

Esta obra se encuentra disponible en Acceso Abierto para copiarse, distribuirse y transmitirse con propósitos no comerciales. Todas las formas de reproducción, adaptación y/o traducción por medios mecánicos o electrónicos deberán indicar como fuente de origen a la obra y su(s) autor(es).

Se debe obtener autorización de la Universidad Veracruzana para cualquier uso comercial.

La persona o institución que distorsione, mutile o modifique el contenido de la obra será responsable por las acciones legales que genere e indemnizará a la Universidad Veracruzana por cualquier obligación que surja conforme a la legislación aplicable.

UNIVERSIDAD VERACRUZANA

Raúl Arias Lovillo

Rector

Porfirio Carrillo Castilla

Secretario Académico

María Antonieta Salvatori Bronca
Secretaria de Administración y Finanzas

Agustín del Moral Tejeda

Director General Editorial

INTRODUCCIÓN
A LA
COMUNICACIÓN
E S C R I T A
DE ▸ LA ▸ CIENCIA

ANA MARÍA SÁNCHEZ MORA

UNIVERSIDAD VERACRUZANA

XALAPA, VER., MÉXICO

2010

Clasificación LC: Q223 S265 2010
Clasif. Dewey: 501.4
Autor: Sánchez Mora, Ana María
Título: Introducción a la comunicación escrita de la ciencia /
Ana María Sánchez Mora.
Edición: 1a ed.
Pie de imprenta: Xalapa, Ver., México : Universidad Veracruzana, 2010.
Descripción física: 205 p. ; 26 cm.
Series: (Quehacer científico y tecnológico)
Nota bibliografía: Bibliografía: p. 195-205.
ISBN: 9786075020112
Materias: Comunicación científica.
Divulgación científica.

DGBUV 2010/25

Primera edición, mayo 2010
© Dirección General Editorial
Hidalgo 9, Centro, Xalapa, Veracruz, México
Apartado postal 97, CP 91000
diredit@uv.mx
Tel/fax (228) 8185980; 8181388

ISBN: 978-607-502-011-2

Impreso en México
Printed in Mexico

CONTENIDO

Preámbulo 11

.1.

LA NOCIÓN DE COMUNICAR LA CIENCIA

¿Qué es la divulgación? 21

En busca de una definición 21

Información y contexto 24

Lo que *no* es la divulgación 27

La divulgación no es enseñanza formal de la ciencia 28

La divulgación no es una traducción literal 30

La divulgación no es únicamente diversión, utilidad o apostolado 32

Los objetivos de la divulgación 34

Apreciación pública de la ciencia 35

Fomento de la cultura científica 37

Instrumento de participación ciudadana 40

Importancia de la divulgación 43

.2. LA EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DIVULGAR

El origen de la divulgación 47

El crecimiento de la empresa científica 49

Ciencia y razonamiento cotidiano 50

El lenguaje científico 53

Evolución y diversidad de la divulgación 58

Etapas históricas 59

Los medios de comunicación 65

Escuelas y tradiciones 67

La divulgación en México 69

Experiencias mexicanas en la divulgación escrita 73

Cuatro siglos contra la superstición 73

Evolución del estilo en *Naturaleza* 76

.3. MÉTODOS Y RECURSOS

Los criterios en la divulgación de la ciencia 81

El público 82

Los temas 87

Los diferentes niveles 89

Decisiones complicadas 94

La recreación 96

La divulgación, discurso secundario pero autónomo 96

La creatividad 100

Los clásicos 102

Divulgación y literatura 107

¿Existe un método para hacer divulgación? 109

Consejos generales 110

Recetarios 112

La divulgación como objeto de investigación	115
La reflexión sobre el quehacer	116
Investigación mexicana sobre la divulgación	118
Temática y patrones de investigación	119
¿Qué sentido tiene investigar la divulgación?	122

.4.

PROBLEMAS DE LA DIVULGACIÓN

La fidelidad al concepto científico	127
Analogías y metáforas	128
Las metáforas y los medios	132
Analogías y modelos	134
Los límites del lenguaje metafórico	136
Confusiones en torno a lo <i>literario</i> de la divulgación	138
La narrativa como recurso	138
Narrativa y ficción	142
¿Es literatura la divulgación?	148
Intención y marcas delatoras	152
Entonces, ¿cómo leer la divulgación?	157
El ambiente cultural	160
La ciencia que no tenemos	160
La confusión ciencia-tecnología	162
La seudociencia	165
Los medios masivos	167
La guerra de las ciencias	172
Retos profesionales del divulgador	175
La vocación	176
El oficio	178
La profesionalización	181
Divulgación y ética profesional	184
La evaluación	185
Recapitulación	193
Bibliografía	195

PREÁMBULO

En el transcurso de casi cuatro décadas, la divulgación de la ciencia en México pasó de ser un “voluntariado social” a una profesión (en el sentido de un oficio ejercido habitualmente y por el que se cobra) de tiempo completo. Nadie pone en duda ahora la importancia de la labor; y aunque la discusión sobre qué es la divulgación, y por tanto quién la ejerce, sigue vigente, la preocupación actual ya no es el exiguo número de divulgadores ni la esporádica presencia divulgatoria en los medios. Ya no se deplora la carencia de textos básicos productos del análisis de la divulgación ni la ausencia de capacitación formal. Sin importar las circunstancias, no es válido hoy pretender que el divulgador se pueda (deba) improvisar. El tema presente es la profesionalización (entendida en su acepción de *la competencia al ejercer un oficio por oposición al aficionado*), que es inseparable de la calidad, y la academia está a la caza de parámetros que le permitan evaluarla. En nuestro país (y en general, en América Latina y algunos países europeos) la divulgación como labor continúa mayoritariamente asociada a las instituciones de enseñanza superior; en otros lugares ocurre la figura del comunicador de la ciencia independiente (un periodista o un escritor asociado con un científico). Entre ambas situaciones está el científico que divulga, de añeja tradición.

Steve Fuller, en su artículo “Communication should not be left to scientists”, se preocupa de que la profesionalización de los divulgadores parece estar capitaneada por miembros de otras profesiones. El número de programas de posgrado en comunicación de la ciencia va en aumento, y ya se publican manuales y códigos de conducta profesional con consejos (las más de las veces poco novedosos); lo que sorprende a Fuller es que posgrados y textos no estén dirigidos a los comunicadores de la ciencia por divulgadores de tiempo completo.

La explicación de Fuller es muy interesante: ese es un patrón familiar en la historia de las profesiones “mediadoras”. Usualmente los miembros de una profesión ya establecida tratan de formular, en términos de sus propios intereses, los objetivos de las nuevas profesiones relacionadas. Por ejemplo, los médicos han tratado de establecer códigos para el ejercicio de la enfermería, así como ahora los científicos intentan establecerlos para la comunicación de la ciencia.

La historia de la enfermería, a decir del autor, contiene una valiosa lección para los divulgadores. A los ojos del público, el perfil profesional de las enfermeras se elevó conforme los médicos se fueron especializando más. Esto condujo a que los miembros más pujantes de la profesión mediadora ocuparan el papel antes cubierto por el “médico general” de la profesión establecida: suficientemente familiarizado tanto con un amplio espectro del conocimiento del especialista como con las necesidades particulares de los usuarios del servicio.

El papel de los mediadores no es fácil; la idea de los divulgadores como “practicantes generales” de la ciencia ha generado conflictos con los científicos profesionales, para muchos de los cuales la ciencia divulgada es desvirtuada; a su vez, debido a su desconocimiento de los medios y del público, los científicos reciben como respuesta a sus esfuerzos el título del artículo de Fuller. Y no es éste el único conflicto. Los divulgadores se enfrentan también a dos obstáculos mayúsculos: la “guerra de las ciencias” y el advenimiento de una “tercera cultura”.

Tradicionalmente, durante una buena parte de la mitad del siglo XX, tras la sorpresa post-Sputnik, en los programas de comunicación de la ciencia habían participado científicos cuya motivación era hacer “relaciones públicas”, es decir, programas destinados a difundir los beneficios de la ciencia ocultando su lado negativo. Sin embargo, a partir de la década de 1970, tras la instauración de un clima de escepticismo hacia la ciencia, en parte político y en parte propiciado por la crítica proveniente de los estudios de la ciencia (Science Studies; Ciencia, Tecnología y Sociedad, CTS), se empezó a cuestionar la responsabilidad social de la empresa científica financiada por los propios ciudadanos. En un principio, la mayoría de los científicos tomaron las críticas con cierta indiferencia y continuaron haciendo lo que siempre habían hecho en materia de comunicación.

Pero en los años noventa, el desencanto del público por la ciencia llegó a un punto culminante: los activistas a favor de los derechos de los animales empezaron a atacar laboratorios de investigación; los fondos para hacer ciencia a lo grande, como el proyecto del supercolisionador

superconductor y la carrera espacial, se vieron drásticamente reducidos. Entonces se desató un severo contraataque, con los críticos de la ciencia en la mira. Una amplia coalición de científicos se movilizó en defensa de la ciencia mediante una serie de programas muy publicitados y bien financiados. “La ciencia está siendo seriamente amenazada por los que trabajan en los estudios sobre ciencia y tecnología”, se decía; “la crítica a la ciencia es una tontería y la mayor parte de los críticos son unos charlatanes”. Se declaró así la “guerra de las ciencias” entre científicos naturales y sociales. Pero independientemente de lo razonable o no de las distintas posturas, lo que estaba a discusión era el poder y la autoridad, así como la carga de valores, de la ciencia. La ira de la institución científica, el *establishment*, fue desatada por la impresión de que la tradicional autoridad de la ciencia se estaba adelgazando rápidamente, que la legitimidad de la ciencia como única ruta a la objetividad y a la verdad estaba dañada sin remedio, y que la naturaleza y los valores hegemónicos de la ciencia habían quedado expuestos. De todo esto surgió en los círculos científicos una profunda preocupación por lograr la aceptación popular, preocupación que, finalmente, derivó en un beneficio social.

El movimiento para la Public Understanding of Science (PUS, comprensión pública de la ciencia) surgió justamente en los noventa del siglo pasado, abanderado por el propio *establishment*, y recibió gran apoyo financiero de instituciones de investigación y agencias gubernamentales de todo el orbe; se basa principalmente en la suposición de que si el público tiene una mejor comprensión de la naturaleza y de los métodos de la ciencia, tendrá mayor respeto tanto por la ciencia como por los científicos. Se establecieron cátedras PUS en Inglaterra y Estados Unidos, asignadas usualmente a los científicos más convencidos de la bondad de la ciencia; se le dio alta prioridad y generoso patrocinio a la investigación sobre comunicación de la ciencia. Para los divulgadores mexicanos de la década de 1980, esta fue la corriente privilegiada, el modelo a seguir, donde la comunicación es unidireccional: desde los expertos hacia los legos. A este esquema se le conoce ahora como “modelo de déficit”; se basa en la idea de que la gente no conoce de ciencia, y que la labor fundamental de la popularización es llevarle los conocimientos científicos de manera que puedan ser comprendidos.

El movimiento contrario surgido poco después, la Communication Scientificque Publique (CSP), de origen francés y adoptado en España como “comunicación científica pública”, se inclina por completo a la democratización del conocimiento y al empoderamiento de los ciudadanos en materia científica y tecnológica, a modo de que participen en

los debates y en la toma de decisiones sobre cuestiones vitales; en esta visión los críticos de la ciencia tienen mucha influencia, y se ha nutrido de algunas corrientes de la filosofía de la ciencia. Ya no hay expertos y legos: se propone un “diálogo de saberes”. En nuestro país, esta corriente ha ido desplazando en gran medida a la otra, por diversas razones que abordaremos en su momento.

Tanto la PUS como la CSP, aunque en principio difieren en sus motivaciones, cobijan un continuo de posturas y actividades: publicistas y agentes de relaciones públicas de la ciencia; profesores creyentes en la posibilidad de que la gente adquiera una cultura científica; sociólogos y filósofos convencidos de las bondades de la repartición del saber; comunicólogos en busca de campos temáticos menos trillados que los deportes; científicos auténticamente interesados en que el público ame la ciencia, y que desean entablar un verdadero diálogo con él. A los científicos se les anima para que adquieran habilidades comunicativas para poder dirigirse al público; los periodistas son exhortados a reportar la ciencia con mayor precisión y amplitud. Y los divulgadores se han vuelto vehículos para “renegociar el contrato social de la ciencia con el público”. En *Programas y experiencias en popularización de la ciencia y la tecnología*, Mónica Lozano sintetiza algunas de las premisas de este nuevo intercambio; menciona cómo tras la vigencia, durante la mayor parte de la segunda mitad del siglo XX en Occidente, de un modelo lineal para el desarrollo de ciencia y tecnología que va desde la investigación básica hasta la innovación tecnológica y el subsecuente bienestar social, se han planteado profundas revaluaciones y surge un nuevo modelo de producción de conocimiento, un nuevo contrato social donde se considera no sólo qué tipo de conocimiento se produce, sino también cómo se produce, su contexto, cómo se organiza, las recompensas que ofrece y sus mecanismos de control de calidad: “la responsabilidad social permea el proceso de producción social del conocimiento”. Ya la divulgación no es como antes: ahora implica un creciente compromiso profesional.

El ambiente cultural también ha cambiado de un tiempo acá. En *The Third Culture*, John Brockman explica que ésta comprende a los científicos y pensadores que están ocupando el lugar de los intelectuales tradicionales (literatos y humanistas) respecto a las cuestiones humanas más trascendentes. Lo que típicamente se ha llamado “ciencia” se ha vuelto hoy “cultura pública”: “La ciencia es la única noticia, la única fuente de cambio, y está alterando el mundo irreversiblemente”.

Con la publicación de *The Two Cultures* en 1959, C. P. Snow hizo notar que los literatos y humanistas se consideraban a sí mismos “los

intelectuales”, excluyendo a los científicos. Esto se debía en parte a que estos últimos no hacían mucho caso de las implicaciones culturales de su propio trabajo; por otro lado, aunque muchos científicos eminentes también escribían libros para el público general, su calidad de “hombres de letras” era ignorada por los autoproclamados intelectuales, y el valor y la importancia de las ideas publicadas permanecían invisibles porque la ciencia no era un tema de interés para los medios de entonces.

En una edición posterior (1963), Snow añadió un nuevo ensayo, “The two cultures and a second look”, donde pronosticaba el surgimiento de una “tercera cultura” que cerraría la brecha de comunicación entre los literatos-humanistas y los científicos. Brockman tomó prestada la frase de Snow a sabiendas de que ésta no describe la tercera cultura que predijo: los intelectuales literarios *no* se están comunicando con los científicos, sino que los científicos se están comunicando *directamente* con el público general. Los nuevos pensadores procuran evitar al intermediario e intentan expresar sus pensamientos más profundos en una forma accesible al público lector inteligente.

Los recientes éxitos editoriales de libros de divulgación de altura sólo han sorprendido a los intelectuales de viejo cuño quienes, según Brockman, pretenden que estos libros son anomalías, que son adquiridos pero no leídos. Él no está de acuerdo; piensa que el auge de la tercera cultura es evidencia de que mucha gente tiene una gran avidez por ideas nuevas e importantes, y que bien vale la pena el esfuerzo intelectual invertido en conocerlas.

