector y consigue producir emociones. Se considera que la divulgación escrita -como obra creativa- puede y pretende *ser fuente de placer*, además de fuente de información, se acerca más a la literatura, es decir, un texto será capaz de deleitar al lector en la

³⁰ El autor hace una distinción entre motivar y divertir. Para él un buen trabajo de divulgación puede motivar al público a acercarse más profundamente a un tema para comprenderlo por varios caminos, uno de ellos puede ser el humor, pero también están las analogías, las metáforas y la historia.

medida en que adopte los métodos de la seducción³¹ propios del cuento, la novela y el ensayo (Burgos, 2002, p. 58; de Régules, 2002, p. 274).

Por ello, se pone mucho interés en el paso del texto escrito de investigación (el científico) al de divulgación, y se ha establecido la idea de que el divulgador que quiera proporcionar *placer* a su público deber ser buen escritor³² (de Régules, 2002, p. 275).

2.3.3. El divulgador: entre el experto y el público

Dentro de los elementos que se consideran importantes en la concepción de un divulgador está el tipo de formación que éste posee y el papel que debe desempeñar en el proceso de transmitir el conocimiento científico. En ese sentido, Reynoso, Tonda, Fierro plantean que el *divulgador ideal* debe ser aquel que entiende y posee conocimientos³³ elementales de la ciencia como para poder consultar los textos y *dialogar con los expertos* para extraer la esencia de lo que se quiere transmitir. Igualmente, debe ser capaz de pasar del discurso de investigación al de la divulgación, tomando en cuenta las características propias del público.

Dentro de esta concepción de divulgación³⁴ se parte de que *el público desconoce el tema* y se supone necesario que el divulgador debe conocer a ese público para diseñar y adaptar sus mensajes en función de él (Bonfil, Fierro, Reynoso). Para hacerlo, es primordial conocer principalmente los *intereses y conocimientos previos*³⁵ sobre el tema a tratar o ideas relacionadas y dificultades para entenderlo

³¹ Para Sergio de Régules, la seducción contemplada para un escrito de divulgación está compuesta por: estilo, estructura, colorido. El estilo debe atrapar al lector y debe transmitir una sensación de acción y movimiento. La estructura es la manera de acomodar las piezas que los componen. En el colorido se encuentra la manera de empezar el texto (ser atractiva), el humor, la emoción y la *indirección* (que el lector participe de manera activa en la lectura).

³² Fierro (2002) también establece la importancia de la divulgación escrita, ya que la considera vital por su permanencia y porque permite fácilmente la distribución del conocimiento científico. Le asigna, de manera similar de de Regules, ciertas características entre las que están que lenguaje deber ser claro y preciso, debe presentar datos cuantificables, el texto de sorprender, sensibilizar, tratar problemas reales, ser ameno y ofrecer retos al intelecto. En resumen el lector se debe sentir satisfecho al momento de hacer la lectura (163).

³³ Para Tonda (2002) otra característica importante esencial es considerar que un buen divulgador se acerca a la actividad por la necesidad de obtener y comprender el conocimiento científico y entender cada vez mejor el mundo que nos rodea.

³⁴ Debemos recordar que dentro de la *visión dominante* de la comunicación de la ciencia se considera importante que para conocer al público nos debemos enfocar en sus intereses, en su déficit de conocimiento (conocimiento previo) y en las dificultades para entender la ciencia.

³⁵ Las maneras que se plantean en la divulgación para conocer estos intereses y conocimientos previos son por medio de tener un contacto directo con el público (entrevistas o encuestas).

(Reynoso, 2020, p. 285). Las características de esos públicos influirán en los objetivos, en el medio de comunicación a emplear, en la estructura del trabajo, y en la delimitación y nivel de profundización de los contenidos (Zamarrón, 2002, p. 347).

La información que pueda obtener el divulgador de su público le permitirá establecer el medio empleado, por lo que además debe conocer bien las potencialidades y limitaciones de cada uno para poderlos usar adecuadamente. Ello permitirá fijar la manera en que divulgará el tema³⁶, ya sea por medio de la divulgación escrita (diarios, libros y revistas) o televisión, radio, museos, espectáculos, internet o talleres (Reynoso, p. 286).

Asimismo, esa información le permite al divulgador a construir el contenido que va a transmitir haciendo un balance entre lo que el público quiere saber (y necesita saber) y lo que realmente quiere comunicarle. Por ejemplo, se puede buscar un equilibrio entre lo básico de la ciencia y lo actual (lo que está de moda), así como lo global y lo local (*Ibid*, p. 287).

³⁶ Dentro de esta perspectiva Fierro (2002) plantea que el reconocimiento del público permite plantear otras maneras de interactuar con el público que hacen fácil convivir con él o hacerlo participar apelando a su esquema de valores o problemáticas personales.

3. Las imágenes contextualizadas de la ciencia y la tecnología

El análisis crítico de la imagen de la ciencia y la tecnología planteada en el Capítulo 1 ha señalado sus límites en varios sentidos. Dentro de ellas, han sobresalido aquellas que han desmitificado al método científico y las que han mostrado que los procesos para generar conocimiento son más complejos de lo que se asumía dentro de la visión heredada de la ciencia y la tecnología. Así, se ha podido comprender que las observaciones son construcciones humanas, las teorías y los modelos tienen su origen en ideas anteriores y los científicos deciden rechazar o conservar los modelos particulares con una lógica pragmática e histórica. Ello ha remitido a generar una imagen de la ciencia caracterizada por mirar las prácticas científicas, vistas en su momento histórico, desmitificando las ciencias al cuestionar su no-historicidad, su universalidad, su calidad de absoluta, su carácter dogmático y analizando cómo se da el cambio científico.

Una de las primeras críticas realizadas a la imagen de la ciencia clásica fue la lleva acabo por algunos “positivistas lógicos”. Por ejemplo, se empezó a cuestionar la capacidad de la ciencia para separar los elementos o términos teóricos de los observacionales en una teoría científica y se argumentó que todas las afirmaciones científicas estaban “cargadas de teoría” y que “son las personas, y no sus ojos, las que ven”, permitiendo establecer que el contexto está cargado de teoría del fenómeno y de los términos científicos y, por lo tanto, dejan la puerta abierta para cuestionar la supuesta “objetividad” de la ciencia. Además, se sugiere que no existe ningún cuerpos de reglas metodológicas que se haya preservado a lo largo de todo el desarrollo de la ciencia. Por lo que esto va en contra de la idea de recopilar las reglas que constituirían el método científico.

3.1. La mirada hacia comunidades científicas

Una de las visiones que más influyeron para que se conformara una imagen social de la ciencia fue la de Thomas Kuhn, mediante su trabajo *La estructura de las revoluciones científicas*. Aunque no fue el primero ni el único especialista que sugirió revisar el contexto del quehacer científico, reorientó de manera radical el

enfoque de la filosofía de la ciencia produciendo un giro desde el análisis abstracto de teorías aceptadas, hacia la interpretación histórica del proceso de hacer ciencia.

Kuhn sugirió que el conocimiento científico evolucionaba de manera discontinua, contradiciendo el modelo que había sugerido el positivismo lógico, el cual describía un incremento progresivo de la acumulación del conocimiento que reflejaba cada vez la “realidad” o la verdad referida a la naturaleza. Uno de los cambios radicales fue que Kuhn dirigió su mirada a las comunidades y a las prácticas científicas, suponiendo que éstas están organizadas alrededor de lo que denominó “un paradigma”, el cual puede ser considerado como uno de los conceptos más importante de la postura kuhniana.

Dentro de esta posición, las comunidades científicas son grupos sociales relativamente bien definidos cuyos miembros se reconocen mutuamente y que, en consecuencia, tienen su propia coherencia. Quienes son aceptados como “científicos” se considera que tienen conocimientos específicos y útiles, los cuales han adquirido por medio de la formación y educación compartida. Además, de ser grupos que comparten formas de proceder, métodos de investigación, creencias, intereses y valores.

La noción de paradigma, desde que Kuhn la propuso, ha sido abierta y dinámica. Dentro de su propuesta, las comunidades científicas se constituyen como tales en la medida en que comparten paradigmas que son los conjuntos de presupuestos, reglas y representaciones mentales y culturales que definen a la disciplina. Con la introducción de ese concepto puso en evidencia que las ciencias surgen ante preguntas y preocupaciones concretas, en un entramado de intereses que se deben analizar.

Kuhn introdujo otros conceptos que dieron lugar a numerosas controversias y a dar indicios sobre cómo se daba el *cambio científico*. Distingue dos momentos muy diferentes de las prácticas científicas. Lo que él llama la ciencia normal es el trabajo científico que, dentro de las elecciones paradigmáticas determinadas, trata de resolver los problemas. Y lo que él llama revolución científica que es lo que

sucede cuando se cuestiona el marco paradigmático de una disciplina. Así, una vez que un paradigma surge, la práctica de la denominada ciencia normal opera dentro de las normas y los principios aceptados y solidifica las nuevas teorías al trabajar poco a poco en las soluciones a los detalles y a las cuestiones menores que otorga el marco del paradigma incompleto. En la ciencia normal se presta poca atención a lo imprevisto, o a lo nuevo; más bien la atención se dirige a los problemas que se suponen solucionados dentro del marco del paradigma. De esa manera los paradigmas también imponen la práctica de la ciencia normal.

Sin embargo, los paradigmas son imperfectos e incompletos y poseen problemas, llamados anomalías³⁷. En el transcurso de la realización de la investigación científica normal, la mayoría de tales problemas no logran poner en duda el paradigma y, por lo tanto, son ignoradas. Sólo cuando se produce un número suficiente de problemas, que suelen estar fuera del marco explicativo del paradigma, surge un periodo de “crisis” que afronta al paradigma impuesto hasta ese momento. Cuando esto sucede se produce una “revolución científica”, un periodo caracterizado por el conflicto y la controversia y, finalmente, por el reemplazo del viejo por un nuevo paradigma, uno que parece explicar los problemas que se produjeron. Según el planteamiento de Kuhn, en ese momento se deja de percibir un progreso en la ciencia, ya que gran parte de los supuestos teóricos y metodológicos pertenecientes al paradigma “pre-revolucionario” dejarán de tener sentido en el marco del nuevo régimen. De hecho las teorías pertenecientes a paradigmas diferentes serán inconmensurables porque los científicos que trabajan en los diversos paradigmas ven el mundo de manera diferente y porque los significados de los términos teóricos han cambiado (Kuhn, 2004). Esos dos aspectos, la falta de progresividad en las revoluciones y la inconmensurabilidad entre paradigmas han sido dos aspectos que causaron muchos comentarios y abrieron el camino para otro tipo de investigaciones³⁸.

37 Kuhn habla de la ciencia normal como resolución de rompecabezas en el sentido de que éstos constituyen una categoría especial de problemas que pueden servir para poner a prueba el ingenio y la habilidad de los científicos. Sin embargo, el fracaso para resolver un problema, por lo general se refleja negativamente en el científico, en lugar de hacerlo en las teorías o los métodos usados dentro del paradigma. Una anomalía es un problema sin resolver dentro del paradigma y es un reto para los futuros científicos.

38 La inconmensurabilidad entre paradigmas científicos ha sido un tema muy analizado dentro de los estudios sociales de ciencia y tecnología, lo cual ha permitido concebir otra imagen del quehacer científico que veremos más adelante. Uno de los propósitos de dichos estudios, ha sido entender cómo es la comunicación que se genera entre diversas comunidades científicas que pertenecen a diversas disciplinas. Para Knorr Cetina (1999) el significado de los términos, ideas y acciones está vinculado con las culturas y prácticas de las

Lo importante de esta explicación sobre el cambio científico, que nos da elementos para construir otra imagen de la ciencia y del científico es que en ella las decisiones de los científicos que eligen o rechacen alinearse a un paradigma no depende únicamente de un tipo de juicio racionalmente neutral, sino que están presentes las percepciones que tengan sobre lo que constituye mejores explicaciones, problemas más interesantes o predicciones novedosas. Podemos decir que la ciencia no solamente acumula conocimientos, sino que es una actividad que se mueve de un paradigma a otro. De esa manera, la ciencia no hace un seguimiento de la “verdad”, sino que crea diferentes puntos de vista parciales que se pueden considerar verdaderos por las personas que los comparten.