El gran atractivo de los nuevos pensadores no se debe únicamente a sus dotes como escritores, sino también a que no se han casado con un canon ni con una lista acreditada de ideas aceptables; quizá la fuerza de la tercera cultura estriba en que puede tolerar desacuerdos sobre cuáles ideas se han de tomar en serio. Como dice Matt Ridley (en su introducción a *The Best American Science Writing 2002*), “La buena divulgación no tiene que ser un reportaje de segunda mano; puede plantear hipótesis originales. Algunas de las más grandes ideas científicas no se han plasmado en oscuras revistas sino como popularización: la selección natural, por ejemplo, o los genes egoístas”. Por lo anterior, su producción no es bien vista por el ala dura de la comunidad científica: insinuar que *The Selfish Gene* de Richard Dawkins ha hecho por la biología más que la mayor parte de la investigación de frontera en ese campo, produce una airada respuesta del *establishment*. Por otra parte, continúa Brockman, al contrario de las anteriores empresas intelectuales, los logros de ésta no son las disputas marginales de una élite académica, sino su influencia

en la vida de cada habitante del planeta. Los intelectuales no sólo saben cosas sino que modelan los pensamientos de su generación; su papel incluye comunicar, y la emergencia de la tercera cultura introduce nuevas formas de discurso intelectual. Lo que estamos atestiguando es el traspaso de la antorcha de un grupo de pensadores, los intelectuales tradicionales de las humanidades, a un nuevo grupo, los intelectuales de la emergente tercera cultura que, en opinión de algunos, podrían desplazar a los intermediarios.

Así, el ambiente donde se desenvuelve la divulgación es difícil: al desprecio profesional de la comunidad científica se suman las exigencias políticas y sociales impuestas a la actividad, la crítica a su materia prima (la ciencia), las nuevas tecnologías mediáticas, y la posibilidad de que el mediador se vuelva prescindible. ¿Dónde estamos parados los divulgadores? ¿Será la profesionalización lo que aclare nuestro presente y despeje nuestro futuro? ¿Y cómo se va a dar esto, si los propios divulgadores no se ponen de acuerdo sobre las premisas básicas de su labor?

Este libro pretende esbozar un panorama de la divulgación de la ciencia que pudiera servir como punto de partida para reflexionar sobre algunos problemas a los que se enfrentan los divulgadores. Aunque mi interés profesional tiene un fuerte sesgo hacia lo escrito, mi esperanza es que una buena parte del texto logre cubrir conceptos generales de comunicación de la ciencia. El material que presento se basa en la obra de los grandes divulgadores, en las contribuciones de mis colegas y mis alumnos, y en mi propia experiencia como divulgadora, docente y analista de la comunicación de la ciencia. Mi modesto objetivo es que nuestra profesión se fortalezca, de modo que pueda hacer frente a los retos por venir.

*

Para cerrar este preámbulo, es necesario hacer algunas precisiones sobre la nomenclatura. Seguramente el lector habrá notado en lo anteriormente expuesto el uso indistinto de los verbos *comunicar* y *divulgar*. En sus sentidos de “transmitir; hacer saber”, y “propagar; hacer público; poner al alcance de todos algo reservado antes a unos pocos”, tal vez sólo se perciba una diferencia de matiz. Hablando estrictamente, el concepto *comunicación de la ciencia* abarca el conjunto de actividades de comunicación que tiene contenidos científicos, desde la comunicación entre especialistas, pasando por la enseñanza, hasta la divulgación,

destinada al público lego. Sin embargo, hay un acuerdo por uso y costumbre en nuestro país, que consiste en utilizar el término *comunicación de la ciencia* como sinónimo de *divulgación*, aun a sabiendas de que la divulgación es sólo una parte de ella; para evitar confusiones, con la palabra *difusión* denotamos la propagación del conocimiento entre especialistas (publicar resultados de una investigación, presentar trabajos en un congreso científico). Para Luis Estrada, difusión y divulgación son actividades de comunicación con búsqueda de diálogo, esto es, el intercambio de saberes y experiencias.

Por otra parte, *comunicación* y *divulgación* ya son términos “especializados” en ciertas comunidades profesionales. Por ejemplo, si nos vamos a la Facultad de Ciencias Políticas de la UNAM, nadie confundirá a un comunicólogo con un divulgador; así como hay toda una teoría de la comunicación (y la carrera de Ciencias de la Comunicación), no la hay propiamente de la divulgación, aunque todos sabemos que, vista elementalmente la comunicación como un sistema formado por emisor, mensaje, código y receptor, la divulgación es un subconjunto de la comunicación de la ciencia, a su vez subconjunto de aquélla. (Curiosamente, en inglés se suele utilizar *science communication* para la redacción de documentos científicos.)

En España, en cambio, parece más común el término *periodismo científico* aunque, según Manuel Calvo, el concepto de divulgación científica es más amplio que el de periodismo científico: especialización informativa que consiste en divulgar la ciencia a través de los medios de comunicación de masas. Por cierto, en la medida en que se trata de una especialidad consolidada con características propias, no nos dedicaremos específicamente a tratarla.

En inglés se utilizan *popularization*, *vulgarization*, *public understanding of science*, *scientific literacy*, *science writing*. En cuanto al francés, aunque existe el verbo *divulguer*, se utiliza *vulgariser*, pero quizá *communication scientifique publique* sea el término más frecuente hoy (lo que algunos hispanoparlantes han adoptado como *comunicación científica pública* o *comunicación pública de la ciencia*, menos problemático que *comunicación social de la ciencia*).

Aunque *informar*, *divulgar*, *vulgarizar*, *difundir* y *comunicar* sean sinónimos, *vulgarizar* tiene una connotación peyorativa (“hacer vulgar, acorrientar, trivializar”). Cabe aclarar que, para algunos científicos, *divulgar* también es un término profesionalmente peyorativo; ya que lo exacto de las ciencias exactas son sus ecuaciones, prescindir de ellas significa caer en la *bowdlerización* (término “en honor” de quien reescri-

bió a Shakespeare quitándole *lo vulgar y prosaico*), es decir, no sólo hacer versiones más simples de las ciencias originales, sino interpretaciones totalmente distintas que hacen afirmaciones distintas y llevan a conclusiones distintas. Pero el colmo de lo despectivo es el verbo “*to saganize*” (“saganizar”) que se acuñó en la comunidad de astrofísicos cuando Carl Sagan empezó a divulgar con sorprendente y envidiable éxito la cosmología.

Si ya de sí el calificativo *científico* aplicado a divulgación o a periodismo es, como señala Manuel Calvo, anfibológico y ha dado lugar a una barroca discusión (¿son científicos los que hacen periodismo científico?), y nos creemos a salvo utilizando la forma “de la ciencia”, pues resulta que caemos en otro bache: ¿cuál ciencia? ¿las matemáticas están incluidas? ¿las ciencias sociales? ¿duras y blandas? Esa es una discusión en la que, por ahora, no quiero aventurarme. Por tradición, sólo consideraré la divulgación de las ciencias naturales, las matemáticas y la tecnología.

En cuanto al sustantivo *científico*, lo usaremos también de manera tradicional como sinónimo de *investigador científico*, aun a sabiendas de que no siempre se aplica.

Dos últimas precisiones, una mediática y otra geográfica. Toda comunicación requiere de un medio, y aun cuando su destino final sea un medio no escrito, los contenidos científicos precisan, como veremos, de un alto grado de elaboración, uno de cuyos estados suele ser el texto escrito. Sin embargo, la elaboración para los distintos medios (incluidos los periodísticos) es una especialidad por sí misma, de modo que aquí sólo consideraremos ejemplos de divulgación escrita en libros y revistas.

Los lectores notarán que buena parte de los ejemplos recientes están originalmente en inglés; esto se debe a que hoy día los divulgadores más conocidos son de lengua inglesa; en cambio, los analistas más influyentes son los franceses, y los periodistas científicos más cercanos a nosotros son los españoles. Esta tosca generalización no pretende negar, por supuesto, la contribución de muchas otras tradiciones en el espacio y en el tiempo, particularmente la mexicana, que cubre con reconocimiento internacional los campos teóricos, prácticos y formativos de la divulgación.

NOTAS SOBRE LAS REFERENCIAS

- Para facilitar la lectura, los títulos de los textos de referencia se insertan al lado de los nombres de sus autores; el resto de los datos aparece completo en la bibliografía.
- Los títulos de obras (libros o revistas) de divulgación que ejemplifican o ilustran algún punto tienen su referencia al pie de la cita en cuestión, mas no en la bibliografía general.
- Muchos textos se han tomado de la obra *Antología de la divulgación de la ciencia en México* [Tonda, J. et al. (coords.), col. Divulgación para Divulgadores, DGDC/UNAM, México, 2002]. A lo largo del libro, incluyendo la bibliografía, aparece abreviada: *Antología*.
- Algunos textos son inéditos o han aparecido en memorias de circulación restringida; otros carecen de fecha (s/f) o de autor, editor o compilador oficial (s/a). Los hemos utilizado, a riesgo de violar la ortodoxia académica, por una razón que el presente libro está obligado a justificar: la importancia de su contenido para edificar una tradición (la comunicación escrita de las experiencias y reflexiones profesionales de los divulgadores).
- La traducción de los ejemplos es mía, a menos que se especifique lo contrario.

.1.

LA NOCIÓN DE COMUNICAR LA CIENCIA

¿QUÉ ES LA DIVULGACIÓN?

Sea como profesión de tiempo completo o como actividad adicional, como quiera que se le designe, y a pesar del clamor general sobre las dificultades para determinar qué es la divulgación, cualquier divulgador es capaz de emitir una definición propia, o cuando menos trabaja con una en mente.

En busca de una definición

La comunicación de la ciencia es un terreno que se ha separado recientemente del campo de la investigación como resultado natural de la especialización del quehacer científico. Hasta hace pocos años la comunicación científica la hacían los mismos científicos y para ellos no era muy difícil encontrar el lenguaje para darse a entender. Con el acelerado avance de la investigación científica y con la especialización que ella implica, la comunicación entre los científicos y sus congéneres se ha ido dificultando, por lo que ha sido necesario crear un sistema de enlace que cada vez adquiere mayor autonomía. La comunicación de la ciencia como un puente que une

el mundo de la ciencia con el resto del universo cultural es ahora una parte del quehacer científico que refleja la decisión de hacer una ciencia ligada a la sociedad que la sustenta. [...] La comunicación de la ciencia es una actividad nueva que todavía no tiene una estructura definitiva: por eso muchas veces se le malinterpreta o se le degrada, aunque por eso también es flexible y dinámica. (Luis Estrada, "La comunicación de la ciencia".)

La vulgarización trata de poner a los profanos en situación de comprender un discurso científico adaptándolo, simplificándolo y explicándolo, y favorecer la actualización de los conocimientos del hombre sensato del siglo XX. Se propone borrar y reducir las ideas científicamente erróneas, las creencias mágicas y la superstición. (Pierre Fayard, *La communication scientifique publique*.)

Según Fayard, se trata de un proceso de comunicación unidireccional que tiene ciertas semejanzas con la enseñanza, pero cuyo público no es cautivo ni se le verifica la integración de conocimientos.

En cuanto a la divulgación del conocimiento, para la mayor parte de quienes se ocupan del tema (Schiele, Jacobi y otros) consiste, en una primera aproximación, en difundir entre el público más numeroso posible, y menos beneficiado por la cultura, los resultados de la investigación acerca de todo lo que puede o desea conocer el ser humano: la cultura, la ciencia, la tecnología, etc. En último término, se trata de transmitir conocimientos, pero con la singularidad de llevar al lenguaje de todos lo que ha sido concebido y elaborado en el lenguaje de unos pocos. (Manuel Calvo, *Divulgación y periodismo científico: entre la claridad y la exactitud*.)

Aunque coincidan en su esencia, podríamos llenar un tomo con los variados intentos de definir la divulgación como actividad. Tal vez la complicación principal sea justamente que no es posible llegar a una definición única, contrariamente a lo que sucede en general con la mayoría de las disciplinas, pertenezcan a ciencias naturales o sociales, humanidades, artes o técnicas. Esto puede deberse a las siguientes razones:

1. La divulgación no es una disciplina (en el sentido de asignatura, doctrina, enseñanza, carrera); es un quehacer, una artesanía; algunos la conciben como "área emergente";
2. es una labor multidisciplinaria (intervienen en ella multitud de disciplinas: ciencias naturales y sociales, humanidades, artes y técnicas); por lo mismo,

3. no hay consenso, ni dentro ni fuera de la comunidad de divulgadores, internacional o local, sobre sus fronteras (lo que la diferencia de otras labores, disciplinas o multidisciplinas afines: pedagogía, comunicología, uso de los medios, psicología, literatura, historia, sociología, filosofía, etcétera).

Sin embargo, hay acuerdo general en los siguientes puntos:

- La divulgación de la ciencia tiene que ver con la ciencia (en este libro, las ciencias naturales de tradición occidental: un método especial de descubrir cosas junto al cuerpo de conocimientos que surge de las cosas descubiertas, las consecuencias de los descubrimientos y, si incluimos la tecnología, la producción de artefactos o instrumentos) como conocimiento y práctica, como conjunto de sistemas de representación del mundo y como diversidad de actividades que conocimiento, práctica y representación generan. Quedan eliminadas por lo pronto la seudociencia, la seudociencia ficción y las incorrecciones científicas (desde el punto de vista de nuestra elección anterior).
- La divulgación es un acto de comunicación (en su sentido de “hacer saber”).

Hasta aquí, no habría distinción con el resto de la comunicación de la ciencia (enseñanza formal o escolarizada, y publicación científica especializada y las demás actividades de difusión). Vamos a eliminar entonces la difusión y a llamar *divulgación* a la comunicación con públicos no científicos. Quedan entonces fuera los actos y los medios especializados.

Pero la divulgación continúa siendo indistinguible de la enseñanza formal o escolar. Se considera que ésta sigue un plan de estudios, es seriada, tiene un público cautivo (no voluntario), exige la realización de deberes y es evaluada mediante examen y calificación. No podemos adjudicar a la divulgación ninguna de estas características, de modo que dejamos fuera la enseñanza formal; nos quedamos con un público voluntario.

Para que haya comunicación se requiere de un medio y de intermediarios. Sin embargo, el mero uso de un medio (ya sea que implique manejo, invención o mejora), independientemente del contenido que éste comunique, no será considerado divulgación.

Pero, ¿cómo se comunica el divulgador con su público? Alguien que sea especialista en alguna ciencia, capaz por ejemplo de pararse frente a un público voluntario no científico (lo que incluye a científicos de

especialidades ajenas), y emitir un discurso oral coherente (es decir, que sepa usar el medio de la conferencia), pero sin que el público lo comprenda, no está haciendo divulgación. Entonces, hay algo más sutil: la manera en que se presenten las ideas científicas al público; la utilización del lenguaje y el resto de los recursos comunicativos de tal forma que esas ideas sean accesibles al público. Llamaremos tentativamente recreación a esa “manera”, por lo que quedan fuera de la divulgación los conceptos “crudos” (sin elaborar), el lenguaje especializado y la falta de contexto.