Este cambio de visión está relacionado con factores sociales, como la educación, la manera de financiamiento de la investigación, la orientación de los libros de texto y las publicaciones; a los estudiantes de ciencias -que tienen largos periodos de formación y aprendizaje- se les enseñan en los libros de texto los puntos de vista estándar de los campos y sus historias y durante su formación por lo general se les pide que resuelvan problemas bien estructurados, a menudo con respuestas conocidas. En ese sentido, con el estudio de los paradigmas, se prepara al estudiante para convertirse en miembro de la comunidad científica particular en la que se trabaja o trabajará más adelante. Y ya que en ésta se encontrará en contacto con personas que aprendieron los fundamentos de su campo con los mismos modelos, con su práctica rara vez mantendrá discrepancias sobre cuestiones fundamentales. Las personas cuya investigación se fundamenta en paradigmas compartidos se encuentran comprometidas con las mismas reglas y normas de práctica científica (Kunh, 1996, p.38).

que se derivan. Las disciplinas son “culturas epistémicas” que pueden tener orientaciones completamente diferentes a sus objetos de estudio, a las unidades sociales de producción de conocimiento y a los patrones de interacción en los miembros de los grupos. Sin embargo, las personas de diferentes áreas se comunican, y como resultado se percibe un grado de unidad. Para Peter Galison (1997) ello se da porque existen “zonas de negociación” (llamadas *trading zones*) que son áreas en las que las prácticas científicas pueden interactuar y colaborar. En ellas se puede tener éxito, aun cuando las culturas y prácticas que se unen no están totalmente de acuerdo con los problemas o las definiciones.

Con lo anterior se puede decir que Kuhn se centró en la descripción del desarrollo social e histórico de las prácticas investigativas en las comunidades científicas, más que en la validación de argumentos como pretendía el *positivismo lógico* para el estudio de la racionalidad científica. Uno de los aspectos más importantes es que a partir de sus trabajos se comenzó a gestar la idea por aceptar que la racionalidad científica no era eterna, sino que estaba vinculada con una manera socialmente reconocida y eficaz de abordar nuestra relación con el mundo; ya no se sitúa uno ante un concepto abstracto de racionalidad científica, sino ante prácticas concretas que se aprenden y se enseñan y que son transmitidas una tradición a otra. De tal manera que la comunidad científica y sus prácticas se convierten en un fenómeno humano como tantos otros. La racionalidad de la actividad científica resulta de la relación entre los científicos y de su competencia, de los consensos que logran obtener, y no solamente de la idea de un método científico.

Otro de los giros que se puede apreciar es que los descubrimientos científicos no se descubren, sino que son procesos que se construyen y tienen lugar en el seno de las comunidades científicas. Desde esta perspectiva se considera que los descubrimientos tienen una historia interna propia.

3.2. Las miradas socio-culturales

La revolución tecnocientífica del siglo XX está basada en un cambio radical de la estructura de la actividad científica, que tiene múltiples facetas a analizar, incluidos los cambios de teorías que se han generado de ella (Echeverría, 2003; Olivé 2007). Con ella se puede decir que se modificaron los objetivos propios de la ciencia, las comunidades científicas, los modos de organización de la investigación y los criterios de valoración de los resultados, pero también las maneras en las que se estudió la ciencia y la tecnología.

Antes de la Segunda Guerra Mundial la sociología de la ciencia estaba muy relacionada con los presupuestos de la identificación de un *ethos* científico que definía la existencia de algún cuerpo de reglas metodológicas, el cual que permanecía fuera de las influencias sociales. En el transcurso de los años de 1970 los sociólogos empezaron a considerar que las nociones de “comunidad científica”

e incluso la de “paradigma”, no poseían poder explicativo completo, argumentando que, en vez de esto, las causas “sociales” no científicas constituían el centro de la cuestión. Entre los primeros sociólogos con esta orientación estaban Michael Mulkey, Harry Collins y David Bloor. El primero de ellos asumió el punto de vista que sitúa al conocimiento científico dependiente del contexto social, dentro del cual los intereses y valores de los científicos, su posición en la jerarquía de algún grupo, las cuestiones financieras, el apoyo del gobierno o de algunas empresas influían en lo que se considera como “útil” dentro de la investigación científica. Con el objeto de mostrar algo más que niveles de aprecio por la ciencia se desarrollaron estudios microsociales tendientes a dar cuenta de la interacción entre la ciencia y la sociedad en contextos específicos.

David Bloor abogó por lo que él denominó el “programa fuerte” de la sociología del conocimiento (Bloor, 1991; Barnes & Bloor, 1982; Shapin & Schaffer, 1985), la cual fue defendida por diversos autores agrupados en torno de la Universidad de Edinburgo. Dentro de él se argumentó que al sociólogo le concierne el conocimiento en tanto fenómeno puramente natural, incluyendo el conocimiento científico. En lugar de definirlo como una creencia verdadera —o, quizá, como una creencia verdadera y justificada— el conocimiento es para el sociólogo aquello que la gente considera como conocimiento. Consiste en aquellas creencias que la gente asume confiadamente y con las cuales vive. En particular, el sociólogo se sentirá preocupado por aquellas creencias que son consideradas como garantizadas o institucionalizadas, es decir, investidas de autoridad por grupos de gente. Por supuesto, el conocimiento debe ser distinguido de la mera creencia. Esto puede hacerse reservando la palabra “conocimiento” para aquello que ha sido asumido colectivamente y dejando lo individual e idiosincrático como mera creencia (Bloor, 1991, p.5). Bajo esta posición, no solo la conducta de los científicos sino también el contenido de la explicación científica es construido, así que aquello que es descartado debe ser tratado exactamente de la misma forma que el conocimiento que es aceptable. De esa manera el conocimiento científico debe ser estudiado como un fenómeno natural, entendiendo por natural aquello que se manifiesta empíricamente en las sociedades: aquello que la gente considera que es conocimiento científico. El sujeto de la ciencia es la sociedad. Si la gente cree que algo es científico, y en particular si las instituciones y las

comunidades científicas aceptan un conocimiento como científico, los sociólogos han de partir de ese conocimiento científico dado, tomándolo como punto de partida de sus investigaciones. Por lo tanto, para Bloor y estudiosos con ideas similares, la sociedad tiene una influencia sobre el conocimiento científico.

Asimismo es conveniente mencionar cómo a mediados de la década de 1970, dentro de los estudios sociales sobre ciencia y tecnología se comenzó a estudiar la actividad de los científicos dentro de sus laboratorios, tanto mediante estudios etnográficos como a través del análisis de discurso. Uno de los más importantes estudios fue el desarrollado por Bruno Latour en el *Salk Institute for Biological Studies de La Jolla, California*, el cual fue publicado en conjunto con Steve Woolgar con el título de *La vida en el laboratorio: la construcción de los hechos científicos*. El enfoque consistió en observar y recoger lo que los científicos hacían y decían, en lugar de considerar lo que los científicos dijeron sobre lo que hacían. Lo que Latour y Woolgar concluyeron fue que todos los hechos científicos son *construidos socialmente*. Es decir, lo que se considera como hecho científico no es única y lógicamente el resultado de una realidad objetiva “externa”, sino el resultado de un proceso colectivo de persuasión, construcción de herramientas y laboratorios, publicación de artículos y citas –en resumen, el resultado de la construcción de una red. Con el tiempo estos factores se dan conjuntamente, y de esa manera los científicos pueden alcanzar el “cierre” y “encerrar en la caja negra” los que son realmente los “hechos”. De esa manera, las teorías científicas no se producen porque existan hechos que son “verdaderos” independientemente, sino porque hay suficientes personas que se han convencido de esa veracidad (Latour & Woolgar, 1982).

3.3. La *visión contextualizada* de la divulgación de la ciencia

En el capítulo anterior se pudo apreciar que la denominada “visión dominante” de la comunicación posee diversas características a las que le podemos asociar nociones sobre la ciencia que se transmite al público, los procesos comunicativos que están inmersos en ella (*modelo de déficit simple*), la idea del mediador que debe hacer la labor de divulgación o popularización, y en el entendimiento de lo

que es “cultura científica”, la cual se entiende como el número de conocimientos que posee el público y el interés que éste presenta hacia la ciencia.

Partiremos mencionando que la “visión dominante” de la comunicación de la ciencia ha recibido diversas críticas (Durant, 1999; Lewenstein, 1995; Wynne, 1992). En primer lugar, se considera que en su forma más ingenua opera con una visión muy simple de la ciencia y la tecnología, la cual está caracterizada por un conjunto de conocimientos ciertos, seguros y libres de problemas. Sin embargo, como se ha visto a lo largo de este *Capítulo*, una gran cantidad de conocimientos científicos nuevos son parciales y provisionales e incluso proveen controversias que no pueden ser resueltas exclusivamente dentro de las comunidades científicas, ya que pueden ser de gran importancia para la sociedad. Las críticas mencionadas han mostrado que en la generación de ese conocimiento hay conflictos de valores e intereses y factores contextuales, culturales, económicos, institucionales o políticos.

En segundo lugar, se tiende a caracterizar a la población receptora exclusivamente en términos negativos y pasivos: como el “público lego” que carecen de conocimientos científicos y técnicos. Uno de los mayores errores es que dentro de la visión se da por sentado el intento por transferir el conocimiento científico sin alteración significativa de un contexto a otro, tomando simplemente una idea de la comunidad científica (principalmente teorías y hechos) y llevarlo a un público general, y que ese mismo conocimiento, en diferentes contextos, dará lugar a las mismas actitudes e intereses originando un mismo tipo de comportamiento (cuyos referentes son el quehacer científico y los criterios de científicidad y racionalidad en él) (Bauer et al. 2007).

En tercer lugar tenemos que la “visión dominante” promueve a construir una relación entre la ciencia y el público basada en incompreensión y el desinterés del público hacia la ciencia. Frente a ello, se ha criticado la no linealidad del proceso de comunicación, en la que se ha planteado que ésta no necesariamente debe surgir de contextos especializados (de arriba hacia abajo), sino que los miembros del público poseen un conocimiento que, si bien pueden carecer del “visto bueno de la ciencia”, puede ser altamente relevante (Lewenstein, 1995a, 1995b; Bucchi,

2008). De esa manera se ha planteado, a partir de esas críticas, que la recepción del conocimiento no es un proceso pasivo, sino un conjunto complejo de procesos activos que, a su vez, pueden tener un impacto en el debate del “quehacer científico” (Wynne, 1992, 1995). Ante ello, se ha proyectado que los procesos de comunicación del conocimiento científico y tecnológico podrían dejar de representarse de manera lineal para pensarse como una secuencia continua de niveles de exposición que generan distintos estilos de comunicación y recepción de mensajes, los cuales cambian de manera gradual dependiendo del contexto (Cloître & Shinn, 1985; Hilgartner, 1990)³⁹. Cloître y Shinn (1985) identifican cuatro etapas en ese proceso de comunicación del conocimiento científico⁴⁰: nivel entre especialistas de la misma disciplina (comunidad científica), nivel entre especialistas de disciplinas distintas (diferentes comunidades), nivel pedagógico (libros de texto educativos), y nivel de divulgación o popularización (medios masivos). Sobre este aspecto es importante hacer notar que una tipología de este tipo presenta a la comunicación científica de manera congruente con diversos estudios sociales de la ciencia y la tecnología que hemos abordado en este capítulo en los que se aprecia que los *hechos científicos* necesitan de esa diversidad de comunicaciones y procesos para generarse y construirse. Ejemplo de lo anterior lo podemos percibir cuando los límites de alguna disciplina son débiles, a tal grado de generar muchas discusiones y controversias dentro de una comunidad científica. Bajo estas circunstancias los científicos, divulgadores y popularizadores de la ciencia llegan a utilizar diversos medios de comunicación como una forma alternativa para presentar los desacuerdos a la opinión pública, e incluso tratar de legitimar el conocimiento construido (Irwin & Michael, 2003)⁴¹.

³⁹ Aunque la crítica se ha realizado desde diversos estudios de la ciencia y la tecnología, consideramos que es un aspecto que no ha sido considerado totalmente por parte de los divulgadores y popularizadores de la ciencia. Como veremos más adelante se siguen contemplando los modelos de comunicación donde debe existir un emisor (científico, divulgador o popularizador) y un receptor del mensaje (el público) al que se le debe *contextualizar* la información. La crítica va en el sentido de que no ha quedado claro qué se entiende por *contextualizar*.

⁴⁰ Cloître y Shinn (1985) consideran que esos cuatro niveles se pueden retroalimentar mutuamente y que cada uno se necesita para establecer los procesos de comunicación. El primer nivel está caracterizado por los artículos publicados en revistas científicas especializadas. En el segundo se incluyen varios tipos de textos publicados en revistas que podrían ser leídos por científicos no necesariamente de la misma disciplina. En el tercero se localizan los libros de texto que incluyen a los paradigmas actuales y tienen como propósito la enseñanza de determinadas disciplinas. En el último están los trabajos desarrollados para divulgación del conocimiento.

⁴¹ Hay algunos ejemplos sobre esta cuestión. Entre ellos podemos tener a los trabajos de Richard Dawkins, Stephen Hawking o Joao Magueijo que son investigadores reconocidos, pero que tienen que publicar hacia otros públicos, mediante diversos productos de divulgación, para poner en discusión algunas de sus ideas. Del primero podríamos decir que sería muy difícil que se diera a conocer al público en general sin su libro *El gen egoísta*, publicado en 1976, con el que popularizó la visión evolutiva enfocada en los genes, y que

Asimismo, algunos críticos de la “visión dominante” han planteado que ver a la comunicación como un continuo implicaría no ver a la divulgación o popularización como labores desarticuladas del “quehacer científico”, sino como un proceso en el que la interacción de los actores -en este caso solamente de los científicos, divulgadores, popularizadores, educadores- genera zonas de interacción en las que los discursos y las acciones producen conocimiento.

Las críticas mencionadas en los párrafos anteriores han generado una *visión más contextualizada* de la comunicación del conocimiento científico, caracterizada principalmente por plantear nuevas relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad y diversas maneras de ver los procesos de construcción del conocimiento. Sin embargo, dentro de los planteamientos más reconocidos se sigue conservando la idea de transferencia y difusión de las ideas y procesos (metodologías) provenientes desde “el quehacer científico” para que el público cambie su opinión y actitudes sobre la ciencia y la tecnología (Bauer *et al.*, 2007; Lozano, 2005). Si en la “visión dominante” se le daba prioridad a la transmisión de conocimiento científico bajo un “modelo de déficit simple”, en esta visión también se le dará importancia a esa transmisión y diseminación⁴² de información, pero también estarán incluidos los procesos por los que se genera ese conocimiento y a las relaciones que tienen las comunidades científicas con el “mundo exterior” a la ciencia, mediante el uso de un “modelo de déficit complejo”⁴³ para contemplar esos aspectos (Lozano, 2005).

Uno de los aspectos que podemos mencionar, como elemento principal en la generación de esa “visión contextual”, fue originado en 1985 por medio de la

introdujo los términos meme y memética. Desde entonces, su labor divulgadora escrita le ha llevado a colaborar igualmente en otros medios de comunicación, como varios programas televisivos sobre biología evolutiva, creacionismo y religión.

⁴² Consideramos que uno de los elementos que se confunden dentro de esta visión contextualizada es hacer referencia a la “diseminación del conocimiento” como un sinónimo de “democratizar el conocimiento”. Se ha interpretado que a más conocimiento propagado más democratización al acceso del conocimiento e incluso más democratización de la ciencia. Este aspecto ha recibido diversas críticas que veremos en el Capítulo IV.

⁴³ Lozano (2005) plantea que dentro de este modelo además de popularizar y divulgar los resultados de la ciencia, se trabaja la comprensión pública de cómo opera ésta. Además se espera que ayude a comprender y conocer los caminos a través de los cuales se produce el conocimiento y por los que la comunidad científica decide qué es y qué no es la ciencia. La autora también plantea que la labor bajo este modelo se situará en los contextos de difusión y educación, desarrollándose en la denominada educación formal, no formal e informal.

publicación del informe *The Public Understanding of Science* por parte de la *Royal Society de Londres*. En dicho reporte se afirmaba que una mejor *comprensión de la ciencia* puede ser un elemento importante en la promoción de prosperidad nacional, en elevar la calidad de la toma de decisiones, tanto públicas como privadas, y enriquecer la vida del individuo (The Royal Society, 1985, p. 9). Para lograrlo se consideró que la brecha entre la ciencia y el público se puede resolver a través de una gran diseminación de información que conformara una comprensión plausible de la ciencia y la tecnología para elevar el nivel de cultura científica de la población, poner énfasis en la comunicación masiva como medio de popularización, ampliar los procedimientos gubernamentales de discusión de temas científicos, y promover la vinculación entre producción de conocimientos e industria. El informe señala que la ciencia afecta tanto el desarrollo económico de un país como las decisiones de los individuos.

En lo referente a la economía, se señala que una ciudadanía más informada puede transformarse en una fuerza de trabajo mejor capacitada para obtener beneficio de los adelantos científicos y tecnológicos y así poder estimular la innovación. También se destaca la importancia de que el público cuente con una adecuada valoración de los riesgos generados dentro de la ciencia y por el impacto de la tecnología en la sociedad. En suma, se considera que a mayor conocimiento, mejores decisiones individuales y sociales y mayor bienestar individual y social.

De esta forma, a partir de las consideraciones anteriores, los propósitos del reporte de la *Royal Society* radicarón en promover políticas en muy diversos ámbitos sociales, que fueron desde la educación formal hasta la industria, con la intención de incrementar el nivel de información del público antes que a generar una evaluación crítica de las instituciones y las prácticas científicas. Además, como lo han planteado Irwin (1995) y Wynne (1992, 1995), dichas propuestas surgieron ante la preocupación por parte de la esfera científica de la creciente desconfianza hacia la ciencia por parte del público, plasmado en supuestos movimientos anti-ciencia, y el eventual cuestionamiento a su financiación que esa desconfianza podía generar.

Igualmente, se sostiene que la *cultura científica* implica que el público debe estar intelectualmente mejor equipado para participar en los procesos de toma de decisiones (Burns et al, 2003). Uno de los planteamientos más importantes que ha sobresalido a partir de esos planteamientos fue el que la comunicación de la ciencia comienza a ser asumida no solamente como una “cosa buena”, sino como una estrategia para lograr el objetivo de que la sociedad valore y apoye la ciencia (Lozano, 2005, p. 67). Asimismo, podemos apreciar que la agenda de investigación en cuanto a la medición y concepción de la *cultura científica* se desplaza desde una medición de conocimientos hacia la comprensión de cómo opera la ciencia, de las actitudes que el público tiene sobre ésta y las que se pueden crear con una adecuada y certera comunicación y educación en ciencia y tecnología (Burns et al, 2003).

Desde esta forma de ver la *cultura científica* en esta *visión contextual* se ha coincidido en una concepción en la que se incluyeron cuatro dimensiones: 1) los conocimientos científicos básicos (conceptos básicos) presente en los libros de texto básico; 2) la comprensión de los métodos científicos tales como el razonamiento de la probabilidad y el diseño experimental; 3) la comprensión de los logros y resultados de la ciencia y la tecnología y los posibles riesgos que generan; 4) el rechazo de ideas supersticiosas (Miller, 1983, 1992, 1998). Sin embargo, esa conceptualización es controvertida y ha generado diversas críticas, principalmente en el sentido de que no se ha tratado de manera profunda la dimensión política de las instituciones científicas y su capacidad reflexiva en el marco de su relación con el público. Se considera que la ciencia, vista como una institución, no ha tenido la capacidad para comprender que en muchas ocasiones es la fuente principal de desconfianza del público y, consecuentemente, el obstáculo en la relación entre ambas esferas. De este modo, una mayor reflexividad de la ciencia es vista como una condición necesaria para mejorar su percepción pública y reforzar su legitimidad (Wynne, 1995). Además, se sigue manteniendo la distinción entre científicos y legos como única forma de entender la relación entre la ciencia y el público.

3.4. El colectivo de divulgadores frente a la *visión contextualizada*

De acuerdo con la revisión realizada algunos divulgadores consideran que la divulgación de la ciencia debe estar relacionada con una perspectiva donde se debe ver y analizar a la ciencia como el producto de un grupo social representado por las *comunidades científicas*. Como argumento principal se mantiene que la divulgación de ciencia no debe hacer referencia exclusivamente a la transmisión de conceptos, teorías, leyes y resultados de la ciencia, sino que se debe erradicar la idea de que a la actividad le corresponde el uso de un solo *método científico* y contar los procesos por los se generan los conocimientos científicos.

3.4.1. La ciencia vista como un proceso

Una de las miradas que se tiene sobre el “quehacer científico” es que se debe exponer a la ciencia como una actividad que realiza un grupo social, donde hay científicos que se relacionan, y no como un conjunto de genios desperdigados en el tiempo y el espacio (Biro, 2002). Es decir, se plantea ver a ese grupo como *una comunidad científica* que sigue *factores propios* de desarrollo de la disciplina, pero también a *factores externos* de carácter económico, político, social y cultural (Reynoso, 2002, p.287), lo cual favorece a ubicar a la ciencia y la tecnología en contextos más amplios⁴⁴ y encontrar sus nexos con otras disciplinas (Zamarrón, 2002, p.334).

Lo anterior se esboza como un elemento necesario al poner el entendimiento del desarrollo científico como parte de la divulgación. Ello permitiría ver las maneras en las que esos grupos sociales se comunican, debaten, validan o refutan sus teorías, e igualmente sugeriría entender factores que determinan el curso que toman las investigaciones en la ciencia, tales como la comunicación interna de grupos de investigación, la política científica y el financiamiento (Biro, 2002). Relacionado con esto, para Estrada (2002) es claro que la divulgación de la ciencia es un elemento esencial para el quehacer científico, ya que considera que ésta tiene una función que puede distinguirse por sus aspectos *internos* y *externos* cuando se le mira en relación con los investigadores (la *comunidad científica*).

⁴⁴ Zamarrón plantea que esa mirada permitiría ver a los grupos de investigadores, centros de investigación, laboratorios, docentes y organismos de política pública.

Hacia el interior la divulgación establece una comunicación especial entre miembros de la comunidad científica y hacia el exterior, los relaciona con sus congéneres (el público)⁴⁵.

Bajo estos planteamientos se hace una intención por retomar una mirada histórica de la ciencia para enriquecer el trabajo de la divulgación. De acuerdo con Biro (2002) esa perspectiva puede ser de gran uso para los divulgadores de la ciencia, ya que con ella se entra el debate de la utilidad que se le ha dado a lo largo de la creación y *promoción*⁴⁶ de las disciplinas. Además de conocer las discusiones historiográficas (debate internalismo-externalismo) que deben concernir a los divulgadores. Plantea las tres maneras siguientes en que esa mirada puede enriquecer a la divulgación de la ciencia (*Ibid.*, p. 35).

En primer lugar ayuda al divulgador a entender bien qué es la ciencia a partir de la historia y de la manera en la que lo hacen los filósofos y sociólogos de la ciencia. Biro (2002) considera que la disciplina histórica complementa la cultura científica de los divulgadores, además de ayudar a colocar los mensajes producidos por la divulgación dentro del *contexto de la cultura general*.

La segunda manera tiene que ver con la formación de los divulgadores de la ciencia, ya que con la realización de la historia de la divulgación se puede enseñar y consolidar la disciplina. Y la tercera manera ayuda a extraer “ingredientes” que enriquecen la tarea de comunicar la ciencia al público en general al mostrar los métodos y resultados que han sido usados en la ciencia. En ese sentido, Biro considera que situarse en el pasado de la ciencia permite ayudar a: explicar “el cómo” del quehacer científico, ver la construcción de un concepto, y no solamente fijar la mirada en el resultado. La importancia de lo anterior radica en que, con ello, se pueden rescatar elementos que no son evidentes cuando se reporta el último pequeño resultado de un vasto campo de conocimiento, ya que con la historia de la ciencia se puede entender mejor la actividad al explicar lo que es un modelo,

⁴⁵ Considera que la segunda es de urgencia, ya que con ella se puede distribuir una riqueza cultural que, además de hacer justicia, llena una necesidad en estos tiempos.

⁴⁶ La autora usa el término promoción, pero varios estudios históricos han puesto mucho énfasis en las maneras en las que no solamente se promueven las disciplinas sino que hay procesos construcción (o autoformación) de la identidad de los científicos por parte de ellos mismos, en relación con los procesos de reorganización del saber y la legitimación de la actividad científica.

una teoría, un experimento o las representaciones usadas por los científicos, tales como imágenes o gráficas.

3.4.2. La divulgación es una labor interdisciplinaria

Una de las características en las que convergen algunos divulgadores al momento de tratar de relatar la labor del divulgador de la ciencia es que ésta es una actividad que se desarrolla en *equipos interdisciplinarios* compuestos por personas con diferentes especialidades (Estrada, 2002, p. 76; Reynoso, 2002, p.282; Tonda, 2002; Zamarrón, 2002). Se considera que la divulgación es una actividad de comunicación y, para realizarla, se deben considerar varios aspectos en cuenta, tales como el medio a utilizar, el público y la recepción de los mensajes (Zamarrón, 2002, p.346). Tal parece que con la conformación de esos grupos interdisciplinarios se intenta garantizar que la comunicación sea efectiva, pues se trata de conformar adecuadamente las capacidades y habilidades para poderse dirigir a un público determinado, usar adecuadamente el lenguaje, realizar la presentación que comprende las imágenes visuales, la síntesis visual, la reiteración, las analogías y el contexto (Tonda, 2002, p.30).