Propongo, de manera muy general, que la divulgación de la ciencia 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.

Esta definición resulta a primera vista muy práctica, pues es lo suficientemente amplia y ambigua como para abarcar todas las posibilidades sensatas. Sin embargo, para ser justos, hay que decir que si nos fijamos en cualquiera de los conceptos que intervienen, digamos por caso *recrear*, o *públicos*, tendremos que admitir que para abordarlos se requiere de muchísimas especificaciones; tan es así, que gran parte del análisis de la comunicación de la ciencia se dedica a tratarlos detalladamente.

Fijémonos por ahora en la última frase de la definición: “contextualizándolo para hacerlo accesible”. Este es un punto que da lugar a una enriquecedora discusión sobre la naturaleza de la divulgación.

Información y contexto

¿Sabías que la mosquita de la fruta aletea 2 438 veces por minuto? Quienquiera que lea el enunciado anterior reconocerá un clásico ejemplo tomado de un texto de divulgación de la ciencia. Y no porque haya visto precisamente esa línea en tal o cual revista, sino porque cumple con las siguientes marcas:

- Utiliza un medio (la escritura).
- Comunica información científica (dato a partir de medición precisa de característica notable de insecto utilizado en investigación genética).
- Hace accesibles los términos especializados (bate los élitros = aletea; $2\ 438 \times 10^3 = 2\ 438$; *Drosophila melanogaster* = mosquita de la fruta).

- Se acerca a un público joven, al que reta (forma interrogativa con uso del pronombre *tú*).

Sin embargo, una vez conocida la información, la mayoría de los lectores necesariamente pensará “y eso, ¿qué?”. Imaginemos un programa de radio o un artículo periodístico elaborados completamente en esta tónica y con la misma impresión de perplejidad dejada en el público receptor. Si consideramos que las marcas pertenecen a un texto didáctico, sería sorprendente que la línea en cuestión apareciera fuera de contexto, es decir, fuera del marco de un programa de biología básica.

Aunque todavía es usual atestiguar semejantes ejemplos, la falta de contexto es duramente criticada desde hace casi 20 años. Dicho de otro modo, hay una enorme distancia entre información y conocimiento, simplificar y hacer accesible, traducir y recrear con fidelidad: ¿para qué la información? ¿quién decide lo que se comunica y a quién?

Jane Gregory y Steve Miller, en “The Public Understanding of Science”, parten de una situación ya conocida: la ciencia se va haciendo más inaccesible, por volumen y por especialización, y al mismo tiempo ciencia y tecnología desempeñan un papel cada vez más preponderante en la vida de las sociedades modernas.

La preocupación inicial de las instituciones científicas por la comprensión pública de la ciencia obedeció al retiro de financiamiento gubernamental, alrededor de los noventa del siglo pasado, debido a los cuestionamientos ciudadanos sobre el uso de los dineros públicos en ciertas líneas de investigación. El movimiento PUS surgió entonces con la creencia de que mientras más supiera la gente sobre ciencia y tecnología, más aprendería a valorarlas y entonces les daría su apoyo. Así, las recomendaciones fueron: 1. la ciencia debe ocupar más espacio en los medios y 2. los científicos deben aprender a comunicarse con el público. La meta era la aculturación científica (*scientific literacy*) del público, es decir, el nivel básico de comprensión de ciencia y tecnología que los ciudadanos de una sociedad tecnocientifizada requieren para sobrevivir en ésta y beneficiarse de aquéllas. No hay ninguna razón, se dijo, que impida que los científicos contribuyan a incrementar la cultura científica del público; hacerlo es simple cuestión de voluntad y técnica, y no de inspiración divina.

Lo anterior, que de por sí no tenía nada de sencillo, se vio impugnado por críticos tanto internos como de fuera del *establishment*, porque en esta búsqueda de la PUS no se tomaba en cuenta qué tipo de información podría requerir el público o cómo podría interpretarla, o utilizarla una

vez teniéndola. Tampoco era claro, como lo manifestó Morris Shamos en el subversivo texto “The lesson every child need not learn”, en qué le podía beneficiar al público comprender más la ciencia.

Se impulsó entonces la investigación de las relaciones entre ciencia y público desde el punto de vista de *ambos*. ¿Cómo podía mejorarse el trabajo de los comunicadores de la ciencia para incrementar la comprensión pública de ciencia y tecnología? Tan sólo teniendo en mente tres preguntas elementales: ¿qué sabe el público?, ¿qué debería saber y según quién?, ¿para qué le sirve? Ya no se trata de conocer únicamente los hechos, sino el modo en que se llega al conocimiento y cómo la comunidad científica decide qué es y qué no es científico.

Pierre Fayard (*La communication scientifique publique*) se pregunta cómo integrar los nuevos conocimientos a un público que, de entrada, carece de cultura científica. La comunicación científica pública se propone ir más allá de la vulgarización: poner el conocimiento en contexto de modo que responda a las preocupaciones de la gente. Se impone una reflexión sobre la imagen de la ciencia que se transmite a quienes uno se dirige, como en cualquier iniciativa de comunicación que aspire a transmitir un saber y no a instaurar una relación de poder entre especialistas y no especialistas; usualmente esa imagen es la de la ciencia como argumento de autoridad. Hay que tener en cuenta también las diferencias fundamentales de los dos modos de conocer: el científico y el común (es decir, ciencia y vida cotidiana son referencias diferentes); de no ser así, la iniciativa en lugar de repartir el saber se transforma en actividades de relaciones públicas de la ciencia, que llevan aparejadas la mistificación de sus receptores, la defensa de la tecnocracia, así como tentativas de manipular la opinión pública.

Vladimir de Semir (“Periodismo científico, un discurso a la deriva”) menciona que, a la hora de hacer noticias científicas, la falta de contexto produce la espectacularización (simplificando excesivamente los mensajes) y el sensacionalismo (al que tiende la comunicación masiva) que llevan a la mera anécdota o a crear una expectativa errónea en la opinión pública. El mundo de las ciencias también utiliza los medios de comunicación no sólo para vender (en todos los sentidos metafóricos, buenos y malos) sus descubrimientos y aplicaciones, sino para canalizar sus propios intereses.

La divulgación de la ciencia navega entre diversos escollos, continúa el destacado periodista catalán, como el realismo naíf, que conduce a una visión encantada del mundo, o a disimular la

auténtica relación de fuerzas que subyace a los descubrimientos o a los debates importantes. Esta divulgación oculta el discurso, el ritmo, el razonamiento, la discusión y los errores; sólo interesan los resultados y se promueve una imagen superficial y hasta banal de la ciencia. La fabricación de las noticias diarias con esas características es incompatible con la correcta transmisión del conocimiento científico. La divulgación no es sólo informar sobre nuevos datos, ni de forma indiscriminada.

Por desconocimiento, los periodistas tratan las cuestiones tentativas de la ciencia como verdades absolutas y definitivas, pues lo incierto no es buena fuente de noticias salvo en contadas excepciones. Las revistas *Science* y *Nature* son muy populares entre los periodistas científicos. Al pasar al medio, la información se hace automáticamente “importante”, sin situarla en perspectiva ni en contexto; es necesario analizarla y valorarla, recomienda enfáticamente De Semir.

Una cuestión muy interesante es el estudio del discurso divulgativo desde el punto de vista de la “puesta en contexto” (recontextualización, en la jerga tralingüística); la expresión se refiere, como después veremos con amplitud, cuando menos a dos operaciones: extraer la información de su contexto original (científico) e insertarla en uno nuevo. Es muy importante, dice Helena Calsamiglia (“Decir la ciencia: las prácticas divulgativas en el punto de mira”), tener presentes las distintas dimensiones del cambio de contexto: la dimensión cognitiva (el juego que se activa entre saber establecido y conocimiento nuevo, a veces desestabilizador de creencias y valores); la dimensión situacional (intereses, intenciones y finalidades de emisores y receptores); y la dimensión social (las prácticas de la investigación traspuestas a otras prácticas).

Poner la información en contexto, aunque no es una exigencia privativa de la divulgación, resulta en su caso indispensable.

LO QUE NO ES LA DIVULGACIÓN

Aun aceptando que hay un consenso elemental, la infinidad de posturas y matices sobre la divulgación, sobre todo en cuanto a sus objetivos como luego veremos, hace casi imposible emitir una definición “canónica”, como se podría hacer con la física, la arqueología o la música. A menudo resulta esclarecedor intentar una definición en “negativo”, es decir, tratar de indagar qué *no* es divulgación o, también, lo que no debe ser.

La divulgación no es enseñanza formal de la ciencia

Esta es quizá una de las confusiones más prevaletentes, no sólo fuera sino también en el seno de la comunidad divulgadora. Hay quienes pasan por alto que el discurso didáctico suele adoptar una modalidad instructiva: busca generar determinadas conductas o bien la adquisición de destrezas prácticas. Otros son insensibles a la diferencia en cuanto a flexibilidad y libertad en la recreación del mensaje, características que pueden compararse en los dos párrafos que siguen.

A lo largo de la historia, la observación del cielo ha conducido a descubrimientos que han impactado a la Humanidad. El impacto de la astronomía en nuestra concepción del universo ha sido enorme. El descubrimiento de que la Tierra no es el centro del universo, o que el universo se ha estado expandiendo durante miles de millones de años, afecta las concepciones filosóficas que tenemos de nosotros mismos y nuestras relaciones con el espacio y el tiempo. (*Enciclopedia Estudiantil.*)

Durante millones de años todos tenían claro que no existían otros lugares fuera de la Tierra. Entonces, en la última décima de una centésima del lapso de vida de nuestra especie, en el instante entre Aristarco y nosotros, notamos con reticencia que no éramos el centro y el propósito del Universo, sino que vivíamos sobre un mundo diminuto y frágil perdido en la inmensidad y en la eternidad... (Carl Sagan, *Cosmos.*)

En “Divulgación y enseñanza de las ciencias”, María Trigueros hace notar que estas son actividades que se confunden frecuentemente; en la discusión de temas relacionados con la divulgación, es muy común encontrar referencias a la enseñanza; se enfatiza particularmente la importancia de que niños y jóvenes tengan acceso a mensajes científicos a través de distintos medios con el fin de complementar la enseñanza escolar, y el papel de la divulgación en la orientación vocacional. En muchas ocasiones, incluso, los términos *divulgación* y *enseñanza* se entremezclan, de tal manera que la primera queda relegada únicamente a su papel de complemento en el aprendizaje de la ciencia. Esta confusión se explica por el hecho de que la divulgación y la enseñanza forman parte del ámbito de la educación.

En ese ámbito pueden señalarse sus semejanzas: ambas tienen como fuente de actividad al conocimiento científico; su finalidad es llevar los conceptos científicos a un público particular; comparten algunos problemas que surgen de la comunicación del mensaje científico al público, mensaje que recrean y para lo cual requieren de investigación.

Sin embargo, son quehaceres diferentes, pues abordan el problema de la comunicación de manera distinta y sus objetivos son distintos. En la enseñanza se trata de que los alumnos aprendan los conceptos, por lo que importa cómo se llega a ellos; se requiere un conocimiento profundo de cómo aprenden los individuos y las vías para apropiarse del mensaje; se evalúa al sujeto para saber qué tan exitoso fue el proceso de enseñanza; los contenidos son seriados y con estructuras fijas, tiempos y entornos escolares.

En la divulgación, afirma Trigueros, no es el objetivo que el público aprenda, sino que disfrute; su evaluación no es en términos del sujeto sino del producto; el contexto es más amplio, sin imposiciones del exterior; las formas de presentación son menos rígidas; se puede aprender, pero esto no es una finalidad. (Notemos que, por supuesto, hay docentes que además hacen divulgación, y viceversa.)

Philippe Roqueplo (autor cuyas ideas abordaremos con mayor amplitud después) discute en *El reparto del saber* los límites del proceso vulgarizador comparándolo con el modelo escolar; se pregunta si es posible transmitir la información científica sin una concepción pedagógica. Todo depende del objetivo pero, de entrada, la vulgarización no es capaz de poner las condiciones para que se dé una auténtica apropiación de los conocimientos.

Sin embargo, Daniel Cassany, Carmen López y Jaume Martí (“La transformación divulgativa de redes conceptuales científicas...”) consideran que sí son prácticas divulgativas las enseñanzas básica y media, junto con las campañas publicitarias de prevención de enfermedades, las conferencias en ámbitos académicos y museísticos, los programas de ciencia en radio y televisión, las revistas divulgativas, los suplementos, crónicas y noticias de la prensa escrita.

Para Martín Bonfil (“La divulgación científica y la enseñanza de la ciencia: el compromiso hace la diferencia”), a pesar de que divulgación y enseñanza son claramente distintas, se confunden por no tener límites bien definidos, y el divulgador debe tener claras las diferencias; en la divulgación el mensaje tiene características especiales para lograr que el público que no maneja el lenguaje de la ciencia pueda asimilar la información. Recomendamos al lector interesado en esa distinción, el artículo *Del discurso didáctico al discurso de divulgación de la ciencia*, de Lourdes Berruecos, donde se hacen patentes las estrategias de cada tipo de discurso, diferenciados éstos por los objetivos que asumen.

A menudo, hace notar por cierto Bonfil, los divulgadores disfrazan su labor como apoyo a la enseñanza porque así resulta más fácil encontrar apoyo y reconocimiento.

La divulgación no es una traducción literal

Pocos divulgadores se atreven hoy día a sostener la idea de que la labor divulgativa es equivalente a una traducción literal, especialmente cuando se enfrentan al traslado del contenido de fórmulas matemáticas y simbólicas. Veamos lo que el ilustre pensador George Steiner dice en *Language and Silence* sobre la matematización de las ciencias:

El cambio más decisivo en el tenor de la vida intelectual de Occidente desde el siglo XVII es la sumisión de áreas del conocimiento cada vez más grandes a los modos y procedimientos de las matemáticas. Como se ha hecho notar a menudo, una rama de la investigación pasa de ser precientífica a científica cuando puede organizarse matemáticamente. Lo que le da a la ciencia sus posibilidades dinámicas es el desarrollo dentro de sí misma de medios formuladores y estadísticos. Las herramientas del análisis matemático transformaron la química y la física desde la alquimia hasta las ciencias predictivas de hoy. En virtud de las matemáticas, las estrellas pasaron de la mitología a la tabla del astrónomo. Y al irse estableciendo las matemáticas en la médula de una ciencia, los conceptos de esa ciencia, sus hábitos de invención y entendimiento, van volviéndose poco a poco menos reducibles a los del lenguaje común.

¿Cómo traducir la conocida expresión $F = GMm/r^2$? “La fuerza de atracción que sienten dos cuerpos de masa M y m , respectivamente, separados una distancia r , es directamente proporcional al producto de las masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia; G es la constante de gravitación universal”. Haría falta ahora traducir “fuerza de atracción”, “cuerpo”, “masa”; y esto, sin considerar las representaciones vectoriales.

Fernando del Río (“Sobre la ciencia y su divulgación”) parte de que la ciencia es una realidad inaccesible al vulgo, y lo fundamenta abordando el problema de la traducción.