Sin embargo, esa conformación de grupos interdisciplinarios genera problemas y tensiones que atropellan la propia formación de los divulgadores y la creación de productos colectivos. Una de esas *tensiones* se puede apreciar cuando todavía no es claro quién supervisa y es el responsable, dentro de ese grupo interdisciplinario, quien debe elaborar el *contenido científico a transmitir*. Hay una discusión sobre si ese contenido debe elaborarlo un experto (científico) o el propio grupo. Por ejemplo, para Zamarrón si el contenido no lo hace un experto, éste se podría elaborar y trabajar en equipo. Lo anterior debe ser fundamental ya que se debe considerar que en la elaboración final del mensaje está compuesto de la suma de los significados de los lenguajes de los elementos que participan: el habla, texto, sonidos, música, movimientos, gestos, imágenes, estructura, ritmo, duración, etcétera (*Ibid.*, p. 347-348).

Unido a la problemática anterior se supone que para que el trabajo se lleve de la mejor forma posible se requiere que, dentro de todos los miembros del grupo, se

maneje un “lenguaje común” y que cada integrante posea una actitud adecuada y mente abierta, y que conozca sus potencialidades y limitaciones, además de adquirir diversos conocimientos básicos sobre ciencia, herramientas intelectuales y habilidades de comunicación (Reynoso, 2002, p. 283).

3.4.3. La divulgación de la ciencia como complemento de la escuela

Uno de los elementos que es común en algunos divulgadores, dentro de la visión que hemos estado revisando en este capítulo, es que se considera que la divulgación debe llenar las carencias de la escuela (de la educación formal) al fomentar una *cultura científica* adecuada en el público en general que, incluso, llegue a inducir a la creación de vocaciones científicas (Bonfil, 2002; Tonda, 2002; Reynoso, 2002). La divulgación, bajo este planteamiento, se considera como un elemento que puede convertirse en un factor estratégico para dar un salto cualitativo en la formación científica de los niños y jóvenes (Zamarrón, 2002, p. 349) y como una prioridad en un país como México que aspira al desarrollo, ya que una población con educación científica solamente se logrará cuando se tenga un excedente de información al respecto (Fierro, 2002, p.162).

Una de las coincidencias entre Reynoso y Zamarrón es que se apunta a ver que la *cultura científica* está relacionada con el aspecto educativo y formativo, y ponen mucho énfasis en que el contenido de la divulgación de la ciencia debe proporcionar un cambio de *actitudes reflexivas y críticas* ante la vida y el mundo. Ejemplo de ello, se encuentra en la idea de *cultura científica* propuesta por Reynoso en la que establece que ésta se debe fomentar considerando tres actores importantes: los investigadores, los maestros y los divulgadores. Se considera que las bases de la *cultura científica*, en cuanto a contenidos y habilidades, se adquieren en la escuela, pero ante las problemáticas que tienen los profesores al realizar su labor, se genera un trabajo deficiente en los salones de clase. Así que esas problemáticas deben ser resueltas, en primer lugar, por la divulgación de la ciencia y los investigadores⁴⁷. De esa manera, se considera que una de las labores esenciales del divulgador es *llenar los huecos* que deja la

⁴⁷Ante esta situación se propone que los investigadores tienen que asumir su compromiso con la sociedad al informar sobre el trabajo que realizan.

escuela y de subsanar las deficiencias comunicativas de esos investigadores.

Por lo anterior, uno de los planteamientos realizados por Fierro, Tonda y Zamarrón es considerar a la divulgación de la ciencia como una actividad de educación continua o educación no formal que presenta algunas de las siguientes características: toma en cuenta los intereses y actitudes de las personas, no tiene objetivos dirigidos a la obtención de reconocimiento oficiales, no se programa por niveles escolares, los contenidos se presentan en contextos amplios, los comunicadores no son necesariamente los especialistas y se utiliza una gran variedad de medios para transmitir los mensajes (Zamarrón, 2002, p. 348-349). Por ejemplo, Tonda (2002) plantea que la actividad ofrece la posibilidad de contar con una educación localizada fuera del ámbito escolar y que éste propósito se puede lograr con una charla informal, programa de televisión o lectura de revistas. Otro aspecto importante que se debe mencionar es que se considera que el público tendrá ocasión más adelante de conocer los detalles, ya sea mediante obras de divulgación de más alto nivel o mediante la enseñanza formal (Bonfil, 2002).

3.4.4. Las *comunidades científicas* requieren de una sociedad con cultura científica

Como se ha visto desde el apartado anterior, podemos distinguir algunas concepciones de *cultura científica* distintas, que hacen referencia a pensarla no solamente como el entendimiento de “conceptos” y “teorías” de la ciencia, sino desde un aspecto formativo que logre generar *actitudes* en el público.

Reynoso (2002) plantea una idea de *cultura científica*⁴⁸ enfocada en la formación del ciudadano que requerirá en un futuro conocimientos, habilidades y herramientas básicas que le permitan entender la ciencia y la tecnología que se desarrolla en el momento, no solamente por cultura general, sino para construir elementos de juicio que le ayude en su campo laboral y para tomar decisiones sobre problemas que le aquejan como individuos y comunidad (Reynoso, 2002, p.

⁴⁸Ésta no debe circunscribirse al terreno de las denominadas ciencias naturales, lo cual ayudaría a resolver problemáticas mediante otros enfoques.

80). Para ella, *incorporar la ciencia a la cultura general* de los pueblos es necesario como uno de los elementos indispensables para crear una *conciencia colectiva* en temas, principalmente, de salud y el medio ambiente, y para distinguir entre lo que es realmente recomendable y lo que es una simple moda o producto de la publicidad (*Ibid.*, p. 81).

Dentro de esa noción de *cultura científica*, el ciudadano también deberá ser un individuo mejor preparado para desenvolverse en un mundo cada vez más dependiente de la ciencia y la tecnología y entender el *carácter evolutivo de la naturaleza y del conocimiento* para ayudar a generar una reflexión sobre cómo se construye el conocimiento. Además, se indica que mediante la aportación de la *cultura científica* el ciudadano deberá aprender rápidamente, a trabajar en equipo y mantener una *mentalidad* abierta para comprender el mundo natural y social en que vive⁴⁹ (*Ibid.*, p.280- 282). Ese entendimiento servirá al ciudadano a identificar los mensajes ocultos y extraer la información necesaria de las noticias relacionadas con la ciencia que, con frecuencia, mezclan intenciones de tipo político, económico o social. Se plantea que sólo los bien informados en materia de ciencia y tecnología podrán “leer entre líneas” los mensajes políticos, para después opinar y, si es necesario, actuar en relación a problemas que afectan la comunidad (*Ibid.*, p.281). Reynoso cabe hacer notar que la *comunidad científica* requiere una sociedad como la descrita para poder sobrevivir, ya que una sociedad que entiende la importancia de la ciencia y sus procesos, dará los apoyos que son tan esenciales (*Ibid.*, p. 287).

⁴⁹ Hay una visión de cultura científica basada en la modificación de las actitudes del público.

4. Imágenes críticas de la ciencia y la tecnología

Uno de los cambios más radicales que se establecieron en las maneras de hacer ciencia y tecnología durante los siglos XX y XXI fue el surgimiento de la tecnociencia. Su origen se puede situar en la época de la Segunda Guerra Mundial, teniendo como precursora a la macrociencia o *Big Science*, pero fue durante la década de los 1980 cuando, debido a la instauración de nuevos modelos de desarrollo científico y tecnológico, se cambia la estructura de la actividad científica⁵⁰, se modifica la práctica científica y surgen nuevos sistemas científicos-tecnológicos.

4.1. Los nuevos modos de producción de conocimiento

Para Echeverría (2003) la macrociencia puede ser caracterizada por diversos rasgos distintivos, dentro de los que se encuentran la financiación gubernamental, la integración del trabajo de los científicos e ingenieros y otros actores como, por ejemplo, inversionistas, la conformación de un contrato social de la ciencia, la preponderancia de los aspectos industriales y militares, y la creación de política científica.

En la macrociencia los gobiernos federales y organizaciones internacionales deben financiar el fomento a la ciencia para impulsar la investigación básica con fines principalmente comerciales y militares, promoviendo grandes proyectos de investigación en los que las instituciones académicas tienen un papel importante, pero insuficiente para llevar a cabo toda la labor. Es por ello que aparecen nuevos agentes, que hasta ese momento no se habían relacionado de manera tan estrecha con las comunidades científicas, tales como comités políticos y oficinas gubernamentales.

⁵⁰ Un ejemplo de estos cambios lo tenemos en la investigación para sintetizar la insulina, la cual no se produjo en un laboratorio universitario, sino que la institución responsable fue la empresa Genentech (*Genetic Engineering Technology*) fundada por el bioquímico Herb Boyer y el financiero Bob Swanson para comercializar los productos de la ingeniería genética. El papel de Boyer no era solamente alcanzar resultados académicos de prestigio, o labrarse una carrera profesional como científico, sino fabricar materiales económicamente rentables. La insulina constituyó uno de los primeros objetivos comerciales para Genentech: los ocho millones de diabéticos que se estimaban sólo en Estados Unidos eran consumidores potenciales.

El desarrollo de los grandes proyectos se realiza por medio de equipos de investigación en donde convergen muy diversas disciplinas. En ellos se puede encontrar a ingenieros, científicos, técnicos pero también a inversionistas, militares, y a gestores encargados de diseñar las dinámicas y administrar los recursos. Asimismo, dentro de esta manera de construir la investigación científica, no se persiguen solamente los objetivos referentes a la búsqueda de conocimiento científico, sino que se considera importante cumplir con los propósitos de formar parte de una industria de innovación y desarrollo en la que el conocimiento es un elemento que ayuda a establecer grandes industrias científicas (Echeverría, 2003, p. 31). Se puede decir que esos cambios modificaron directamente a la práctica científica, ya que los laboratorios, que por lo común se encontraban en universidades, se convirtieron en espacios dedicados a generar los experimentos y los artefactos necesarios para cumplir con los propósitos de los grandes proyectos. Ello introdujo, en primer lugar, un rompimiento con la idea de un individualismo metodológico, y en segundo lugar una pluralidad de valores, conocimientos, experiencias, enfoques, acciones y objetivos para la práctica científica.

Asimismo, la llegada de la tecnociencia incorporó nuevos valores a la práctica científico-tecnológica. En ella, aunque los valores clásicos de la ciencia se mantuvieron al momento de establecer las investigaciones, se incrementaron considerablemente los valores políticos, técnicos, jurídicos, económicos y empresariales. La antigua división entre la llamada investigación básica y aplicada u orientada hacia los problemas casi desaparece, y con ello, las diferencias funcionales entre las universidades, laboratorios públicos y privados de investigación industrial y otros.

Los nuevos modelos de investigación tecnocientífica se han descrito de diversas maneras. Algunos autores han discutido la idea de que, con su surgimiento, se generó una nueva manera de producción de conocimiento (Gibbons, Limoges, & Nowotny, 1994; Funtowiczs & Ravetz, 2000; Olivé 2000, 2007; Ziman 1994). En ellos se va coincidiendo en construir una visión de la ciencia y la tecnología como un sistema dinámico que depende no solamente de factores internos a las

organizaciones y al quehacer de los científicos, sino también a factores externos de carácter social o político. De la misma manera se plantea abandonar los modelos que conciben la relación entre ciencia básica, aplicada y desarrollo tecnológico linealmente debido a que no brindan explicaciones de la complejidad de las vinculaciones multidireccionales entre esos ámbitos. Además de señalar el fin de un periodo clásico en la manera de hacer y gestionar la ciencia y tecnología, dando paso a un sistema en el que las demandas y los controles sociales sobre sus resultados son más fuertes. Por ejemplo, Ziman señala el cambio de una *ciencia académica* a una *ciencia post-académica* y Gibbons contrapone el *Modo 1* con el *Modo 2* de producción de conocimiento.

Para Gibbons (1994) el *Modo 1* se identifica con la investigación tradicional, cuyos rasgos son representados por ser disciplinaria, homogénea y jerárquica. La producción de conocimiento se lleva a cabo en organizaciones jerárquicas permanentes, que pueden ser las universidades y los centros de investigación, con el objetivo de avanzar *en el conocimiento de la realidad* para satisfacer los propios intereses académicos y de la disciplina. Sus metas se fijan de acuerdo con los intereses de los investigadores y el control de la calidad de las investigaciones y sus resultados son evaluados por la comunidad de pares para después ser difundidas o divulgadas públicamente. Es decir, en la investigación disciplinar del *modo uno* se utiliza el término paradigma para denotar el consenso provisional entre un conjunto relevante de practicantes. Es el resultado de un modo particular de organización e indica una forma de ver las cosas, de definir y dar prioridad a ciertos conjuntos de problemas.

La producción de conocimiento en el *Modo 2* se desarrolla dentro de un contexto dinámico de aplicación, en el cual el surgimiento de problemas conlleva a situaciones sociales novedosas, que se deben enfrentar y resolver con medios cognoscitivos y metodológicos diversos que trasciendan el modo tradicional (modo uno). En este sentido, la investigación científica y tecnológica va más allá de una simple producción del conocimiento bajo una metodología, ya que supone la existencia de diferentes mecanismos para generar conocimiento en donde intervienen diversos actores, procedentes de disciplinas diferentes y con historiales distintos (Gibbons, 1994, p.35). Además crea un ambiente en el que el

conocimiento fluye más fácilmente a través de las fronteras disciplinares, en el que los recursos humanos son más móviles y la organización de la investigación es más abierta y flexible. Por ello se habla de un conocimiento socialmente distribuido. Algunos autores que han propuesto esta manera de ver la producción de conocimiento consideran que se han desarrollado una "re-contextualización" de la ciencia en la que los científicos están inmersos en procesos en los que no poseen una única dirección, ni un único contenido específico, ya que éstos se van formando al momento de hacer la investigación (Nowotny, Scott, & Gibbons, 2001)

Otro de los rasgos característicos del *Modo 2* es su transdisciplinaridad. En ella, los problemas de investigación no se hallan encuadrados dentro de una estructura disciplinar y permiten ir más allá de las estructuras disciplinares que construyen la agenda intelectual, más allá de la manera en que se despliegan los recursos y de las formas en que se organiza la investigación, se comunican y se evalúan los resultados. Se requiere articular teorías, técnicas y procedimientos provenientes de diversos ámbitos, ya que los grupos transdisciplinarios no parten de marcos conceptuales ni de métodos establecidos y probados previamente⁵¹, sino que éstos se van construyendo de acuerdo con los problemas planteados. De la misma manera, la construcción de consensos concretos trasciende el ámbito disciplinar al exigir a los científicos una mayor flexibilidad en la adaptación de sus planteamientos y prácticas metodológicas a las particularidades que presente cada problemática establecida.

Asimismo, la difusión del conocimiento, dentro de este modo de producción de conocimiento, convoca la participación de diversos actores, produciendo sentido de responsabilidad social, situación que establece diferencias respecto con la

⁵¹ Hay que mencionar que el *Modo 2* no suplanta, sino que más bien complementa al *Modo 1*. La transdisciplinaridad del *Modo 2*, se corresponde con un movimiento que va más allá de las estructuras disciplinares, en la manera de desplegar los recursos y las formas en que se organiza la investigación, se comunican y se evalúan los resultados. Para que quede institucionalizado el nuevo modo de producción de conocimiento, tiene que darse en una determinada serie de condiciones básicas. La búsqueda de comprensión debe estar guiada por modelos acordados y conjuntos de técnicas experimentales, sus conclusiones se tienen que poder comunicar a una comunidad más amplia, y otros deben poder replicarlas. Para calificarse como tal, el conocimiento tiene que formar un repertorio organizado, y sus métodos de trabajo en muchas ocasiones son diversos.

forma tradicional de generar conocimiento, en donde la responsabilidad de la producción, difusión y aplicación, en principio, reposa en los expertos reconocidos por la comunidad científica. Esta característica permite que el grupo dedicado a solucionar un problema pueda cambiar con el tiempo y las exigencias evolucionen. Respecto a esa heterogeneidad en las formas organizativas, se resalta que la creación de conocimiento no está limitada a la producción efectuada por las universidades, institutos y facultades, sino que intervienen otros actores en la producción de conocimiento.

El control de calidad en el *Modo 2* ha suscitado cambios que amplían los criterios para considerar el valor y la pertinencia de lo que se produce. En este sentido, la calidad puede estar determinada por criterios más amplios, que reflejan la composición social del sistema de revisión. En la forma tradicional de producción del conocimiento, el control de calidad lo ejercen diferentes tipos de instituciones productoras de conocimiento, cada una de las cuales posee sus propios límites, estructuras de aprendizaje y reglas de comportamiento (universidades, academias nacionales y sociedades profesionales). En el *Modo 2* la figura de pares académicos se complementa con criterios más amplios de otros actores que reflejan la composición social del sistema de revisión. En ellos, se incluyen criterios adicionales a los tradicionales, tales como eficiencia o utilidad, definidos en términos de las contribuciones que ha aportado el trabajo a la solución general de problemas transdisciplinarios, donde se tiene en cuenta el ambiente de la investigación estructurado por la aplicación o uso, las expectativas y los resultados específicos.

Otra propuesta a la cual se le ha puesto atención en las últimas dos décadas es la de Silvio O. Funtowicz y Jerome R. Ravetz. Estos autores proponen que en los contextos contemporáneos la ciencia está caracterizada por una gran complejidad, tanto de las relaciones de los actores que median en la generación de conocimiento, como en la configuración de la práctica científica en la que intervienen diversos intereses, valores, actividades, normas, costumbres. Su punto de partida ha sido reconocer la existencia de un modo de producción de conocimiento denominado *ciencia posnormal*, en el que la investigación científica se encuentra y enfrenta en situaciones que implican una incertidumbre profunda,

valores en intereses en disputa, criterios confusos de calidad y la pluralidad de perspectivas legítimas.

Es una concepción sobre la gestión de los complejos asuntos relacionados con el conocimiento científico y tecnológico, que se centra en aspectos de la resolución de problemas, que las visiones tradicionales de la práctica científica tienden a descuidar. Aunque los autores emplean la expresión de *ciencia posnormal* para marcar una contraposición con la ciencia normal kuhniana, la primera es aquella que no puede ser entendida exclusivamente como la articulación de los hechos dentro de algún paradigma. La *ciencia posnormal* tiene el rasgo paradójico de que en su actividad de resolución de problemas se invierte el dominio tradicional de los hechos por sobre los valores, sin que quepa una separación entre ellos (Funtowicz y Ravetz 2000, p. 51). Para tales autores, el nivel de incertidumbre y el de la toma de decisiones son cada vez más comunes en los asuntos relacionados con los sistemas científicos y tecnológicos; se tiene que aprender a vivir con ellos como estados permanentes, ya que la incertidumbre proviene de las características mismas de los sistemas implicados⁵². Cuando ambos niveles son mínimos, la investigación normal proporciona información que se aplica a una cuestión política sin que se genere debate público, pero cuando aumenta tanto la incertidumbre como el nivel en las tomas de decisión, éstos se deben resolver o asesorar para solucionar problemas que afectan directamente a personas. La ciencia posnormal es la que se enfrenta a problemas que pueden afectar a la supervivencia de ecosistemas o el bienestar de poblaciones y que son de difícil definición. Muchos de los problemas ambientales o relacionados con riesgos tecnológicos podrían clasificarse en esta categoría. El grado de incertidumbre es alto y, al conllevar un alto nivel en las apuestas de decisión, son problemas marcadamente politizados.

⁵² En este punto Jasanoff (1990) contrasta la llamada ciencia reguladora de la ciencia académica. La segunda se produce en ambientes de consenso, estructurados por paradigmas bien establecidos que proporcionan estándares de control metodológico y de calidad (mediante mecanismos como la revisión por pares). Es la ciencia tradicionalmente asociada a la universidad. En la ciencia reguladora, por el contrario, las normas de evaluación son más difusas, controvertidas y sujetas a consideraciones políticas. Es la ciencia de la industria y de las agencias del gobierno, con creciente implantación en la universidad. Este tipo de ciencia produce incertidumbre y riesgos, además de estar sometida a limitaciones temporales que restringen severamente las posibilidades de alcanzar consensos amplios. La ciencia reguladora está sujeta a la presión de diferentes grupos de interés que interpretan de distinta forma los principales resultados, por lo que se ve envuelta frecuentemente en debates públicos.

Asimismo, es importante destacar el punto de vista de los autores sobre la investigación científica actual con respecto a la unidad de la ciencia y de las divisiones tradicionales de las especialidades académicas. La unidad de la *ciencia posnormal* no deriva primariamente de “un conocimiento básico compartido” sino de un “compromiso compartido con cierto tipo de enfoque tendiente a resolver problemas políticos complejos” (Funtowicz & Ravetz, 2000, p.75). Para este tipo de ciencia es impensable el conocimiento dividido en especialidades temáticas cerradas y prácticamente incomunicadas. Estas circunstancias obligan a que la ciencia abandone la pretensión de ser la única voz legítima. Otras voces han de ser tenidas en cuenta y, dado que nadie puede declarar que posee la solución cierta, esas voces habrán de estar en situación de igualdad con la ciencia. Como hemos visto, principalmente en el Capítulo 2 y 3 de este trabajo, en que hemos revisado algunas concepciones de la ciencia que ponen su análisis en el quehacer científico sin importar otros “factores externos” a la ciencia, pretenden restringir el compromiso ético del científico sólo al ámbito del proceso y de la construcción de su producto, pero no, en cambio, a su uso o abuso. Esta actitud tradicional ha llevado a los científicos a atribuirse todas las consecuencias benéficas de las investigaciones y a endilgar culpa a la sociedad por cualquier daño que produce (*Ibid.*, p.76). Ante esta situación, en la *ciencia posnormal* las cuestiones éticas no pueden ser evadidas, ya que a la hora de tomar decisiones sobre las medidas a adoptar frente a alguna problemática, se deben considerar una serie de valores en conflicto, y no hay metodología única para solucionar la disputa. De tal manera, se puede decir, siguiendo a los autores, que la incertidumbre no sólo es epistemológica, sino también ética.

Por otro lado, otro de los cambios que introduce la *ciencia posnormal*, el que más la separaría de la ciencia tal como hoy se practica, es de la inclusión de perspectivas ajenas. Funtowicz y Ravetz lo denominan “extensión de la comunidad de pares”. Esta extensión de la legitimación hacia nuevos participantes en los diálogos políticos tiene importantes implicaciones tanto para la sociedad como para la ciencia en la búsqueda de soluciones a diversos problemas y en la construcción de conocimiento. Los autores presuponen que con el respeto mutuo entre las diversas perspectivas y formas de conocimiento, hay posibilidades de desarrollar elementos democráticos genuinos y efectivos. (*Ibid.*, p.26). De esa

manera, consideran que el compromiso de la ciudadanía, implicada con la resolución de un determinado problema científico-político, puede llevar a adoptar una forma más reflexiva de hacer ciencia y tecnología apropiada a ciertos objetivos y resultados.

4.2. La *visión participativa* y la divulgación de la ciencia

Para este trabajo hemos definido una *visión participativa* de la comunicación de la ciencia proveniente del trabajo de esas perspectivas y de las críticas que se les han realizado a los modelos de déficit para plasmarlos en los llamados *modelos democráticos*.

Las dos visiones de comunicación de la ciencia que vimos en los dos capítulos anteriores han recibido críticas desde muy diversas perspectivas. Desde la década de 1990 algunas de esas críticas, apuntan a mantener un debate a los modelos de déficit cognitivo. La convergencia de las perspectivas denominadas como “enfoque contextual” (Miller, 1998), “giro etnográfico” (Irwin & Michael, 2003), o “constructivista” (Wynne, 1995), ha introducido aportes provenientes de diversas corrientes de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología y el análisis de nuevas formas de producción de conocimiento. Más allá de las diferencias existentes en las propuestas de esos enfoques se sostiene por igual que la relación entre la ciencia y el público se desarrolla en contextos sociales específicos y que, por lo tanto, éstos deben ser parte central del análisis de los estudios sobre comunicación y percepción pública de la ciencia y la tecnología. En estrecha conexión con ello se ofrece una imagen de la ciencia que habilita el cuestionamiento de los estándares e instituciones científicas y una noción de público que rompe con la pasividad que se le ha asignado en otras perspectivas.

Así mismo, se concibe a la ciencia como una práctica social, disciplinar y culturalmente heterogénea y se resalta el carácter relativo del conocimiento científico, la importancia de analizar la “ciencia en acción” y considerar los intereses y valores implícitos en la práctica científica. En esta línea, se consideran simultáneamente y de forma relacional los contenidos formales del conocimiento científico, los métodos y procesos de la ciencia y sus formas de

institucionalización, organización y control. Mientras que las perspectivas anteriores -analizadas en los Capítulo 2 y 3- tendían a reconocer principalmente las dos primeras dimensiones, ahora se considera que la dimensión institucional y organizacional son elementos importantes para crear las experiencias del público con la ciencia y las respuestas a la misma que éste genera (Wynne, 1992). De esa manera, se asocia una fuerte crítica de las instituciones científicas y de su capacidad reflexiva en el marco de su relación con el público.