La ciencia es una construcción humana y social; construye la realidad científica compuesta de conceptos, nociones, métodos y teoremas. El lenguaje es central en la construcción de una realidad, y el lenguaje que se ha desarrollado para explicitar el conocimiento científico está hecho a

la medida de tal realidad y casi se confunde con ella. Es por tanto *intraducible* a los lenguajes de otras realidades, a pesar de que el lenguaje científico maneja conceptos prestados de otras esferas.

Pero una realidad no se puede traducir a otra así sin más. No es lo mismo traducir un mensaje concreto, como el de un manual de un aparato, que traducir, por ejemplo, una obra como el *Quijote* al inglés. Tanto el español como el inglés están hechos para referirse a una realidad cotidiana que es en mucho común a los que hablan cada idioma. Además, por ser lenguas europeas modernas de países que vivieron etapas históricas similares, el inglés contiene inclusive los elementos necesarios para tratar las referencias particulares a las circunstancias de la España del final del Medioevo. Sin embargo, aun con estas ventajas, la traducción no es asunto trivial: la profundidad y riqueza de la obra obligan al traductor no sólo a manejar las lenguas española e inglesa, sino que le demandan conocer ambas culturas y tener la sensibilidad para recrear en inglés algo semejante a lo que Cervantes creó en español.

Es de esperarse que cuanto más apartada esté una realidad de otra, tanto más difícil será la traducción entre ambas, como sería traducir *El Quijote* al japonés. La realidad de la ciencia se recrea, pero no se presta a una traducción literal o automática. Dicho de otra manera, divulgar la ciencia es recrear la realidad científica con elementos de la realidad cotidiana.

Guiomar Ciapuscio (“Hacia una tipología del discurso especializado”) sugiere que divulgar puede ser “transcodificar”. El paradigma del intermediario en la divulgación de la ciencia es el clásico, y suele basarse en el convencimiento de que el principal obstáculo en la tarea de llevar la ciencia al público es lingüístico, más específicamente terminológico. Pero la mediación no puede reducirse a una mera transcodificación o traducción de un lenguaje a otro (o de un mundo a otro), sino que debe comprenderse como una labor compleja que implica una *reelaboración creativa*, una tarea de ardua reformulación de textos previos que supera el problema terminológico. Es necesario reconocer que hay un condicionamiento recíproco entre textos iniciales y subsiguientes (divulgación, periodismo), como veremos adelante.

Carlos López Beltrán (“La creatividad en la divulgación de la ciencia”) advierte que el significado de los conceptos de la ciencia *no es independiente* de la estructura en la que están inmersos. Es la red de conceptos como un todo, la teoría, la que aporta la carga semántica de

cada término, de cada concepto. Al divulgar no se puede sino construir otro edificio “teórico” para hablar del original. No es posible ninguna traducción literal de la ciencia; la divulgación la traduce, si se quiere, pero en un sentido creativo, que es el único válido de *traducir*.

La divulgación no es únicamente diversión, utilidad o apostolado

En esta concepción se incluyen no sólo las utilidades prácticas o aplicables, sino también las monetarias; asimismo, las respuestas a preguntas que caen fuera del terreno científico. Veremos también la engañosa versión que dice que la divulgación es una “ciencia divertida”, y otra que sugiere una actividad doctrinaria.

En *Unweaving the Rainbow*, Richard Dawkins se refiere a la impresión que mucha gente tiene acerca de que la ciencia debe servir para algo y que la divulgación ha de apoyar esta idea. Cuenta que un periodista escribió con sorna: ¿Puede usted comer cuarks? ¿Los puede extender sobre su cama cuando llega el invierno? (a lo que un científico contestó: Estimo que se come usted 5×10^{26} cuarks diariamente). O lo que la novelista Fay Weldon les reclamó a los científicos: “No esperen que los queramos. A quién le importa el medio segundo tras el Big Bang, o un segundo antes, si nunca nos dicen quiénes somos ni a dónde vamos al morir”.

Sin embargo, usualmente hasta los más ácidos opositores de la ciencia conceden que es útil, sobre todo si la fusionan con la tecnología. En cuanto a la divulgación, la idea de que ésta es o debe ser útil en un sentido práctico se ve plasmada en tres exigencias: servir *sólo* para reclutar nuevos investigadores (en nuestro país, para reunir la mítica “masa crítica”); servir *exclusivamente* como material didáctico o de apoyo a la enseñanza (que permita llevar a cabo operaciones o resolver problemas); ser *solamente* un producto vendible y, de ser posible, un buen negocio (noción que algunas instituciones divulgadoras están adoptando por razones de supervivencia). Es de hacer notar que a menudo los museos de ciencias tienen estas imposiciones detrás.

Por supuesto, el hecho de que algo sea útil no excluye otras finalidades (como veremos después); lo criticable tiene que ver con las palabras subrayadas.

En la misma obra, Richard Dawkins impugna acerbamente al movimiento PUS, originado según él por la alarma general que causa la disminución de las inscripciones a las carreras científicas; dice que se está volviendo populachero y sólo sirve para engañar a la gente. Las “semanas de la ciencia” y los “jóvenes a la investigación” evidencian que los

científicos están ansiosos de ser queridos. En la televisión, estrambóticos personajes producen explosiones y despliegan excéntricos trucos; con sombreros ridículos y voces chillonas proclaman que la ciencia es divertida, divertida, divertida. Los científicos que quieren acercarse al público están obligados a poner puestos en los grandes centros comerciales como cebos para tentar a la gente; se les conmina a que no hagan nada que la aleje. Un consejo común es que intenten hacer la ciencia “relevante” a la vida cotidiana de su audiencia, a lo que sucede en su baño y en su cocina; cuando sea posible, escoger materiales experimentales que su público se pueda comer al terminar; evitar de preferencia mencionar la palabra *ciencia* porque la gente común y corriente la percibe como amenazadora. A continuación transcribimos un párrafo que ilustra lo anterior (excepto por la mención al “rigor científico”, asunto que discutiremos después):

Investigar la causa por la que es tan fácil quemarse el paladar al comer pizza, puede ser punto de partida de interesantes consideraciones termodinámicas [...] Cualquier pretexto es bueno para que el distinguido biofísico nos lleve, con un humor y una amenidad que no empañan en absoluto el rigor científico, de lo más particular a lo más general, de la anécdota cotidiana a las leyes universales, de las pequeñas preguntas a las grandes incógnitas [...] (Contraportada de *La termodinámica de la pizza* de Harold J. Morowitz.)

Sigue Dawkins: “Tengo pocas dudas de que semejante *estupidización* será exitosa si nuestro objetivo es maximizar el número de asistentes. Pero cuando protesto porque lo que se ‘oferta’ no es verdadera ciencia, me critican por mi elitismo y (me dicen) que tentar a la gente es el primer paso para acercarla. Pero esta acción calculadora es la peor: condescendiente y paternalista”.

Al reconocido divulgador le preocupa que promover la ciencia como pura diversión y esparcimiento acumule problemas a futuro. La verdadera ciencia puede ser difícil pero, como la literatura clásica o tocar el violín, valer la pena. Si a los niños se les induce hacia la ciencia, o cualquiera otra ocupación valiosa, con la promesa de fácil diversión, ¿qué van a hacer cuando finalmente tengan que enfrentar la realidad? “Divertido” manda señales equívocas y puede atraer a la gente hacia la ciencia por razones equivocadas. Claro que la ciencia es divertida, en el sentido de que es lo opuesto de aburrida: puede entretener a una mente toda una vida. Dawkins ataca sólo a la noción populista que denigra a la ciencia ofreciéndola como una vulgar diversión.

La versión contraria, es decir, la divulgación como una misión de apostolado individual, también ha sido criticada. Gerardo Hernández (“Divulgación de la ciencia”) ha dicho incisivamente que al escuchar el término “divulgador de la ciencia” surge la imagen del “individuo, generalmente vestido de manera formal, que nos visita en nuestra casa los domingos para ofrecernos ‘la palabra del Señor’. Pero no podemos sin más suponer que la divulgación es buena o conveniente, ni mucho menos necesaria”.

¿Cuál es el sentido de divulgar? La respuesta puede ser individual y estar impregnada de filantropismo y entrega, o de gusto. Pero cuando se trata de impulsar una actividad que tiene receptores inmediatos, el acto es ya de naturaleza social y por tanto la respuesta centrada en el individuo que la produce ya no es aceptable. Por ejemplo, no se puede divulgar la ciencia sin conocer los problemas de fundamentación del conocimiento, que son relevantes para hacer ciencia.

Hasta ahora, dice el autor,

no hemos abordado nuestra labor de divulgación como un acto social y con una actitud científica; por eso recurrimos a la frase gastada, a las razones de siempre, para convencernos de que la divulgación es importante, que la ciencia debiera ser parte de la cultura, pero no adoptamos una postura analítica en ese otro ámbito que es el significado social de nuestras acciones como divulgadores.

Es imposible conocer a ciencia cierta las motivaciones de cada individuo para divulgar, o su definición personal, pero se pueden analizar en general los objetivos de la divulgación como labor solitaria, comunitaria o institucional, lo que haremos en el siguiente apartado.

LOS OBJETIVOS DE LA DIVULGACIÓN

En consonancia con las múltiples luces bajo las que puede verse a la divulgación como concepto, otras tantas son las facetas que se iluminan si se analizan los diversos objetivos que se le adjudican. A grandes rasgos, éstos son culturales (apreciación pública de la ciencia, creación de cultura científica, integración de ciencias y humanidades, la gratificación de saber) y sociopolíticos (desarrollo de los países, democracia, opinión ciudadana, equilibrio del poder). Advirtamos que se trata de una división artificial, y los nombres entre paréntesis no corresponden a posturas aisladas, como veremos enseguida.

Apreciación pública de la ciencia

Poco después de la aparición en 1986 del libro *The Science Critic* de Maurice Goldsmith, su novedosa propuesta sobre las funciones que debía cumplir un comunicador de la ciencia era materia de discusión obligada en la comunidad: nos señalaba un camino tal vez en aquel momento inusitado, si recordamos la noción del científico que en sus ratos libres accede a comunicarse con un público amplio, en un ejercicio unidireccional en el cual él pone las reglas de acuerdo con los criterios dictados por el *establishment*.

Para el autor, aunque los comienzos de la popularización arrancan desde la Ilustración, la presentación popular de la ciencia a públicos amplios hubo de esperar a que el alfabetismo se extendiera y los medios de diseminación se desarrollaran; además se requería de una cierta demanda, es decir, la gente necesitaba darse cuenta de que se estaba perdiendo de un conocimiento importante. La función del popularizador es justamente la diseminación de ese saber a una audiencia popular masiva.

Ya desde hace 20 años Goldsmith nos advertía que vivimos en una época de especialización, fragmentación de la ciencia y explosión informativa. Sin embargo, entre la población general hay una casi absoluta ignorancia sobre ciencia y tecnología, sin importar que se trate de un país del primer o del tercer mundo. La brecha entre las dos culturas se ha hecho más grande. El científico es visto como un extranjero en la sociedad donde habita, y la ciencia es ajena a la mayoría de la gente. Por otro lado, el público sigue siendo un concepto indefinido y confuso (cuestión que abordaremos posteriormente).

A partir de la década de los cincuenta, relata Goldsmith, se dio un movimiento anticiencia debido al horror de las guerras; se cuestionó la responsabilidad de los científicos y la ética de su desempeño. En 1974, la UNESCO advirtió sobre un peligro: el triunfo moderno de la ciencia le confería el derecho de gobernar por completo la cultura y manipular a la humanidad. Propuso entonces la organización que su principal objetivo fuera la difusión (diseminación) de la ciencia. Según esta visión, la ciencia es un cuerpo extraño que “la cultura” debe combatir y controlar; siempre será una extraña porque es la encarnación de lo racional, y ajena a cualquier tradición cultural. Ésta, aunque absurda, es una postura producto de la bomba. También en otros campos ya se habla de límites y peligros, sobre todo en el campo de la investigación biológica. ¿Hay áreas de investigación que deban prohibirse por su potencial dañino hacia la sociedad?

Goldsmith cree que la respuesta no la puede dar únicamente la comunidad científica, porque nos atañe a todos. Estamos en el comienzo de la era de la participación pública de la ciencia. Nos guste o no, lo sepamos o no, dice, la ciencia ya no es asunto privado: tiene una función social. ¿Qué formas puede tomar esa participación? ¿Quiénes deben responsabilizarse de las decisiones en materia científica y tecnológica?

Hasta ahora ha habido una colusión entre los científicos y los políticos, pero ha llegado el momento de que la gente tome parte en las decisiones. Ya no podemos considerar la popularización de la ciencia como un favor que el científico nos concede graciosamente, pues aquélla se ha vuelto incluso un elemento para el avance científico. La ciencia popularizada se expresa en el lenguaje ordinario cotidiano que la gente habla y entiende, está modelada por la cultura local y puede enseñarse desde el salón de clase. La presentación popular del conocimiento científico se ha vuelto parte de la fase expositiva de la práctica científica, así como del proceso de producción de conocimiento. La popularización incluye a todo público, desde especialistas en el mismo campo hasta legos.

Pero la fragmentación en especialidades y la velocidad de cambio invalidan la noción de que las ideas científicas pueden aclararse mediante la popularización; éstas sólo pueden comprenderse a fondo a través de un esfuerzo duro y disciplinado. El problema con la mayor parte de la divulgación es que intenta presentar la ciencia como una colección de hechos, y la explicación sigue siendo incomprensible excepto para el experto.

En materia de divulgación, a decir del autor, ya no se puede funcionar como si se tratara de una dádiva del que sabe al que no. Lo que se necesita es más comprensión pública de la ciencia y más apreciación pública del impacto de la ciencia. Para ello, hay que recuperar la noción de una sola cultura, y para lograrlo debemos desarrollar la figura del "crítico científico", es decir, gente fuera de la profesión científica pero que la observe con ojos críticos; que haga un escrutinio reflexivo y profesional sobre cómo se hace, por qué y cuál es su significado interno. Al contrario del científico, su labor es ver la ciencia como un todo; se requiere que tenga una visión global. Le debe importar la integridad de la ciencia en el sentido ético-social. Además, debe ver hacia el futuro gracias a lo que sabe del pasado.

Es necesario entonces, reitera Goldsmith, reemplazar el concepto de *popularización de la ciencia* por el de *comprensión y apreciación pública de su impacto*. Otra función del crítico científico es relacionar los temas de la ciencia con las cosas no científicas, una tarea sutil y difícil que no es una

mera cuestión mecánica. El crítico de la ciencia ha de ayudar al no científico a penetrar profundamente en la ciencia de modo que pueda disfrutar de lo poético de la experiencia científica y evitar que la tema; para lograr esto, debe sentir simpatía por sus congéneres. La presentación popular de la ciencia requiere que sea inteligible a los demás; para asegurarlo, el presentador tendría que hacer suyas las formas de expresión de la gente y enriquecerlas.

Fomento de la cultura científica

Luis Estrada en "Por una cultura científica", escribe lo siguiente:

Los saberes científico y tecnológico determinan cada vez más nuestras vidas. Como ciudadanos de sociedades democráticas, nos toca asumir cada vez con mayor seriedad la responsabilidad de entender y juzgar la ciencia y sus vínculos con nuestra calidad de vida, lo que no podremos hacer si no establecemos y reforzamos una verdadera cultura científica. Es decir, un ambiente de comprensión y aceptación, de crítica informada y respeto bien fundamentado en el que no resulte esotérico estudiar, leer, platicar, interesarse por la ciencia.