Como parte de esa crítica se crearon nuevas formas de comprender la ciencia y el público, y con ello se modificó el modo de entender los vínculos entre ambos. Del modelo vertical en el que la ciencia, popularizadores y divulgadores comparten y transmiten su conocimiento con y hacia un público lego, se planteó pasar a un “modelo democrático” en el que es posible pensar la retroalimentación de ambos polos de la relación (Durant, 1999; Lozano, 2005). De esa manera, la comunicación pública de la ciencia no puede ser entendida en el vacío, sino que siempre debe ser vista, no solamente en el contexto de las interacciones de “expertos” con “ciudadanos”, sino también en contextos más amplios de las relaciones entre la ciencia y la sociedad. Además, en los modos de producción de la ciencia y la tecnología actuales es cada vez más difícil la noción misma de una distinción clara entre productores (expertos) y usuarios (ciudadanos) del conocimiento; noción que es usada en las visiones dominante, difusionista, en el déficit, y en la transferencia de la comunicación científica. En estas nuevas formas de producción las industrias, empresas, gobiernos, organizaciones ambientales y no gubernamentales se han establecido también como fuentes legítimas y proveedores de conocimiento y de estrategias de comunicación.

Sobre lo planteado en los párrafos anteriores, la necesidad que se aprecia es lograr un cambio importante en la manera en la que se comunica el conocimiento, ya que como algunos autores plantean existe una co-producción del conocimiento (Nowotny et al., 2001; Jasanoff, 2004, 2005) en la que los “no expertos” y su conocimiento local puede ser concebido no como un obstáculo a superar, sino como esencial para la producción del conocimiento mismo. Si la clave para mantener la relación entre la ciencia y el público era -para las dos visiones anteriores (Capítulo 2 y 3)- la eficaz transferencia y distribución de los

conocimientos científicos hacia el público por medio de la traducción o recreación, ahora la clave del vínculo es el establecimiento de lazos de *participación* y *confianza* que garanticen la comunicación y la retroalimentación de ambos polos. Es decir, las cuestiones relacionadas con la comunicación y percepción pública de la ciencia se vinculan con la confianza y la credibilidad que el público está dispuesto a asignarles a las instituciones, antes que con las capacidades del público para comprender información científica (Wynne, 1992).

A diferencia de las visiones deficitarias, la participativa es multidireccional, abierta y sujeta a conflicto. Se le pueda asociar las características del *modelo democrático* para la comunicación de la ciencia. Éste busca establecer una relación de igualdad entre los “científicos” y “no científicos” y enfatiza el diálogo entre “expertos” y “legos” como condición previa a la resolución satisfactoria de desacuerdos. Contempla una gama más amplia de factores, entre los que están incluidos los conocimientos, valores e interés, las relaciones de poder y la confianza que tiene un papel sobresaliente que desempeñar en la construcción de conocimiento.

El énfasis principal en *un modelo democrático* no está en *recrear* el conocimiento científico a un público de no expertos sino en lograr una comunicación bidireccional. Asimismo, dentro del *modelo democrático* la importancia se coloca sobre el individuo o los individuos que requieren un conocimiento científico, en el para qué se requiere este conocimiento y en cómo este conocimiento se relaciona con otros conocimientos y experiencias que ya poseen (Lozano, 2005, p. 70). Sus temáticas privilegian los contextos de producción, tales como la definición de políticas sobre prioridades de la investigación, debates éticos relacionados con la práctica científica, y los contextos de aplicación y evaluación de la ciencia y la tecnología (*Ibid.*, p. 70).

En la *visión participativa* que contiene a este *modelo democrático*, la comunicación no es un simple elemento instrumental que debe funcionar dentro de una cierta visión de la ciencia contemplando un papel en el desarrollo económico y progreso social, sino que debe ser reconocida como una de las principales dinámicas en el núcleo de los procesos de co-producción de conocimiento (Nowotny et al., 2001;

Jasanoff 2004, 2005), para redefinir el significado mismo de la ciencia y el público en general, el conocimiento, la ciudadanía y la democracia.

4.3. El colectivo de divulgadores frente la *visión participativa*

Partiremos por mencionar que en muy pocas ocasiones en los textos inspeccionados, se hace referencia a una visión más completa de la ciencia y la tecnología, similar a la que se revisó en la sección anterior. En la mayoría de ellos se percibe que una de las mayores tareas que se plantea para la divulgación de la ciencia es *recrear* el lenguaje científico (depositado en fuentes especializadas) a un lenguaje común, y la posterior incorporación de esa *nueva creación* a un medio de comunicación para que llegue al público general. No obstante, podemos detectar ciertas tendencias, por algunos términos utilizados, que nos ayudan a hacer una reflexión más amplia del papel que se le puede otorgar a la divulgación de la ciencia en la sociedad actual.

En primer lugar Sánchez Mora (2002) plantea que la divulgación tiene muchos objetivos que se complementan, entre ellos menciona⁵³: *subvertir el poder, democratizar el conocimiento*, reintegrar la ciencia a la cultura [...]. Reflexiona que “la divulgación es una labor social y cultural indispensable con un *claro tinte ético*”. Sin embargo, considera que en última instancia, apela a las preocupaciones y sentimientos de la gente para hacerla *partícipe* de dos valores fundamentales⁵⁴: el conocimiento racional y el pensamiento crítico como formas de liberación de la humanidad.

Por otro lado, López Beltrán (2002) hace una reflexión sobre las modificaciones que tuvo el lenguaje científico durante el surgimiento de la *tecnociencia*, las cuales generaron una especialización para los científicos⁵⁵ y unas barreras al público en general al poner “aduanas técnicas y léxicas a los extraños”. No obstante,

⁵³ Remarcamos algunos términos porque nos sirven para iniciar una discusión sobre ellos. Considero que hay un intento por hacer referencia a concepciones más amplias de los propósitos de la divulgación. Sin embargo, me parece que todavía no se ha hecho un trabajo en profundidad sobre el significado de los términos y lo que representaría adoptarlos.

⁵⁴ Marco esto dos valores ya que la autora considera que la participación debe estar orientada en esos aspectos. Sin embargo, como hemos visto a lo largo del trabajo la participación no solamente debe ir en ese sentido.

⁵⁵ López Beltrán argumenta que uno de los problemas originados fue que las comunidades científicas comenzaron a insistir en que el lenguaje común, natural, resultaba torpe, estorboso, innecesario.

considera que tanto especialistas y legos están en situación análoga, al ser ignorantes, y realza la necesidad de que si se aspira a construir siquiera un esbozo del mundo que nos tocó vivir, éste no se consigue únicamente repartiendo los bienes, de traer el evangelio científico a los legos y así contribuir a su libertad.

Asimismo, podemos distinguir un acercamiento a la manera en la que opera la ciencia y la tecnología. Ísita (2002) plantea que la aplicación de innovaciones de carácter tecnológico⁵⁶ llega a impactar las condiciones de la vida de los miembros de las sociedades, ya sea por reconversiones industriales, efectos en el medio ambiente, en la salud o porque trascienden las conductas, expectativas, valores hasta entonces entendidos. Considera que estos impactos han llegado a alterar las condiciones de vida de tal manera que *crean en la sociedad incertidumbre*, si no que hasta rechazo, de esa manera, los individuos llegan a concebir a la ciencia y a sus protagonistas como lo causantes de su angustia. Los valores, tradiciones y creencias alterados por la nueva situación ya no son útiles para explicarse las transformaciones que se advierten al entorno.

Podemos decir que, a pesar de que se detectan dichas afirmaciones, las reflexiones no indican más sobre lo que se entiende o debería comprenderse por diversos términos, tales como *subvertir el poder*, *democratizar el conocimiento*, o de planteamientos sobre cómo se podría lograr el entendimiento adecuado entre los “expertos” y “legos” para estar en las mismas condiciones, o cómo se podrían tratar temas sobre *sociedad incertidumbre*.

Con el análisis que hemos realizado a lo largo de este trabajo, podemos afirmar que en su gran mayoría se sigue manteniendo una visión que reconoce la necesidad de un grupo que debe mediar para transmitir conocimientos a los ciudadanos (o público en general) para enriquecer sus concepciones de ciencia y tecnología. Además, existe una idea de que si los ciudadanos conocen más sobre información científica y tecnológica, y productos generados por la divulgación, éstos la aceptarán y apoyarán más fácilmente. Probablemente el origen de estas

⁵⁶ En los textos revisados par hacer este trabajo hay muy poca mención de los términos tecnología e innovación. El discurso parece quedarse exclusivamente en las referencias hacia la ciencia y el conocimiento científico.

dinámicas las podemos encontrar en la relación existente entre las comunidades científicas y los propios divulgadores. Así, como hemos visto a lo largo del trabajo, las comunidades científicas han tenido un papel importante en la institucionalización y creación de la divulgación de la ciencia, tanto por el impulso que le han dado a la actividad desde dentro de las instituciones, como por la gestión de recursos, tanto materiales, políticos e intelectuales.

Ante esos escenarios, la pregunta que nos tendríamos que hacer es: ¿qué implicaciones tiene para la divulgación de la ciencia la *visión participativa* que estamos revisando en este capítulo?

4.3.1. ¿Democratización de la ciencia en la divulgación de la ciencia?

Las implicaciones que se generan al considerar una *visión participativa* para la divulgación de la ciencia consisten, en primer lugar, en realizar una crítica al modelo de desarrollo del modelo lineal de la ciencia y la tecnología (visto en el Capítulo 2), el cual se ha venido empleando en la creación de políticas de ciencia y tecnología; y en segundo lugar, se debe considerar que los problemas actuales que atañen a la ciencia requieren que se involucren otros campos de conocimiento en la búsqueda de soluciones, lo cual introduce a reconocer que ya no existe un *público lego*, sino más bien diversos *grupos de interés*⁵⁷. De tal manera que con esa visión los objetivos se centran en lograr una participación activa de los sectores para involucrar la ciencia y la tecnología en el planteamiento y resolución de problemas y en proponer la solución dialogada de conflictos que involucran diversos conocimientos.

Como hemos visto en la sección anterior, en la sociedad actual, debido a que la ciencia y la tecnología se ven cada vez más presionadas por generar y crear respuestas a las múltiples demandas sociales es urgente una diversificación de otras formas de producción de conocimiento. Sin embargo, las contribuciones de la ciencia y la tecnología al bienestar social no se dan de manera automática, sino

⁵⁷ Los grupos de interés son grupos de personas que representan intereses medioambientales o sociales y que afectan o son afectados, directa o indirectamente, por el desempeño de la actividad de una organización.

que en su elaboración pueden generarse beneficios y riesgos cuyos efectos no pueden ser evaluados de un único modo. La percepción de la forma en la que la ciencia y la tecnología afectan a la sociedad y a la naturaleza está íntimamente ligada a la comprensión que de ellas se tenga, y a la evaluación de sus consecuencias, beneficios y riesgos depende de los valores específicos de cada grupo social (Olivé, 2007, p.138). Así, las demandas por la *participación pública* en los procesos científicos y tecnológicos han sido consideradas parte de los cuestionamientos para dar respuesta, principalmente, a esos riesgos generados para la sociedad (Beck, 2008; López Cerezo & Luján, 2000) y resultado de la oposición frente a diversas concepciones de la ciencia y la tecnología simples (como las vistas en los Capítulos 2 y 3) asumidas por las políticas públicas de ciencia y tecnología, pero que se oponen a otras políticas que aspiran a una nueva *gobernanza* (Jasanoff, 2003; Wynne y Felt, 2007) y *democratización* de la ciencia y la tecnología (Olivé, 2007)⁵⁸.

Podemos decir que la importancia que se le ha dado a la participación está justificada considerando los siguientes aspectos:

- Hay una justificación ética de la participación: la evaluación, aceptación y gestión del riesgo se basa en la recuperación y en el intento de hacer realidad las capacidades más básica que el pensamiento moderno reconoce a las personas, concibiéndolas no como ciudadanos abstractos de la democracia formal sino como los racionales e inteligentes miembros de carne y hueso (Olivé, 2000, p. 117), los cuales están “afiliados a varias entidades sociales, pertenecientes a varios grupos y culturas específicas con características propias y una identidad que los distingue” (Villoro citado por Olivé (2007), p. 116).

⁵⁸ A finales de los años ochenta del siglo pasado, el sociólogo alemán Ulrich Beck introdujo un concepto, el “sociedad de riesgo”, que tuvo gran difusión y dio lugar a numerosos debates. El concepto confronta en gran medida el optimismo epistemológico y las promesas que se lograrían con las “tecnociencias”. La idea es que ciertos riesgos implícitos en el estilo de desarrollo tecnológico predominante generan una tensión difícil de sostener a largo plazo. Accidentes como el de la central de Fukushima en 2011, el problema del calentamiento global, la incorporación de organismos genéticamente modificados o la clonación (por mencionar algunos) incorporan y reavivan el debate sobre el riesgo . El escenario actual es el de sociedades que se sienten amenazadas a una escala planetaria, en un marco de tensiones que, obviamente, van más allá de lo estrictamente tecnológico y científico.

- La participación se justifica en un sistema democrático. Los ciudadanos tiene derecho de participar en las decisiones colectivas que afecten su vida personal y su entorno, incluidas las que tiene que ver con la ciencia y la tecnología, puesto que estas consumen recursos públicos y afectan a la sociedad (Olivé, 2007, p. 117). Si son los ciudadanos quienes deben financiar con sus impuestos los recursos de la ciencia y tecnología, es apenas esperable que puedan participar en el direccionamiento del sistema, de manera que se redunde en la solución de los problemas considerados prioritarios dentro de las sociedades. En el mismo sentido, si los grupos sociales son afectados por los riesgos que producen la ciencia y la tecnología, su participación no debe limitarse solamente a mitigar los impactos de la ciencia y la tecnología, sino también a participar en las decisiones sobre cómo regularlas (Lozano, 2009).
- Porque los juicios de los no expertos suelen ser tan razonables y pertinentes como los de los expertos. En muchas ocasiones, la complejidad de los problemas abordados hacen de la integración de diversos conocimientos y saberes una forma de mejorar sustancialmente la evaluación técnica. Para la gobernanza de los asuntos públicos relacionados con la ciencia y la tecnología es en general técnicamente conveniente (y posiblemente necesario en casos particulares) crear oportunidades de participación en tanto que extensiones epistémicas (López Cerezo, 2007, p.134).
- Por el carácter social y cultural del conocimiento científico, que hace que se encuentre tan influido por intereses y valores tanto como lo puede estar otro tipo de práctica social. La participación pública se convierte en un mecanismo a través del cual se regula el sistema científico y tecnológico frente a la influencia de intereses particulares, económicos o políticos (Lozano, 2009, p.188).
- Por la importancia de la participación como estrategia para evitar la resistencia social frente a temáticas sensibles a la opinión pública, para restaurar la confianza en las instituciones científicas, las empresas o el estado y como garantía de calidad de la ciencia misma (López Cerezo, 2007, p.138; Funtowics & Strand, 2007, p.108).

A lo largo de los últimos años, existen algunas iniciativas particulares (que han ido extendiéndose) en las que se ha tenido como propósito generar un diálogo público y la participación de los ciudadanos, por ejemplo se tiene las conferencias de consenso, los jurados de ciudadanos, las votaciones por opinión deliberativa o los talleres de discusión de escenarios. En gran parte de ellos, los ciudadanos pueden aportar perspectivas para considerar en ciertos problemas científico-técnicos (por ejemplo, la investigación con células madre, los alimentos genéticamente modificados, los problemas ambientales). Como lo señala Blok (2007) las conferencias de consenso pueden ser vistas como iniciativas que se contraponen a mecanismos simples de divulgación o comunicación de la ciencia, ya que en ellas que se trabajan las *virtudes cívicas* (con unos ciudadanos más activos, cooperativos); las *virtudes de los gobiernos* (por la mejora de la legitimidad de las decisiones) y las *virtudes cognitivas* o epistémicas (articulando diferentes perspectivas y saberes).

Por supuesto podemos decir que los ejemplos anteriores podrían considerarse como ideales, y como tal, no siempre pueden lograrse, sobre todo para países como el nuestro donde no existe una política de participación bastante robusta. Sin embargo, la idea básica para todos ellos es que son cada vez más deseables y necesarias las relaciones más activas, abiertas y democráticas entre la ciencia y los ciudadanos. Esta manera involucra, necesariamente, la redefinición y algunos retos en algunas de las estrategias a través de las cuales opera la divulgación de la ciencia.

4.3.2. Algunos retos para la divulgación de la ciencia

El primer aspecto consiste en considerar que la divulgación tiene una *responsabilidad social* al proponer y generar algunas de las dinámicas revisadas en la sección anterior. Como hemos visto, a lo largo del trabajo hacer una reflexión y análisis de la ciencia y la tecnología puede ayudar a detectar los supuestos con los que se considera se elabora el conocimiento, pero también una serie de elementos sobre cómo se divulga o comunica el conocimiento. Podemos decir que sobre ese aspecto hay una visión que ha dominado la divulgación de la ciencia caracterizada por: una vinculación vertical (del científico o divulgador hacia el público) para transmitir ese conocimiento y contemplar una serie de propósitos cuyas metas son la apreciación por la ciencia para motivar e interesar a los ciudadanos. Sin embargo, la consideración para asumir esa responsabilidad radica en comprender y articular una *visión participativa* para la divulgación con la que se pueda acercar a promover una diversidad de respuestas a nuevas maneras en las que se produce el conocimiento, en las que intervienen diversos actores, para contribuir a una crítica que lleve a una reflexión sobre el tipo de sociedades que queremos. Se trata de dejar de lado la idea de una ciencia buena *per se* y los “modelos de déficit” de comunicación asociados para pensar en una dinámica que considere las diferentes formas de conocimientos y la historicidad de los modos de circulación y apropiación del conocimiento científico.

Lograr generar la responsabilidad anterior podría ayudar a realizar una revisión de las cuestiones éticas que se desprenden de la actividad de divulgar. Consideramos que esas cuestiones no deben ser evaluadas y garantizadas exclusivamente por el supuesto “reparto” y “distribución del saber o conocimiento”, que se pretende hacer con la actividad, ni por la manera en la que se introducen algunas nociones sobre el riesgo (que la gran mayoría de divulgadores los señalan como los impactos de la ciencia y la tecnología) y los procesos en los que trabaja la ciencia en los mensajes fabricados y después puestos en los medios tradicionales de comunicación, sino en la aceptación de que se debe generar una apertura y un diálogo a otros saberes y a otros grupos sociales para generar una auténtica participación en asuntos relacionados con la ciencia y la tecnología. No

se pretende generar de inmediato una nueva visión en que todos los comunicadores deban trabajar sobre ella, pero sí representa un alejamiento de las maneras convencionales de trabajar hacia una mayor reflexión crítica sobre la relación entre la política, las prioridades institucionales y una más amplia concepción de bienestar social y de justicia.

Debe contemplarse que cuando se hace divulgación o se reflexiona sobre la actividad, y esa reflexión se plasma en un libro o medio de comunicación, emerge un aspecto político que se articula con los sistemas de ciencia y tecnología. Hemos visto que todas esas reflexiones están compuestas de ciertas concepciones que tienen que ver con las maneras en las que piensas la ciencia y la tecnología, el papel que se le da a ésta, pero también como se piensa la comunicación y ciertas ideas de ciudadano. El reto es dejar a un lado ciertas ideas ingenuas sobre el papel de la comunicación, ya que hemos visto que ella forma parte del entramado, por un lado de los sistemas científicos y tecnológicos (en donde el divulgador también forma parte) y de la generación de conocimiento.

Otro aspecto que amerita revisión es el hecho de que el concepto mismo de divulgación de la ciencia debe ser un tema de discusión constante. Sin bien los conceptos de comunicación, popularización, difusión y divulgación siguen usándose para hacer referencia para alcanzar objetivos comunes, algunos están perdiendo uso y otros están generando nuevas perspectivas de discusión y análisis. Creemos que quedarse solamente en el término “divulgación” puede tener algunos riesgos, los principales estarían contemplados dentro de la primera y segunda visión de la ciencia que abordamos en este trabajo. Con se podrían tener una visión de la ciencia caracterizada con algunos elementos históricos y algunas explicaciones de los procesos por los que se genera el conocimiento científico. Sin embargo, una adecuada revisión del término permitiría abrir más el camino para conocer otras experiencias en el campo y para comprender y emprender otras investigaciones. La pertinencia de la apertura, nuevamente, permitiría incluir o no incluir a otros actores y no solamente a los responsables de la mediación entre los científicos y los públicos.

Asimismo, confirmamos que muchos de los temas tratados a lo largo del presente trabajo deben tener en cuenta a la formación de divulgadores de la ciencia. Sobre este aspecto es importante decir que es dentro de esa formación no solamente se debe tratar de ampliar las visiones de la ciencia y la tecnología con un acercamiento a los estudios sociales para comprender los procesos con los que se genera el conocimiento, sino de colocar al divulgador como un sujeto activo que tome conciencia de que también él forma parte de la creación de ese conocimiento. Frente a las imágenes y visiones planteadas en los Capítulos 2 y 3, considero que se deben plantear otras posibilidades de comunicación donde el “divulgador” tenga una posibilidad de *interacción y gestión*, en la creación de espacios comunes, en la que diversos actores generen un flujo de información y conocimientos, donde los problemas sean considerados bajo diversas perspectivas y donde los valores y condicionantes políticos son adecuadamente resaltados.

Conclusiones

Los estudios filosóficos y sociales sobre la ciencia y la tecnología, actualmente hacen que no se pueda sostener una imagen simple de la ciencia y la tecnología, provocando la desmitificación de ciencia, que se nos presenta como una empresa con carácter esencialmente social a la que no cabe solamente atribuirle caracteres epistemológicos especiales ni privilegios éticos o políticos. Como hemos visto, a diferencia de las dos primeras visiones de divulgación (Capítulo 2 y 3), que instruyen al público con “buena ciencia”, la tercera debe animar a los divulgadores, científicos y sociedad a tener una mirada más crítica, pues la tarea debe ser más de discusión y diálogo e incorporación de otro tipo de intereses y valores no pertenecientes exclusivamente al quehacer científico.

A lo largo de la revisión de los textos producidos por divulgadores se pudo detectar una acusada opinión que está marcada por la búsqueda de los propósitos y objetivos de la divulgación de la ciencia y, sobre todo, una defensa hacia la actividad. Ello se aprecia principalmente en los intentos por querer articular la divulgación de la ciencia con otros sectores como el educativo y el de la investigación, pero en la mayoría de la veces no hay un sustento adecuado para fijar ciertas posturas. Una explicación que se puede obtener de ello es que probablemente esto se deba a que todavía existe una serie de preocupaciones por legitimar la actividad para convertirla en una actividad académica de hecho y de derecho. En este sentido se intenta proponer a divulgadores de la ciencia a considerar esos debates para continuar impulsando el desarrollo de la investigación de la divulgación.

Es muy frecuente asignarle a la divulgación de la ciencia la función de asegurar una mediación entre quienes saben y quienes no saben, actuar como enlace para recrear el lenguaje científico a uno común. Considero que esos divulgadores han inventado una visión de su propia actividad únicamente definida en relación con la ciencia y los procesos de comunicación de conocimiento que se imaginan (en este caso unas *visiones dominante y contextual de la comunicación*) y no en relación con los públicos o grupos a los que se dirigen. En muchas ocasiones se

consideran a estos últimos como grupos no muy bien definidos o como simples receptores de los mensajes. Pareciera que la divulgación de la ciencia, en algunos momentos, es vista como una actividad de relaciones públicas entre la comunidad científica y el público, estando en medio el divulgador para mostrar las obras que los científicos son capaces de producir.

Una de los aspectos importantes de este trabajo es mostrar, como se ha hecho principalmente a lo largo de los Capítulos 3 y 4, los cuestionamientos que se le han realizado a la separación entre expertos y legos. Las perspectivas que cuestionan esa separación defienden que es cada vez más difícil la distinción clara entre productores (expertos) y legos (ciudadanos) del conocimiento. Además tienen en común una imagen de la ciencia y la tecnología que se basa en el reconocimiento de una diversidad de configuraciones frente a ciertas problemáticas, planteando la necesidad de considerar la participación como un proceso de negociación de saberes y significados. Por tal motivo considero que para lograr generar una *visión participativa en la comunicación* se tiene que reconocer que el conocimiento científico no es el único conocimiento que se debe articular con otros conocimientos para generar algunos de los espacios comunes de discusión y diálogo mencionados al final del Capítulo 4; en las nuevas formas de producción las industrias, empresas, gobiernos, organizaciones ambientales y no gubernamentales se han establecido también como fuentes legítimas y proveedores de ese conocimiento.

Como consecuencia de lo anterior, es importante la creación de nuevas formas y estrategias de comunicación para establecer, e ir construyendo de forma práctica, procesos de participación que reconozcan la diversidad de perspectivas. Bajo ese presupuesto, la implantación implicaría una apertura para aceptar que el juicio de los expertos no está exento de juicio de valor, y que, por lo tanto, si se busca la ampliación de las bases democráticas de la sociedad, se requiere de políticas y prácticas que sean portadoras de la diversidad de valores que hacen presencia en la sociedad.