Pero no hay siquiera un mínimo de cultura científica en el ciudadano común; y sólo donde la haya habrá provecho y sentido para la actividad científica. ¿Cómo adquirirla? Aunque tiene sus raíces en la escuela, ésta es insuficiente dado el ritmo de avance de la ciencia. Se necesitan buenos maestros y excelentes divulgadores, pero en nuestro entorno no hay conciencia de esto.

A la divulgación de la ciencia por medios no escolares y a todos los grupos que componen nuestra sociedad les toca, dice Estrada, una parte crucial de lo que es la formación de una cultura científica. Esta labor consiste básicamente en la participación al público del conocimiento científico. Para el que se enfrenta a la genuina divulgación, no sólo se trata de estar enterado del avance de la investigación científica sino también de comprender el significado de lo que ocurre y sus consecuencias posibles, para poder integrarlo a la cultura personal. La divulgación apunta a capacitarnos para descubrir nuevas facetas del mundo natural y técnico que habitamos, y para relacionar constructivamente las perspectivas de las distintas disciplinas científicas. En síntesis, la divulgación debe insertarnos en el esfuerzo que la humanidad ha multiplicado durante este siglo (el XX) para lograr un conocimiento objetivo del universo y hacernos conscientes de que ese conocimiento no nos

excluye. Nuestra participación en el conocimiento científico depende de que lo comprendamos razonablemente. Pero si bien la ciencia es universal, cada país debe generar su propia cultura científica, según su tradición cultural y su idioma, y evitar caer en el vicio común de la imitación de lo que se hace en otros países.

La divulgación de la ciencia es una labor especializada y moderna, continúa Estrada. Muchos políticos y científicos han llegado a pensar en la divulgación como en el simple hecho de ponerle una cámara y un micrófono al especialista para que nos comunique de inmediato su saber y así cumpla con su responsabilidad social. Esta simpleza no siempre cae por su propio peso y es muy dañina. Tampoco debe ser un pasatiempo marginal ni un simple agregado curricular de los científicos. La divulgación es un trabajo que debe tomarse en serio. La ciencia enseña a pensar crítica y libremente y ésta debe ser una de las tareas formativas de la educación.

Al considerar la divulgación de la ciencia como labor cultural, Estrada afirma que la cultura no es nada más las bellas artes, sino la obra humana total; la ciencia es parte de la cultura. Por prejuicio se cree que la ciencia ocupa un lugar aparte, no es para todos, es un asunto técnico, es árida y poco atractiva. Si se rehiciera la lista de las maravillas del mundo, nos reta Estrada, ¿se pondría, junto al Coloso de Rodas, el Telescopio Espacial Hubble? ¿Se exhibirían en la misma galería los dibujos de Leonardo y las impresiones de los conjuntos de Mandelbrot? ¿Se recomendaría leer, además de *Los hermanos Karamázov*, alguna versión de la teoría de Galois?

Fernando del Río, en "El vulgo y la ciencia", ya había escrito: "Así como la música requiere de intérpretes para ser apreciada, la ciencia requiere de profesionales que interpreten las obras científicas ante el público. Quizá llegue un día en que alguien pida 'tóquenme a Newton' y en el que un programa de televisión invite a un conjunto de 'bioquímica popular'".

Martín Bonfil, al abogar "Por una cultura científica", afirma que la divulgación debe impulsar el pensamiento racional y su compromiso con la realidad. La divulgación debe permitir suplantar las pseudociencias y charlatanerías, que fomentan la aceptación ciega de explicaciones irracionales e ilógicas y hacen de las personas esclavos de lo que otros dicen, e incapaces de participar de la democracia.

Para Mario Méndez Acosta ("La cultura científica, base de un nuevo humanismo"), la divulgación se convierte en un asunto prioritario para el logro de sociedades libres. Los autoritarismos de todo signo se han distinguido siempre por su rechazo a la ciencia, y sobre todo hacia la

estricta libertad de conciencia y de expresión que ésta exige de sus practicantes. El conocimiento científico además libera del miedo, y despoja así de un arma muy efectiva a quienes viven de la explotación de la ignorancia y de los temores ajenos. Quien tenga una cultura científica, aunque sea somera, estará inmunizado contra el virus de la charlatanería, y podrá rechazar el pensamiento mágico manipulador.

Es interesante conocer lo que Shawn Glynn y Denise Muth (“Reading and Writing to Learn Science: Achieving Scientific Literacy”) refieren sobre lo que la American Association for the Advancement of Science considera que es una persona con cultura científica (*scientifically literate*): aquella que tiene conciencia de que la ciencia, las matemáticas y la tecnología son empresas humanas interdependientes; comprende los conceptos y los principios clave de la ciencia; está familiarizada con el mundo natural y reconoce tanto su diversidad como su unidad; y utiliza el conocimiento científico y la manera científica de pensar para propósitos individuales y sociales.

Cabe mencionar aquí la búsqueda de la integración de ciencias y humanidades (a la Snow, a la Brockman o a la Wilson), para la cual la divulgación es el instrumento más idóneo. En *Consilience*, Edward O. Wilson muestra que las dos grandes ramas del conocimiento, las ciencias naturales y las ciencias sociales, deben ser intrínsecamente compatibles, y que ambas se beneficiarán en la medida en que sus modos de explicación causal se hagan consistentes, lo cual implica una mayor amplitud de miras para el término *cultura científica*.

Si además consideramos que la adquisición de cultura puede ser algo agradable, una visión muy diferente de la finalidad de la divulgación de la ciencia es la que se fija en su capacidad de deleitarnos, ya sea porque nos asombra, nos revela cuestiones profundamente humanas, nos ubica en el universo, o simplemente nos resulta placentera.

John Carey, editor de *The Faber book of science*, piensa que el propósito de la divulgación (*science writing*) es hacer la ciencia inteligible a los no científicos, y que para ello debe estar muy bien escrita, integrar el conocimiento científico necesario para comprender el tema, y ser clara para quien no tenga una amplia educación en ciencias.

Los científicos a menudo no son buenos para juzgar esa inteligibilidad, y no tendrían por qué serlo. Son especialistas y se comunican con sus colegas, aunque también con la industria, el gobierno, los comités de evaluación y estímulos, pero siempre en un nivel superior al del público general. Hay muchos libros y artículos escritos por científicos, dirigidos al lector común, pero que terminan incluyendo tecnicismos ajenos a los

no científicos. Afortunadamente, se congratula Carey, la “ciencia popular” ha mejorado inmensamente en el siglo XX. Escritores como Asimov, Gardner, Sagan, Jay Gould, Medawar, Wolpert y Dawkins han transformado el género, combinando conocimiento experto con la intención de ser comprendidos, y puentesando la brecha de la inteligibilidad para deleitar e instruir a miles de lectores. El reto para los escritores de ciencia popularizada es enorme; en el proceso, han creado una nueva clase de literatura, distinta de las anteriores formas literarias, y fuente de placeres diferentes. El éxito de estos libros es un logro notable y sin precedentes, y de ninguna manera pueden éstos suponerse inferiores a novelas, poemas y otros representantes de los géneros tradicionales. Las obras son tan informativas como disfrutables.

Carey afirma que el modo explicativo es el espíritu de la divulgación, por lo cual el problema central para los divulgadores es cómo explicar. ¿Cómo hacer la ciencia inteligible a los no científicos? Hay quienes afirman que ni siquiera se puede. Por ejemplo, Richard Feynman ha dicho que intentar dar a los legos una idea de lo que es la ciencia moderna es como explicar a los sordos lo que es la música.

La gente no se interesará por la ciencia, concluye Carey, diciéndole que si continúa rechazándola con desdén su país enfrentará una declinación económica (lo que bien podría suceder), sino demostrándole mediante la buena divulgación que las promesas de placer y autorrealización son ciertas. Y la nueva generación de escritores de ciencia popularizada (la misma a la que se refiere John Brockman) es la avanzada de esa campaña: “la gratificación de saber”.

Instrumento de participación ciudadana

Manuel Calvo menciona entre los “Objetivos de la divulgación de la ciencia” la creación de una conciencia científica colectiva para reforzar la sociedad democrática; una función de cohesión entre los grupos sociales; ser factor de desarrollo cultural; aportar al incremento de la calidad de vida; incidir en la política científica; informar a la sociedad sobre los riesgos a los que está expuesta; funcionar como complemento de la enseñanza.

Tras enunciar la ya conocida idea de que es necesaria y urgente la alfabetización científica debido a la influencia creciente de la ciencia y la tecnología en el individuo y en la sociedad actual, el mismo Calvo, en “La divulgación de la ciencia, un instrumento al servicio de la democracia y el equilibrio cultural”, se pregunta cómo podría la opinión pública,

ignorante, atrasada y desinformada, influir en la ciencia. Es necesario, dice, promover la comprensión pública de la ciencia para mejorar y enriquecer la democracia, y que todos participen de los beneficios del conocimiento. Se debe reducir la distancia entre los creadores del conocimiento y el público con el fin de lograr la participación reflexiva en la dirección de la sociedad. Los ciudadanos no deben depender únicamente de los expertos para tomar decisiones; hay que poner a disposición de la gente los instrumentos para combatir la desinformación. La práctica del periodismo científico tiene pues una dimensión política: la divulgación debe ser un instrumento para democratizar los saberes. La sociedad debe señalar qué recursos invertir, evitar las aplicaciones nocivas de la ciencia y advertir de los peligros tecnológicos.

Con una visión muy idealista y extremadamente ambiciosa, Calvo afirma que los periodistas científicos tienen como misión combatir los sistemas sociales injustos; evitar que el saber sea un factor de desigualdad; acortar la brecha entre países ricos y pobres; luchar contra la dependencia tecnológica mediante una divulgación intensa, sistemática, amena y de fácil comprensión. La divulgación es prioridad nacional; es una necesidad social y los periodistas científicos deben desempeñar el papel de conciencia popular.

Javier Flores ("La difusión puede ser pieza clave de las políticas públicas") propone desde el año 2000 que la difusión (divulgación) de la ciencia es un elemento que debe ponerse en juego en el desarrollo de las políticas públicas de ciencia y tecnología; se espera con esto la generación de apoyos y el avance del desarrollo científico del país. Para impulsar lo anterior pueden ayudar medidas como la inclusión en la legislación respectiva de apartados específicos sobre la difusión de la ciencia.

Son funciones de la divulgación, según Flores: 1. Hacer de puente entre distintos sectores sociales (en particular ciencia-industria-gobierno) buscando la construcción de un lenguaje común y objetivos comunes. 2. Ser el medio para poner a la población al tanto de los avances del conocimiento. Se espera que esto sirva para aumentar la productividad y por tanto la competitividad de la industria, así como para dar cabida a las expresiones sociales en torno a la ciencia, asunto compatible con una sociedad democrática.

A decir del autor, para cumplir mejor su cometido la divulgación debe tener presencia continua dentro de las políticas públicas en declaraciones y acciones. Debe hacerse un diagnóstico de su estado; aumentar el número de especialistas en divulgación con programas de formación (posgrado); convencer a los medios de la importancia de los contenidos

científicos; crear aprecio por la labor de divulgación mediante fomentos como el SNI (Sistema Nacional de Investigadores).

Un ejemplo del impulso político a la labor se encontraba ya en la Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica (1999): “Se promoverá la divulgación de la ciencia y la tecnología con el propósito de ampliar y fortalecer la cultura científica en la sociedad”. Desafortunadamente, a casi diez años de aparecida la ley, y poco menos el texto de Flores, la línea ha quedado en letra muerta.

Es interesante exponer aquí las reticencias de Philippe Roqueplo y Pierre Fayard, dos de los principales representantes del movimiento CSP (comunicación científica pública), sobre el tema. Con la publicación de *Le partage du savoir* en 1974 y “A propos de micro-ondes ou l’impertinence scientifique” en *Diffusión et appropriation du savoir scientifique: enseignement et vulgarisation* en 1983, Roqueplo sentó las bases para una crítica sombría a lo que pretende la vulgarización y lo que realmente es. La vulgarización no hace sabia a la gente, afirma el autor; sólo logra cierta forma de presencia de las ciencias en la cultura. Es necesario popularizarlas para permitir su control en forma democrática; que los ciudadanos participen en los grandes debates nacionales y que puedan apreciar la influencia de las ciencias y la tecnología en su vida diaria. Esto ya se ha dicho; sin embargo, ¿es posible *apropiarse* del conocimiento científico que, para la mayoría, es una caja negra?

El saber está ligado al poder. Vivimos en una tecnocracia en manos de expertos que rigen de alguna manera el sistema económico. La ciencia confiere poder sobre la naturaleza y por tanto sobre la sociedad. Hay una ideología que erige esa competencia al nivel de valor cultural número uno y que asienta su autoridad social. Y el abismo entre las dos culturas hace problemático el control social de la ciencia. Así, sólo la democratización del saber hace posible una verdadera democracia. ¿Pero en verdad se desea el reparto del saber?

No por parte del *establishment*, dice Roqueplo, porque la jerarquía se opone a la transferencia del saber, que se transformaría en crítica a las atribuciones de la ciencia (recordemos los orígenes del movimiento PUS). Se limita a la adquisición estrictamente controlada de competencias individuales y limitadas, para evitar el cuestionamiento ampliado. Pero esta estructura exige dispositivos que brinden la ilusión de un reparto democrático del saber, ilusión necesaria para justificar ideológicamente la estructura jerárquica. A esto no pueden escaparse los divulgadores: no pueden superar esta contradicción que deriva de la significación sociopolítica de la función cultural que pretenden cumplir.

El reparto del saber es un problema fundamentalmente político. El problema no viene desde la enseñanza escolar, como pretenden los divulgadores, sino desde el sistema mismo. En su estado actual, cierra el autor, la divulgación de la ciencia no puede repartir el saber.

En el mismo sentido se pronuncia Pierre Fayard en *La communication scientifique publique*. Se pregunta no sólo si la vulgarización es una misión imposible, sino asimismo si sus efectos son más bien “perversos”. La comunicación de la ciencia, como cualquier operación de comunicación, puede tener detrás una intención ideológica; al enfatizar la eficacia, el rigor y la objetividad de la ciencia, puede lanzar mensajes ideológicos envueltos en el manto de una falsa neutralidad. Otro efecto degenerado sería que, al contrario de lo que pretende, puede reforzar el distanciamiento entre la ciencia y el público al hacerle ver la superioridad de la ciencia y de los científicos.

La mayoría de los textos actuales sobre la divulgación de la ciencia abordan casi exclusivamente su dimensión sociopolítica. Tal pareciera que ya es el único objetivo que se le reconoce a la labor; y así como antaño se dejaba de lado esta característica, por ignorancia o voluntariamente, hoy la politización prima, si no por convencimiento por corrección política, sobre cuestiones profesionales igualmente relevantes. Es necesario destacarlo y preguntarnos si los estudios CTS, con su recurso a la noción de “controlar a la ciencia”, van de paso a controlar a la divulgación.

IMPORTANCIA DE LA DIVULGACIÓN

Sea cual fuere el objetivo, ya no es materia de discusión lo valioso que es divulgar la ciencia: científicos, comunicadores, filósofos, historiadores, sociólogos y políticos, entre otros muchos participantes de la amplia actividad científica, le asignan un papel clave en el desarrollo de una nación. Si atendemos al traslape de ideas de los movimientos PUS y CSP, hay una cadena de razones que lo sustentan:

- La ciencia es parte de la cultura universal.
- La ciencia es una manera de conocer el mundo que ha resultado muy exitosa.
- La ciencia y la tecnología desempeñan un papel crucial en las sociedades actuales.
- La prosperidad de las naciones descansa en la ciencia y la tecnología.

- La industria nacional será más competitiva si los administradores y tomadores de decisiones entienden mejor qué es la ciencia.
- La ciencia debe ocupar más espacio en los medios.
- Los científicos deben aprender a comunicarse con el público.
- El público financia ciencia y tecnología con sus impuestos.
- Los ciudadanos no pueden permanecer al margen de los debates.
- La divulgación es necesaria para tener acceso a la información.
- La información es imprescindible para tomar decisiones democráticas.
- La información es básica para tomar decisiones personales.
- Comprender la naturaleza es una fuente de gozo personal.

En efecto, la cultura de nuestro tiempo está completamente marcada por la ciencia. Pero es necesario interrogarse, dice Fayard (*La comunicación pública de la ciencia*), sobre el grado de libertad dejado a los responsables científicos, industriales y políticos frente a los asuntos de fondo que afectan a todo el planeta. El acceso a las fuentes de información y su puesta en perspectiva son condiciones indispensables para ejercer el control social sobre los expertos; esto permite debates abiertos, un diálogo público entre los diferentes implicados en una cuestión. De esta manera, según dice, se reducirán las posibilidades de abusos de autoridad tecnocráticos. La comunicación pública de la ciencia reivindicará los intereses de los no especialistas para equilibrar el poder de los expertos, a los que la opinión pública ha entregado antes su confianza porque son “los que saben”, asunto donde la vulgarización ha intervenido como legitimadora de este *statu quo*.

Nadie puede negar que el conocimiento es poder, y la divulgación es importante porque puede lograr que éste se reparta de modo que las sociedades se acerquen al ideal democrático. Pero la ciencia no es sólo conocimiento: es una manera de pensar. Marcelino Cereijido (“El vulgo para el que se divulga”) insiste en denunciar que, en nuestro medio, los divulgadores suelen divulgar sólo cosas, hechos y fenómenos, pero casi nadie divulga qué es la ciencia en sí, qué es lo que distingue al conocimiento científico de cualquier otro, y por qué los países del primer mundo tienen ciencia y rigen los destinos del resto del mundo, que tiene investigación pero no ciencia.

Divulgar la ciencia es importante porque hace accesible a los no científicos los hallazgos de la ciencia. Pero hay otra razón: la ciencia es más que un cuerpo de conocimiento: es una forma de ver el mundo.

Hemos creado una civilización global donde los elementos más cruciales dependen profundamente de ciencia y tecnología, y al mismo tiempo,

advierte Carl Sagan (*The demon-haunted world: science as a candle in the dark*), muy pocos las entienden. En muchos países (particularmente en Estados Unidos) el denominador común de los influyentísimos medios son la seudociencia y la superstición, en particular una especie de celebración de la ignorancia. De un tiempo acá el desconocimiento de la ciencia se ha vuelto políticamente correcto; pero la ciencia es un intento muy fructífero de entender el mundo; es, en pocas palabras, lo que se sabe, y la única alternativa es la ignorancia.

Mucha de la miseria humana, dice Sagan, es causada no tanto por estupidez sino por ignorancia, particularmente de nosotros mismos; y el conocimiento no surgirá de nuestros prejuicios, ni de la superstición ni de la seudociencia. La ciencia nos lleva a una comprensión de cómo es el mundo, en lugar de cómo nos gustaría que fuera; sus hallazgos no siempre son satisfactorios y a veces son muy complejos y difíciles de entender.

Hay mucho que la ciencia desconoce; tampoco es un instrumento perfecto, pero es el mejor que tenemos: es como la democracia. La ciencia nos invita a considerar los hechos aun cuando no se conformen a nuestras preconcepciones. Tiene un mecanismo de autocritica, de corrección de errores. Nada se sabe con absoluta certidumbre, aunque ésta sea una aspiración humana y la pretensión de algunas religiones. No hay preguntas prohibidas ni verdades sagradas. La ciencia desconfía de los argumentos autoritarios: todos deben probar sus supuestos.

Para Sagan, hay cuatro principales razones para llevar la ciencia, por cualquier medio y en un esfuerzo concertado, a cada ciudadano:

- Para las naciones en desarrollo, la ciencia puede ser la ruta ideal para salir de la pobreza y la marginación.
- La ciencia nos alerta sobre los peligros que implican las tecnologías que alteran el ambiente.
- La ciencia aborda las más profundas cuestiones sobre nuestro lugar en el universo.
- Los valores de la ciencia y de la democracia son a menudo indistinguibles.

Pero quizá sea Jorge Wagensberg (“El herrero y el biólogo”) quien ha sintetizado de manera más contundente la importancia de la divulgación:

El conocimiento científico tiene dos aspectos: su producción y su transmisión. Lo importante de verdad es percatarse de que ambos aspectos influyen

por igual en la convivencia en este planeta. Enunciémoslo así: la comprensión pública de la ciencia no es ni un miligramo menos trascendente para el futuro de la humanidad que la comprensión científica que del mundo puedan tener los propios científicos.

Comprensión pública de la ciencia (uno) y generación de opinión científica (dos); he aquí unos objetivos en principio alcanzables. A lo mejor ya no son aplazables.

Y si atendemos a otra esfera de la experiencia, dice Richard Dawkins en *Unweaving the Rainbow* que la ciencia puede ser tan fuente de inspiración como cualquier otra manifestación admirable del intelecto, y la divulgación puede ayudar a revelarla. Para abundar en las metáforas musicales de la divulgación, propone que uno puede aprender a apreciar la música sin ser capaz de tocar una sola nota. ¿No podríamos aprender a pensar de la misma manera respecto a la ciencia? Por supuesto que es importante que mucha gente valiosa aprenda y haga ciencia. Pero, ¿no podríamos también divulgar ciencia como algo para regocijarse en ello, como aprender a escuchar música en lugar de esclavizarse para tocarla?

La divulgación es importante para todos por su trascendencia social y, para algunos, porque además satisface intelectualmente a quienes la hacen y a quienes la reciben.

.2.

LA EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO *DIVULGAR*

EL ORIGEN DE LA DIVULGACIÓN

En el capítulo anterior abordamos el problema de la indefinición del quehacer y de los objetivos de la divulgación. Sucede que queremos definir con precisión una actividad que, como veremos posteriormente, no tiene un método propio, no se aprende de manera convencional, y cuyos resultados no podemos conocer con certeza. Un quehacer diverso en sus manifestaciones y multidisciplinario por naturaleza.

Hay diversidad de manifestaciones de la divulgación porque hay infinidad de motivos para hacerla y, por tanto, de formas de realizarla: para subvertir el *statu quo*, como tarea democrática, como labor cultural, como mercancía, semejante a un arte; para apoyar a la ciencia, promover vocaciones, como educación no formal para rellenar lagunas escolares; para brindar información útil, lograr una vida mejor, influir en las decisiones políticas; por el deseo de compartir, como labor crítica, por mero gusto.

Muchos aprendices y practicantes de la divulgación se enfrentan a la inseguridad que causa la ausencia de una definición, cosa que, como ya dijimos, no ocurre en general con las ramas de la ciencia y de las humanidades. Definir termodinámica o sociología, en cuanto a sus objetos y

principios, no presenta mayores problemas. En la vida académica esta claridad se plasma en métodos, en materias o carreras y grados, en profesiones y en vehículos especializados para comunicar resultados, en un conjunto de textos reconocidos por toda una comunidad. La divulgación de la ciencia carece de todas esas convenciones y conveniencias de la unicidad; se trata de una multidisciplina plasmada en un continuo que va desde una fuerte relación con la enseñanza hasta un arte semejante a la literatura: *el arte de comunicar la ciencia*.

En última instancia, la causa de muchas tribulaciones de los divulgadores es el desconocimiento de un proceso evolutivo, de un desarrollo histórico de la divulgación. La diversidad, por un lado, y la eventual especialización (p. ej., ya se puede anticipar una divulgación especializada en temas bioquímicos por medios audiovisuales) están ligadas a su vez al origen y a la evolución de este quehacer.

Divulgar es un concepto que ha variado en el tiempo. Por ejemplo, podríamos pensar que el calificativo “subversivo” aplicado a la divulgación es contemporáneo, producto de aires progresistas; mas no es así, pues es lo que ha caracterizado a la labor desde sus orígenes. La divulgación de la ciencia se inicia (y sigue siéndolo, en cierto sentido) como una subversión contra la acumulación del conocimiento en unas cuantas manos. La ciencia moderna surge apenas en el siglo XVII y cobra su carácter institucional hasta bien entrado el siglo XIX. La influencia de la ciencia en la vida humana, ahora innegable, no fue evidente sino hasta ese siglo. La labor de divulgación como ahora la conocemos no tiene más de sesenta años y, sin embargo, pretendemos una definición diáfana y concisa. No sólo eso; pretendemos resultados inmediatos y sin retroceso en el público, un cambio rápido en su manera de pensar, en su “comprensión y apreciación” de la ciencia. Como no vemos ese cambio nos declaramos, si no derrotados, al menos en crisis: ¿sirve de algo lo que hacemos? Y volvemos a preguntar: ¿qué es lo que hacemos?

Para aliviar en algo nuestras dudas tendríamos que ver y ejercer la divulgación desde una perspectiva histórica; para ubicar la divulgación en el tiempo, es preciso saber cuándo nació, es decir, por qué surgió la idea de “hacer accesible el conocimiento científico”. La respuesta más inmediata se encuentra en las características de la ciencia y de su lenguaje, y justamente en éstas estriban las principales dificultades de su comunicación.

Al abordar la naturaleza de la ciencia no se trata aquí ni por asomo de suplantarse unos buenos cursos de filosofía de la ciencia y de epistemología, indispensables para la formación de un divulgador; tampoco, en referencia al lenguaje científico, nos proponemos invadir los terrenos

de la lingüística. Sólo intentamos esbozar algunas de las razones que dificultan enormemente la labor.

El crecimiento de la empresa científica

En su conocida obra *The Age of Science*, David Knight define la ciencia como una manera de conocer el mundo, con preguntas y respuestas definidas, que se originó en su forma moderna en Europa occidental hacia el siglo XVII. La invención de la imprenta hizo de la ciencia conocimiento público, en el sentido de que sus resultados podían reproducirse con exactitud y circular rápida y ampliamente, de modo que aquél se volvió acumulativo. Al fundarse las primeras revistas científicas y las primeras academias de ciencias en la segunda mitad del siglo XVII, se le dio forma institucional a la nueva actividad. Hacia fines del XVIII la ciencia era ya una ocupación profesional.

Durante el XIX, la empresa llegó a su madurez; fue un siglo de grandes síntesis (las leyes de la termodinámica, la teoría de la evolución, la tabla periódica), pero también uno de especialización, y se establecieron fronteras entre las ramas de la ciencia. Surge el “cientificismo”, es decir, la idea de que la ciencia es la guía de toda argumentación y ha de proporcionar la respuesta a cualquier pregunta razonable; dichas respuestas son “verdades” y el método científico conduce a certidumbres. (Richard Dawkins menciona que *cientificismo* es una palabra ofensiva en el léxico intelectual de hoy.) La ciencia se volvió agente de cambio social; debido a su éxito, cobró autonomía y tomó el control de sí misma.

La construcción de la ciencia ha requerido tanto de la acumulación de experiencias como de su comunicación. Para diseminar el conocimiento hubo necesidad, ya desde el XVII, de un lenguaje que expresara “la esencia de las cosas”; unívoco, claro y preciso, que además se ajustara al crecimiento y la especialización de cada rama de la ciencia. El latín ya no parecía adecuado para la nueva empresa científica, y su abandono paulatino implicó que los hombres de ciencia hablantes de lenguas diferentes ya no pudieran entenderse unos con otros: era necesario construir un lenguaje internacional, que ya las matemáticas tenían en números y símbolos. Una manera de construir ese lenguaje fue adoptar convenciones que llevaran a fórmulas definidas, y a utilizar símbolos y matemáticas, pero necesariamente acudiendo al lenguaje natural.

Así, narra por su parte Luis Estrada (Lenguaje científico y lenguaje común), se creó un lenguaje especializado, el *lenguaje científico*, para describir objetos y fenómenos en distintas escalas, descripción que requiere

de conceptos muy distintos a los formados a partir de la experiencia cotidiana y que difícilmente se da de manera sencilla y compacta. Se necesitan palabras en cuya definición intervienen elaborados antecedentes, que no siempre son nuevas y a las que los científicos extienden su significado o le añaden uno nuevo.

A principios del siglo XX, cuando el desarrollo de la física llegó a un punto donde los problemas tenían que ver con escalas millones de veces menores o mayores que las escalas que permiten describir fenómenos correspondientes a la experiencia humana directa, los resultados del nuevo conocimiento de la naturaleza empezaron a tener cada vez menos significado para la mente humana. Se encontró entonces por primera vez que no podía darse con el lenguaje ordinario una adecuada descripción de los fenómenos situados en una escala muy pequeña o muy grande y que debían cambiarse los significados originales, completamente intuitivos, de tiempo, espacio y masa por conceptos formales que van en contra del sentido común. Poco tiempo después resultó también que incluso la noción de causa y efecto no era útil para explicar sucesos al nivel subatómico. La ciencia, a pesar de ganar muchas más perspectivas al abandonar ideas tales como que la masa se conserva, el espacio es recto, el tiempo es absoluto, y que los sucesos están relacionados, tuvo que pagar un precio muy alto por esa infracción del sentido común. (Gunther S. Stent, *Las paradojas del progreso*.)

Para Carlos López Beltrán (“Fronteras: sobre el lenguaje común y el lenguaje científico”), “El lenguaje de las ciencias induce cambios, reajustes, rupturas en los lenguajes naturales. [...] No hemos comprendido el efecto acumulado de varios siglos de complejidad y especialización en las ciencias sobre el estratificado y topológicamente complejo espacio de la lengua común”.

La imposibilidad de verbalizar la descripción científica de la realidad, dice George Steiner, ha creado dominios separados de experiencia y percepción, lo cual ha tenido consecuencias inmensas. Entre éstas contaremos el nacimiento de la divulgación.