Bibliografía

Andoni, A., & Galán, C. (2004). *La tecnociencia y su divulgación: un enfoque transdisciplinar*. Barcelona: Anthropos Editorial.

Barnes, B., & Bloor, D. (1982). *Relativism, Rationalism and the Sociology of Knowledge*.

Bauer, Martin; Allum, Nick; Miller, Steve. (2007). What can we learn from 25 years of PUS survey research? Liberating and expanding the agenda. *Public Understanding of Science*(16), 79-85.

Beck, U. (2008). *La sociedad de riesgo mundial. En busca de la seguridad perdida*. Barcelona: Paidós.

Bensaude-Vincent, B. (1998). Los sabios y los otros. *Diógenes*, 117-133.

Bensaude-Vincent, B. (2001). A genealogy of the increasing gap between science and the public. *Public Understanding of Science*, 99-113.

Biro, S. (2003). Historia de la Ciencia para divulgadores. En J. Tonda, A. M. Sánchez, & N. Chávez (Edits.), *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México* (págs. 32-37). México, D.F: DGDC- UNAM.

Blok, A. (2007). "Experts on public trial: on democratizing expertise through a Danish consensus conference. *Public Understanding of Science*, 16(2), 163-182.

Bloor, D. (1991). *Knowledge and Social Imagery*. Chicago: Routledge, 1976; 2nd edition Chicago University Press, 1991.

Bonfil, M. (2002). Los derechos del divulgador. En *Antología de la divulgación de la ciencia en México* (págs. 38-44). México, D.F: DGDC- UNAM.

Bourges, H. (2002). Algunas reflexiones sobre la divulgación de la ciencia. En J. Tonda, A. M. Sánchez, & N. Chávez (Edits.), *Antología de la divulgación de la ciencia en México* (págs. 46-47). México, D.F: DGDC, UNAM.

Bucchi, M. (2008). Of deficits, deviations and dialogues: theories of public communication of science. En M. Bucchi, & B. Trench (Edits.), *Handbook of public communication of science and technology* (págs. 57-76). New York: Routledge.

Burgos, E. (2002). Ana Karenina y la fotosíntesis. En J. Tonda, A. M. Sánchez, & N. Chávez (Edits.), *Antología de la divulgación de la ciencia en México* (págs. 56-60). México, DF: DGDC- UNAM.

Burns, T., O'Connor, D., & Stocklmayer, M. (2003). Science Communication: A Contemporary Definition. *Public Understanding of Science*, 12, 183- 202.

Callon, M. (2001). Cuatro modelos de dinámica de la ciencia. En A. Ibarra, & J. A. López Cerezo (Edits.), *Desafíos y tensiones actuales en ciencia, tecnología y sociedad* (págs. 27- 68). Madrid: Biblioteca Nueva- OEI.

Chávez, I. (2008). *¿Cómo surge Universum? Tesis de licenciatura en Historia-UNAM*. México, DF. .

Cloître, M., & Shinn, T. (1985). Expository practice: social, cognitive and epistemological linkages. En T. Shinn, & R. Whitley (Edits.), *Expository Science. Forms and Functions of Popularization* (págs. 31-60). Reidel .

de Régules, Sergio. (2002). Objetivo: la alberca. En J. Tonda, A. M. Sánchez, & N. Chávez (Edits.), *Antología de la divulgación de la ciencia en México* (págs. 273-279). México, DF: DGDC-UNAM.

Durant, J. (October de 1999). Participatory technology assessment and the democratic model of the public understanding of science. *Science and Public Policy*, 26(5), 313- 319.

Echevarría, J. (2003). *La revolución tecnocientífica*. Madrid: FCE.

Estrada, L. (2002). La divulgación de la ciencia. En J. Tonda, A. M. Sánchez, & N. Chávez (Edits.), *Antología de la divulgación de la ciencia en México* (págs. 138-151). México, DF: DGDC- UNAM.

Estrada, L. (2003). *La divulgación de la ciencia: ¿educación, apostolado o...?* (L. Estrada, Ed.) México, D.F: DGDC- UNAM.

Estrada, L. (2010). Presentación. En *Ciencia y Cultura. Reflexiones sobre dos temas inagotables* (págs. 10-12). México, D.F: DGDC- UNAM.

Felt, U. (2000). Why should the public "understand" science? A historical perspective on aspects of the public understanding of science. En M. Dirkes, & C. von Grote (Edits.), *Between Understanding and Trust. The public, science and technology*. (págs. 4-26). Londres: Routledge.

Fierro, J. (2002). La divulgación de la ciencia. En J. Tonda, A. M. Sánchez, & N. Chávez (Edits.), *Antología de la divulgación de la ciencia en México* (págs. 158-168). México, DF: DGDC-UNAM.

Fourez, G. (2000). *La construcción del conocimiento científico*. Madrid: Narcea.

Funtowicz, S., & Ravetz, J. (2000). *La ciencia posnormal. Ciencia con la gente*. Buenos Aires: Icaria.

Funtowicz, S., & Strand, R. (Abril de 2007). De la demostración experta al diálogo participativo. *Revista CTS*, 97-113.

- Gibbons, M., Limoges, C., & Nowotny, H. (1994). *The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies*. Londres: Sage .
- Golinski, J. (1998). *Making Natural Knowledge. Constructivism and the History of Science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hilgartner, Stephen. (1990). The dominant view of popularization: conceptual problems, political uses. *Social Studies of science*, 20, 519-539.
- Ibarra, A. (2003). El universo de la ciencia y la tecnología. En *Cuestiones éticas en ciencia y tecnología en el siglo XXI* (págs. 25-112). Madrid: Biblioteca Nueva- OEI.
- Ibarra, A., & López Cerezo, J. A. (2001). *Desafíos y tensiones actuales en Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Madrid: Biblioteca Nueva y OEI.
- Irwin, A. (1994). Science and its publics: continuity and change in the risk society. *Social Studies of Science*, 24, 168-184.
- Irwin, A. (1995). *Citizen Science: A Study of People, Expertise and Sustainable Development*. Routledge.
- Irwin, A., & Michael, M. (2003). *Science, social theory and publi knowledge*. Maidenhead · Philadelphia: Open University Press.
- Ísita, R. (2002). Divulgación persuasiva de la ciencia. En J. Tonda, A. M. Sánchez, & N. Chávez (Edits.), *Antología de la divulgación de la ciencia en México* (págs. 211-221). México, DF: DGDC- UNAM.
- Jasanoff, S. (1990). *The Fifth Branch: Science Advisers as Policymakers*. Harvard University Press.
- Jasanoff, S. (2003). Technologies of humility: citizen participation in governing science. (K. A. Publishers, Ed.) *Minerva*(41), 223-244.
- Jasanoff, S. (2004). *States of Knowledge: The Co-production of Science and Social Order*. London: Routledge.
- Jasanoff, S. (2005). *Designs on Nature. Science and Democracy in Europe and the United States*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Kuhn, T. (2004). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: FCE.
- Kunh, T. (1996). *La tensión esencial. Estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia*. México, D.F: FCE.
- Latour, B., & Woolgar, S. (1995). *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*. Madrid: Alianza.

- Lewenstein, B. (1995). From Fax to Facts: Communication in the Cold Fusion. *Social Studies of Science*, 25, 403-436.
- Lewenstein, B. (1995). Science and the media. En S. Jasanoff (Ed.), *Handbook of Science and Technology* (págs. 343-359). Thousand Oaks, CA: SAGE.
- López Beltrán, C. (2002). Fronteras: sobre el lenguaje común y el lenguaje científico. En J. Tonda, A. M. Sánchez, & N. Chávez (Edits.), *Antología de la divulgación de la ciencia en México* (págs. 227-237). México, DF: DGDC- UNAM.
- López Beltrán, C. (2010). Conversaciones con Luis Estrada. O de la malla con que se enhebran las ciencias en la cultura. En *Ciencia y Cultura. Reflexiones sobre dos temas inagotables* (págs. 13-19). México, D.F: DGDC- UNAM.
- López Cerezo, J. A. (2003). Ciencia, tecnología y sociedad. En *Cuestiones éticas en ciencia y tecnología en el siglo XXI* (págs. 113-158). Madrid: Biblioteca Nueva-OEI.
- López Cerezo, J. A. (Abril de 2007). Democracia en la frontera. *Revista CTS*, 3(8), 127-142.
- López Cerezo, J. A., & Luján, J. L. (2000). *Ciencia y política del riesgo*. Madrid: Alianza.
- Lozano, M. (2005). *Programas y experiencias en popularización de la ciencia y la tecnología*. Bogotá, Colombia: Convenio Andrés Bello.
- Lozano, M. (2009). La percepción social del conflicto y de la participación pública en ciencia y tecnología . En *Percepciones sobre la ciencia y la tecnología en Bogotá*. Bogotá: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.
- Luján, H. (1997). *El Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia y sus antecedentes (una experiencia de comunicación de la ciencia en UNAM 1970-1986)*. Tesis de licenciatura en biología- UNAM. México, DF.
- Méndez, M. (2002). La cultura científica, base de un nuevo humanismo. En J. Tonda, A. M. Sánchez, & N. Chávez, *Antología de la divulgación de la ciencia en México* (págs. 262-267). México, D.F: DGDC-UNAM.
- Miller, J. (1983). Scientific Literacy: a Conceptual and Empirical Review. *Daedalus*(Spring), 29-48.
- Miller, J. (1992). Towards a Scientific Understanding of the Public Understanding of Science and Technology. *Public Understanding of Science*(1), 23-30.
- Miller, J. (1998). The Measurement of Civic Scientific Literacy. *Public Understanding of Science*(7), 203-224.
- Nowotny, H., Scott, P., & Gibbons, M. (2001). *Re-Thinking Science. Knowledge and the Public in an*. Cambridge: Polity Press.

- Olivé, L. (2000). *El bien, el mal y la razón*. México, D. F: Paidós- UNAM.
- Olivé, L. (2007). *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento*. México, D.F. : FCE.
- Pérez Ransanz, A. R. (2000). *Kuhn y el cambio científico*. México, D.F: FCE.
- Reynoso, E. (2002). La cultura científica y la comunidad de divulgadores de la ciencia y la técnica. En J. Tonda, A. M. Sánchez, & N. Chávez (Edits.), *Antología de la divulgación de la ciencia en México* (págs. 280-289). México, D.F: DGDC-UNAM.
- Roqueplo, P. (1983). *El reparto del saber. Ciencia, cultura, divulgación*. Buenos Aires: Gedisa.
- Royal Society. (1985). *The Public Understanding of Science*. Londres: Royal Society.
- Sánchez, A. M. (2002). El bestiario de los divulgadores. En J. Tonda, A. M. Sánchez, & N. Chávez (Edits.), *Antología de la divulgación de la ciencia en México* (págs. 302-308). México, DF: DGDC- UNAM.
- Shapin, Steven, Schaffer, & Simon. (1985). *Leviathan and the Air-Pump*. Princeton University Press.
- Society, T. R. (1985). *The public understanding of science: report of the Royal Society's*. Londres.
- Sturgis, P., & Allum, N. (2004). Science in Society: Re-Evaluating the Deficit Model of Public Attitudes. *Public Understanding of Science*, 13, 55-74.
- Tonda, J. (2002). ¿Qué es la divulgación de la ciencia? En *Antología de la divulgación de la ciencia en México* (págs. 325-333). México, D.F: DGDC- UNAM.
- Tonda, J., Sánchez, A. M., & Chávez, N. (Edits.). (2002). *Antología de la divulgación de la ciencia en México*. México, D.F: DGDC- UNAM.
- Wynne, B. (1995). Public Understanding of Science. En S. Jasanoff (Ed.), *Handbook of Science and Technology Studies*. (págs. 361-388). Thousand Oaks, California: SAGE.
- Wynne, B. (1992). Misunderstood misunderstanding: social identities and public uptake of science. *Public Understanding of science*, 281-305.
- Wynne, B. (1992). Public Understanding of Science Research: new horizons or hall mirrors? *Public Understanding of Science*, 37-43.

Wynne, B., & Felt, U. (2007). *Taking the European Knowledge Society seriously. Report of the Expert Group on Science and Governance to the Science, Economy and Society Directorate, Directorate-General for Research*. Comisión Europea.

Zamarrón, G. (2002). Divulgación de la ciencia. Un acercamiento. En J. Tonda, A. M. Sánchez, & N. Chávez (Edits.), *Antología de la divulgación de la ciencia en México* (págs. 343-352). México, DF: DGDC-UNAM.

Ziman, J. (1972). *El conocimiento público*. México, D.F: FCE.