Ciencia y razonamiento cotidiano

Lewis Wolpert (*The Unnatural Nature of Science*) plantea atrevidamente que si algo se conforma al sentido común, casi seguro que no es ciencia, porque el universo no funciona como lo hace el sentido común: no son congruentes entre sí. Nuestros cerebros han sido seleccionados por la

evolución para habérselas con el mundo inmediato que nos rodea. Somos muy capaces para ciertos modos de razonamiento, pero el modo científico no sólo es antinatural (en el sentido de “artificial”, “no espontáneo”): para la mayor parte de la evolución humana también es innecesario. En marcado contraste con su ignorancia de la física, por ejemplo, la mayoría de la gente puede llevar a cabo las acciones más complicadas, como montar una bicicleta, un problema muy difícil en términos newtonianos. La ciencia es aparentemente irrelevante en la vida cotidiana, y éste es uno de los argumentos más fuertes para explicar la distancia entre sentido común y ciencia. Aunque el conocimiento enriquezca nuestra vida y nos permita opinar sobre cuestiones que nos afectan, cualquiera puede vivir sin saber que existe la fricción, o el ADN.

El razonamiento cotidiano basado en el sentido común es natural: intervienen complejos procesos mentales de los que usualmente no nos percatamos pero que nos permiten lidiar con los requerimientos de la vida diaria; sin embargo, no es satisfactorio para la ciencia, pues carece del rigor necesario, de consistencia y objetividad. No somos ni tan lógicos ni tan racionales como suponemos, y además tenemos (incluyendo a los científicos) preferencias; creemos también que las cosas son lo que parecen. Nuestro sentido común está sujeto a cometer errores, sobre todo ante problemas formales o generalizaciones, y cuando la información disponible es limitada.

En la infancia tendemos al pensamiento mágico (las operaciones mentales pueden influir en un evento), al animismo (los objetos tienen volición) y al artificialismo (todo está hecho para un propósito). La experiencia no es tan importante, como lo es en la ciencia, para establecer relaciones de causalidad (causa-efecto). En lugar de tratar a la causalidad como resultado de la experiencia gradual, nuestro sistema de percepciones la da por sentado.

Tenemos problemas al emitir juicios cuando entran en juego frecuencias, probabilidades y representatividad, y opinamos basándonos en información dudosa. Aunque las asociaciones simples son probablemente muy útiles en la vida diaria, tendemos a generalizar y creemos en correlaciones ilusorias; preferimos las explicaciones simples a las complejas, por razones de supervivencia. Seguramente para los primeros humanos fue una ventaja evolutiva aprender sobre el entorno rápidamente e inferir relaciones causales.

La noción de que hay “un método científico” es obsoleta, y el conocimiento que genera la ciencia es de índole provisional. La mayoría de la gente no comprende bien cómo funciona la ciencia, y cuando acepta las

ideas científicas es porque le han dicho que son verdaderas y no porque las entienda. La ciencia es antinatural por dos razones: uno, el sentido común (el razonamiento natural, ordinario) no puede dar cuenta de cómo está construido el mundo. Las ideas científicas son, con raras excepciones, *contraintuitivas*: no pueden obtenerse por simple inspección de los fenómenos y a menudo escapan a la experiencia cotidiana. Segundo, al hacer ciencia hay que ser conscientes de las trampas del razonamiento “natural”, pues el sentido común es propenso al error cuando se aplica a problemas que requieren de un razonamiento riguroso y cuantitativo. Además, para entender la naturaleza antinatural de la ciencia es esencial distinguir entre ciencia y tecnología, pues sus maneras de discurrir son muy diferentes. (Por lo antes dicho, no sorprende que la confusión entre ambas constituya un problema para la divulgación de la ciencia, como veremos en el último capítulo.)

La ciencia no sólo es una manera de pensar que va contra el sentido común, sino que incluso es desconcertante; explica lo familiar en términos de lo desacostumbrado: mucha gente se sorprende al entender por qué un objeto que se deja caer de un avión no aterriza en el punto donde la perpendicular toca el piso, o el hecho de que hay muchas más moléculas en un vaso de agua que vasos de agua en el mar. La ciencia implica enormes diferencias de escala en comparación con la experiencia cotidiana; el tamaño de las moléculas y el tiempo cósmico son un par de ejemplos. En el terreno de la cosmología, las ideas ya ni siquiera son *contraintuitivas* sino de plano *inaprehensibles*, e incluso parecen mágicas o esotéricas. Igual sucede en el mundo de las partículas subatómicas, donde ya no se aplican la *predecibilidad* y la *causalidad* que nos son más familiares.

Esta manera de razonar, tan ajena, da la impresión, sobre todo en la cosmología, de que algunos discursos científicos no tienen por objeto los hechos sino las palabras.

Las especulaciones relacionadas con las supercuerdas, los *twistors* y los universos alternativos –escribe Feyerabend– no consisten ya en formular hipótesis que se comprueban luego, sino que se asemejan más bien a la elaboración de una lengua que satisface ciertas condiciones muy generales y, luego, al utilizar los términos de este lenguaje, guardan semejanza con la construcción de una historia hermosa y convincente. (Citado por Bernardo Bolaños en *Argumentación científica y objetividad*.)

La ciencia se construye en comunidades humanas mediante operaciones lingüísticas, dice Bolaños: Popper y Kuhn coinciden en que el

mundo es objetivado mediante el lenguaje. Pero el lenguaje de la ciencia que da cuenta de teorías científicas, entidades matemáticas y conocimiento teórico en su conjunto no es una mera invención retórica. Los científicos deben argumentar (la ciencia puede ser considerada como el modelo más acabado y riguroso de argumentación racional y en esto se basa la noción de conocimiento objetivo) y trabajar con el lenguaje para traducir sus experiencias, pero el lenguaje no es un instrumento que se preste a cualquier uso arbitrario.

Los textos científicos se caracterizan porque reciben su fuerza de otros textos científicos a los que transforman, es decir, por su intertextualidad o carácter acumulativo. A diferencia de la ficción, la ciencia no se reduce al texto y permite movilizar una realidad exterior a éste: permite intervenir.

El lenguaje científico

Así pues, no es fácil explicar ideas científicas en el lenguaje ordinario; como ya se dijo, no hay traducción posible; y aunque no se expresen matemáticamente, las ideas pueden ser igualmente complejas y estar construidas con base en numerosos antecedentes técnicos.

Citemos nuevamente a G. S. Stent, cuando se refiere al problema del lenguaje que ya había abordado Niels Bohr al decir que nuestra base de comunicación es el lenguaje desarrollado para orientarnos en nuestro medio y para la organización de las sociedades humanas, pero que con el aumento de la experiencia científica se han hecho insuficientes los conceptos y las ideas que están incorporados en el lenguaje diario. Según Bohr, los modelos que ofrece la ciencia moderna como explicaciones de la realidad son representaciones figurativas construidas con esos conceptos vulgares, y esta forma de proceder fue eminentemente satisfactoria mientras se trataba de explicaciones sobre fenómenos que eran comparables en magnitud con los sucesos que forman nuestra experiencia de cada día. A lo que Stent comenta:

Surgieron dificultades para nuestra propia orientación en un campo de experiencia lejano de aquel para cuya descripción estaban adaptados nuestros medios de expresión, ya que resultó que la descripción de fenómenos en este campo mediante el lenguaje normal de cada día conduce a contradicciones o a figuras de la realidad mutuamente incompatibles. Para resolver esas contradicciones, el tiempo, el espacio y la masa tuvieron que ser desnaturalizados en conceptos generales cuyo significado no se parece en nada

al proporcionado por la intuición. A la larga, resultó también que la noción intuitiva de causa y efecto, noción básica para el concepto de “ley natural”, no es útil para explicar sucesos al nivel atómico y subatómico. Todo ese desarrollo fue la consecuencia del descubrimiento de que el uso racional de los conceptos lingüísticos intuitivos para la comunicación de experiencias, realmente encierra presuposiciones que hasta ahora eran desconocidas. Y son esas presuposiciones las que conducen a contradicciones cuando se intenta comunicar sucesos fuera del dominio de la experiencia.

Es cierto que el campo de acción de la ciencia aumentó enormemente al reconocer las deficiencias del lenguaje ordinario y al desnaturalizar el significado intuitivo de algunos de sus conceptos básicos, pero la ciencia paga por ello un precio muy alto (y no se diga la divulgación), ya que aunque se hizo posible una explicación científica mucho más exhaustiva y unificada de la experiencia, a decir de Stent, esa explicación se parece cada vez más a la metafísica.

En su artículo “Fronteras: sobre el lenguaje común y el lenguaje científico” Carlos López Beltrán nos recuerda que “cualquier escrito científico del siglo XVIII es por lo común un gozo. La voluntad de estilo, la cortesía y pulcritud con la que el lector es recibido en él, saltan a la vista. Rara vez hay un gesto arrogante o una fórmula enigmática gratuita que distancie al lector. [...] Las relaciones entre indagar, experimentar, especular, calcular y escribir, eran fluidas, automáticas, incuestionadas”. El avance del conocimiento empírico estaba atado de modo indisoluble a la capacidad del lenguaje expresivo.

Para López Beltrán, el siglo XX fue testigo de la fractura definitiva entre ambos lenguajes. Al diversificarse la tecnociencia, las comunidades científicas, en aras de “conservar la verdad, la precisión, la eficacia de los hallazgos teóricos y experimentales”, decidieron aislarlos en una “densa capa de neohabla”. Se acabó la buena escritura como un medio compartido, de modo que es casi imposible, “una especie de monería”, que un investigador científico escriba sus ideas con estilo y en un lenguaje común no especializado.

Tenemos, pues, el problema de trasladar los conceptos de una construcción teórica abstracta a un lenguaje natural. Y éste constituirá uno de los mayores retos del divulgador: localizar lo trasladable, e inventar los recursos para hacerlo.

Dice Knight que solemos hablar de *ciencia*, en singular, sin tener en cuenta que hoy día se trata de una actividad fragmentada; existen diversas ciencias cuyas fronteras pueden ser o muy rígidas o difuminadas.

El entrenamiento de los nuevos cuadros y los métodos de investigación son diferentes; esto se refleja también en el lenguaje.

También hablamos de la “comunidad científica”, pero ésta es más bien una idealización: puede que haya algunos temas donde todos los científicos activos estén de acuerdo, pero no en muchos. Las comunidades reales tienen orientación disciplinaria, y con el crecimiento exponencial de la ciencia se han vuelto más especializadas. Nadie hoy en día es capaz de estar enterado con detalle de toda la química, por ejemplo; aunque alguien podría de vez en cuando asistir a un enorme congreso general de química, se interesaría más por las ponencias dedicadas a su rama particular.

Lo anterior se hace evidente en el vocabulario: el lenguaje de la ciencia toma prestadas palabras del lenguaje ordinario, pero algunas, como *campo*, *elemental* y *familia*, se empezaron a usar a fines del XIX en sentidos diferentes en física, química o biología. Al crecer la empresa científica, este aspecto se hizo más prominente; y no sólo se ensancharon las brechas entre físicos, químicos, biólogos, geólogos, etcétera, sino que se abrieron también entre ramas de una misma ciencia.

Aprender ciencia es en parte aprender un lenguaje cargado de teoría; al enseñarnos a usarlo, nos enseñan a ver el mundo de una cierta manera. Incluso lo que aparenta ser una mera descripción ya lleva implícita una selección, influida por la teoría, de lo que son las características importantes a describir (esto sucede en cierto modo también con los lenguajes ordinarios). En las ciencias donde el grado de abstracción y carga teórica es mucho mayor, esa “mera descripción”, si no imposible, es muy rara.

Todo lo antes dicho se puede reconocer en los siguientes resúmenes tomados de revistas especializadas, publicados durante 2006 en el idioma internacional de la difusión de la ciencia.

Retinoic acid signalling in node ectoderm and posterior neural plate directs left-right patterning of somitic mesoderm

Somitogenesis requires bilateral rhythmic segmentation of paraxial mesoderm along the antero-posterior axis¹. The location of somite segmentation depends on opposing signaling gradients of retinoic acid (generated by *retinaldehyde dehydrogenase-2*; *Raldh2*) anteriorly and fibroblast growth factor (FGF; generated by *Fgf8*) posteriorly^{2, 3}. Retinoic-acid-deficient embryos exhibit some left-right axis asymmetry^{4, 5, 6}, but it remains unclear how retinoic acid mediates left-right patterning. Here, we demonstrate that retinoic-acid signaling is uniform across the left-right axis and occurs in node ectoderm but not node mesoderm. (Sirbu, IO, Duester G., *Nat. Cell. Biol.* 8(3), 2006.)

Experimental study of coherence vortices: local properties of phase singularities in a spatial coherence function

By controlling the irradiance of an extended quasimonochromatic, spatially incoherent source, an optical field is generated that exhibits spatial coherence with phase singularities, called coherence vortices. A simple optical geometry for direct visualization of coherence vortices is proposed, and the local properties and the spatial evolution of coherence vortex are experimentally investigated. To our knowledge, this is the first direct and quantitative experimental measurement of a generic coherence vortex. (Wei Wang *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* 96, 2006.)

Flavonoid 3' -O-methyltransferase from rice: cDNA cloning, characterization and functional expression

Plant O-methyltransferases (OMTs) are known to be involved in methylation of plant secondary metabolites, especially phenylpropanoid and flavonoid compounds. An OMT, *ROMT-9*, was cloned and characterized from rice using a reverse transcriptase polymerase chain reaction (RT-PCR). The blast results for *ROMT-9* showed a 73% identity with caffeic acid OMT from maize and *Triticum aestivum*. (Kim BG *et al.*, *Phytochemistry* 67(4), 2006.)

- a) Obviamente es posible traducir los textos anteriores del inglés al español; obsérvese, sin embargo, que la “sintaxis” actual del lenguaje científico compacta al máximo la información que comunica: *retinoic-acid mediates left-right patterning*. La traducción directa al lenguaje común es imposible a menos que comprendamos, explicitemos y contextualicemos no sólo los términos sino los conceptos.
- b) Prácticamente cualquier expresión en los textos anteriores ejemplifica la carga teórica del lenguaje científico: *methylation of plant secondary metabolites*.
- c) Nótese, además de las numerosas citas bibliográficas, la gran cantidad de acrónimos, abreviaturas y términos especializados, cuyo desglose no basta para comprender lo que implican: *Fgf8*, *ROMT-9*, *fibroblast*, *quasimonochromatic*; ¿qué significan los “prefijos” *O* y *c*?
- d) Se utilizan palabras del lenguaje común cuyo significado ha sido “desnaturalizado”: *signaling*, *field*, *secondary*. Nótese también el fenómeno contrario: *clone*: clon, ya utilizado en la vida cotidiana. Y no sólo eso, cada rama utiliza esas mismas palabras en sentidos diferentes: *spatial evolution*.
- e) Los países a la vanguardia de la investigación científica imponen su lengua en la formación de las nuevas palabras científicas (con el uso

de raíces grecolatinas casi extinto), dando lugar no sólo a términos y acrónimos lexicalizados que dejan de traducirse en aras de la comunicación (*cdna*, *dehydrogenase*), sino incluso a deformaciones gramaticales: *retinoic-acid defficient embryos* como “embriones ácido-retinoico deficientes”.

Otras características de la ciencia que inciden también en el lenguaje son su renovación permanente y la creciente especialización. Esto requiere de un lenguaje flexible, y aunque el español es un idioma rico y poderoso, no se presta tan fácilmente a innovaciones. He aquí una traducción del tercer extracto:

La 3'-O-metiltransferasa de los flavonoides del arroz: clonación, caracterización y expresión funcional del cADN

Se sabe que las O-metiltransferasas (OMT) de las plantas están implicadas en la metilación de los metabolitos secundarios de las plantas, especialmente de los compuestos fenilpropanoides y flavonoides. Una OMT del arroz, la ROMT-9, fue clonada y caracterizada usando una reacción en cadena de transcritpasa polimerasa inversa (RT-PCR). Los resultados BLAST de la ROMT-9 mostraron 73% de identidad con la OMT del ácido caféico del maíz y del *Triticum aestivum*.

Más aún, comprender una ciencia es un proceso jerárquico: es muy difícil entender los conceptos más avanzados si no se han dominado los conceptos básicos. A menudo es, incluso, difícil poner los conceptos en lenguaje cotidiano, particularmente en la física, donde las matemáticas desempeñan un papel crucial: no necesariamente hay una simple traducción de la formulación matemática a conceptos que hagan sentido en términos de objetos observables, como vimos en el ejemplo de la fuerza gravitacional. No se puede hacer una traducción de las fórmulas matemáticas a conceptos que hagan sentido en términos de los objetos cotidianos que conocemos. Esto es lo que hace que mucha de la física sea inaccesible para la mayoría de la gente. Lo mismo sucede con la química: una buena parte de las fórmulas que expresan relaciones estructurales entre átomos no se traducen fácilmente al lenguaje común. La fórmula del colesterol, por ejemplo, no le dice nada a un ajeno. Por su parte, los conceptos básicos de la biología molecular no son más intuitivos que los de la física, aunque no entrañen matemáticas: la idea de que el ADN es la base física de la herencia parece una de las más fáciles de explicar; sin embargo, es en realidad muy compleja y está construida

sobre un enorme bagaje técnico que requiere no sólo biología sino química y física. Además, esta disciplina en particular, que se desarrolla a un ritmo pasmoso, hace casi imposible para quien no sea superespecialista estar al día en la jerga, como lo muestra el párrafo que hemos “traducido”: *O* significa “orto” y *c*, “complementario”; *blast* (escrito con minúsculas en el original) no es “preliminar”, sino las siglas del programa Basic Local Alignment Search Tool, que sirve para encontrar regiones de similitud local entre secuencias de ADN; las siglas RT-PCR se refieren a dos procesos: la conversión a retrotranscriptasa reversa, y la reacción en cadena de la polimerasa.

Según Wolpert, los intentos de popularizar quizá han fallado más que nada porque no hacen hincapié en dos importantes características de la ciencia: lo que no puede hacer y su índole antinatural. Incluso, algunas de las ideas que han sido popularizadas recientemente, como el caos y las peculiares características de la mecánica cuántica, se han abordado con tintes mágicos y místicos.

¿Cómo puede darse entonces la relación entre el lenguaje científico y el común? Si la ciencia es tan antinatural y por lo mismo lleva a malos entendidos, ¿qué puede hacerse? ¿Cómo comunicar la ciencia? ¿El lenguaje de la divulgación es tan sólo “lenguaje científico simplificado”? ¿O un lenguaje propio? Para responder estas preguntas abordaremos posteriormente la cuestión de la recreación.

EVOLUCIÓN Y DIVERSIDAD DE LA DIVULGACIÓN

Si hojeamos alguna de las antologías históricas de la divulgación, por ejemplo *The Faber book of science*, *Galileo's Commandment*, o la serie “The Best American Science Writing”, observaremos, además de la variedad de autores, estilos y temáticas, concepciones diversas de la labor. Hay compiladores que se remontan a la Antigüedad clásica, con Aristóteles; otros parten del siglo XIX; otros más funden en el término *science writing* cualquier texto que hable de ciencia, ya sea difusión o divulgación, e incluso literatura. Se puede creer, por ejemplo, que Darwin hizo divulgación en *El origen de las especies*, por su escaso uso de jerga y su estilo ameno y hasta literario; se sabe, de las transcripciones de las conferencias de Faraday, que se dirigía a un público lego; se puede suponer que los *Diálogos* de Galileo tenían como destino a cualquier interesado en los debates científicos de la época. Todas estas suposiciones están íntimamente relacionadas con la historia de la comunicación de la ciencia y, por supuesto, con la de la propia ciencia.

Conocer la historia de la ciencia es un recurso muy valioso para los divulgadores y los analistas de la labor. Decíamos que es necesario entender la naturaleza de la ciencia si hemos de propiciar la formación de una cultura científica, y esto implica conocer su origen, su evolución y el desarrollo de las ideas científicas. Ya en el lado más práctico, como después veremos, en los “consejos” o “recetas” a menudo se sugiere abordar los temas científicos desde una perspectiva histórica como ayuda para contextualizar la información, ya que ubicarse en el pasado de la ciencia permite entender los avatares del quehacer científico, pues muestra no sólo sus resultados sino también la construcción de un concepto o teoría, lo que pasa inadvertido cuando sólo se reporta el último pequeño resultado de un amplio campo del conocimiento.

La historia de la divulgación se encuentra apenas en sus comienzos; tenemos acceso por ahora a versiones extensas pero poco profundas, o a enfoques muy concentrados en el espacio, en el tiempo, en una temática e incluso en un medio. Si hemos de ser justos, debemos decir que las distintas versiones pueden no coincidir una con otra. Cabe aclarar que tampoco aquí pretendemos usurpar el oficio del historiador, sino tan sólo destacar algunos puntos de interés.

Etapas históricas

Para ubicar la divulgación en el tiempo, retomemos una pregunta: ¿cuándo surge la necesidad de “hacer accesible” la ciencia a los no científicos? Debe de haber surgido cuando se distanciaron el lenguaje común y el científico. Independientemente de que la incultura se da en forma generalizada (abarca ciencias y humanidades) y en todas las épocas, la ciencia presenta problemas particulares, como ya analizamos, debido a su manera antinatural de plantear y resolver preguntas, a su abstracción, al simbolismo que utiliza, y a la acumulación del conocimiento que genera. El nacimiento de la divulgación puede haber sido casi simultáneo al de la ciencia moderna, es decir, coincidente con la revolución científica que arrancó con Galileo.

Nada casualmente, algunos divulgadores le adjudican al italiano el papel de precursor de la divulgación por el hecho de haber escrito algunas de sus obras en italiano y en forma de “diálogos muy vivos, que toda la gente un poco letrada podía leer fácilmente”, como dijo Stephen Jay Gould. Sin embargo, la lectura “fácil” se refiere a la forma discursiva, con personajes que representan las posturas opuestas de los argumentos que Galileo quiere proponer y defender, y con descripciones del

entorno; en realidad, para comprender la materia científica de los diálogos galileanos se requiere de un mediano entrenamiento en geometría y mecánica. Podemos decir, con gran dosis de audacia, que la obra de Galileo se ubica en una franja donde se tocan difusión y divulgación. Después veremos cómo la paternidad de la divulgación es adjudicada a distintos personajes por otros tantos divulgadores actuales. Vayamos por ahora al despegue de la ciencia europea en el siglo XVII.

Los filósofos naturales, que después se llamarían *científicos*, podían abarcar una buena parte del conocimiento de la época, lo que se evidencia tras la fundación de la Academie Royale y la Royal Society para fines de esa centuria; el lenguaje era compartido y los pensadores discutían por igual de materias artísticas, filosóficas y científicas. Cuando las autoridades de la Royal Society recomiendan a sus miembros que escriban sus comunicaciones de manera que sean comprensibles, no se refieren al contenido sino al estilo.

Curiosamente, en cercana coincidencia con el despunte de la ciencia moderna, empieza a asomarse en la literatura el personaje del científico, que ya nace rechazado: por fraudulento (el tramposo de *El alquimista* de Jonson), grotesco (el proyectista de la Academia de Laputa en *Los viajes de Gulliver* de Swift) o lastimoso (el arbitrista de *El diálogo de los perros* de Cervantes). Pero todavía, excepto porque invertía el dinero ajeno en sus empresas, no era especialmente maligno ni poderoso a los ojos de los escritores, ecos de la percepción general, aunque sí reacio a dejar su jerga absurda e incomprensible.

El siglo XVII es testigo de un gran triunfo científico: la mecánica newtoniana; empieza por entonces a publicarse el trabajo científico en forma de cartas, no sólo para comunicarlo (difusión) sino por cuestión de derechos de primacía, y a la vez la labor científica comienza a institucionalizarse. La ola newtoniana alcanza el siglo XVIII. En el seno de la nobleza se impone la moda científica, con manifestaciones como los gabinetes de curiosidades, las colecciones de objetos de todo tipo y los salones científico-sociales donde se discuten las nuevas ideas; Alice N. Walters se refiere al espacio público donde se da la intersección de "cortesía y ciencia" ("Conversation pieces: science and politeness in Eighteenth-century England"). Voltaire, Fontenelle, Harris y Algarotti divulgan la física de Newton, a menudo para ponerla al alcance de un público femenino.

Un francés que llegue a Londres encontrará a la filosofía muy cambiada, al igual que todo lo demás. Atrás dejó el mundo como un pleno y ahora lo

encuentra como un vacío. En París se considera que el Universo se compone de vórtices de materia sutil, pero no se observa nada de esto en Londres. En Francia, es la presión de la Luna lo que causa las mareas; pero en Inglaterra, es el mar que gravita hacia la Luna; de modo que cuando pensamos que la Luna debiera de producir marea creciente, aquellos caballeros imaginan que debería ser menguante. Voltaire, “La importancia de Isaac Newton” (1733).

De las historias locales que mencionamos antes, cabe decir que muchas toman como punto de partida los gabinetes de curiosidades, embriones de lo que llegaría a ser el museo de historia natural, así como las exhibiciones experimentales públicas.

Durante el siglo XVIII una parte de Europa vive una era de relativo liberalismo: por primera vez se diferencian religión y ciencia. Las ideas de *bondad natural*, *libertad individual* y *soberanía popular* que preconizan los filósofos hacen eco de la noción de un mundo armónico proveniente de la concepción newtoniana del mundo. La obra más representativa de la época es la *Enciclopedia*, cuyo objetivo no es sólo comunicar información sino cambiar la manera de pensar de la gente. (Notemos aquí que este objetivo lo comparte hoy la “tercera cultura”.) Se realiza una divulgación característica de la Ilustración: dirigida a cualquiera, sin erudiciones y en lenguaje ordinario; es necesario matizar que su receptor es una idealización, pues no cualquiera puede leerla y menos adquirirla.

Todavía a principios del siglo XIX, la filosofía natural cubre todas las ramas de la ciencia: aún es posible el ideal del *hombre universal*. (Al mismo tiempo, la ciencia tiene opositores en el movimiento romántico, pues se le considera fuente de degeneración y aniquiladora de la poesía.) En las sesiones de las academias se discute sobre diversos temas, y el público de cierto estrato social y educativo puede asistir, por ejemplo, a una conferencia de Faraday o a una demostración de Davy.

Pero, ¿cómo es que la flama se apodera del combustible? Sobre esto hay un hermoso concepto, la *atracción capilar*. “¡Atracción capilar!” dirán ustedes. “La atracción de los cabellos”. Bueno, el nombre es lo de menos; se le dio antiguamente, antes de que tuviéramos una buena comprensión de qué era realmente lo que lo impulsaba. Mediante lo que se denomina atracción capilar el combustible es transportado hasta el sitio donde la combustión tiene lugar, y es depositado allí, no descuidadamente, sino de manera admirable justo en el centro de acción de lo que está sucediendo. Voy a darles ahora uno o dos ejemplos de la atracción capilar. Es esa acción o atracción que hace que dos cosas que no se disuelven una en otra logren aun así permanecer

unidas. Cuando se lavan las manos, ustedes las mojan a conciencia; toman un poco de jabón para mejorar la adhesión y encuentran que sus manos continúan mojadas. Esto se debe al tipo de atracción de la cual voy a hablar. Y, lo que es más, si sus manos no están sucias (como casi siempre lo están por las circunstancias de la vida), y ponen un dedo dentro de un poco de agua tibia, el agua ascenderá ligeramente por el dedo, aunque uno no se percate de ello. [Michael Faraday, "La historia química de una vela" (transcripción de W. Crookes) (1860).]

Para fines del siglo XIX el panorama cambia drásticamente: la ciencia es reconocida, y de un pasatiempo serio pasa a ser una respetada profesión que practican los científicos. Sus ramas se especializan, pero los temas que se divulgan son de interés general. Es una época de efervescencia intelectual, de grandes síntesis teóricas y notables avances tecnológicos. La máquina de vapor pone en marcha la Revolución Industrial y así produce cambios en la vida humana, los que incluyen la creación de nuevas clases sociales.

La ciencia cobra importancia en muchos ámbitos: influye en las ideas éticas, estéticas y sociales, y es tema de la literatura. Los museos cobran auge y los periódicos reportan toda clase de descubrimientos relacionados con la ciencia. Se publican revistas cultas de interés general, revistas populares de ciencia y libros de divulgación que abordan temas científicos y técnicos, a menudo en estilo epistolar o como conversaciones. Hay divulgación para los legos y para científicos de otras disciplinas. Debido a la especialización de la ciencia, las sociedades se hicieron más cerradas y las revistas generales se seccionaron; sin embargo, los científicos todavía se interesaban en ser comprendidos más allá de sus estrechas comunidades, y escribieron de manera sencilla y amena con un público general en mente. Los docentes participaron en esta comunicación, a menudo indistinguible de la enseñanza formal.

A principios del siglo XX, ocurre una nueva revolución científica que encabeza la física con la relatividad y la mecánica cuántica, teorías donde, como ya mencionamos, los conceptos de *masa*, *espacio* y *tiempo* sufren una "desnaturalización". La química logra avances notables, y nacen la genética, el psicoanálisis, la astronomía extragaláctica, la tecnología en comunicaciones, entre otras muchas ramas del saber; todas ellas influyen en la cultura, y sus aplicaciones dan lugar a cambios drásticos en la vida de la gente.

La divulgación sigue en gran parte siendo hecha por los propios científicos y profesores, con un estilo llano, didáctico, simplificando en

la medida de lo posible y, cuando las dotes o el gusto lo permiten, imaginativo y con prosa fluida.

Que no soy un matemático hábil es algo que apenas necesito confesar. He "adelantado en estas cuestiones apenas más allá del umbral"; pero me creo capaz de entender algo sobre la utilidad y la belleza de las matemáticas. Sé que al estudiar las cosas materiales, número, orden y posición son la triple clave del conocimiento exacto; que los tres, en manos del matemático, proporcionan los "primeros trazos para un esbozo del Universo"; que mediante cuadrado y círculo se nos facilita, como al carpintero de Emile Verhaeren, concebir "Les lois indubitables et fécondes. Qui sont la règle et la clarté du monde". [D'Arcy Thompson, *On Growth and Form* (1971).]

El concepto científico no sufre distorsiones en dichos casos, como sucede a menudo cuando los periodistas se aproximan a las novedades, sobre todo de la física; éstos extrapolan conceptos muy complejos pero que parecen elementales (la relatividad), cotidianos (la indeterminación) o de plano mágicos (la cuarta dimensión). Steiner nos advierte que utilizar estos conceptos sin el lenguaje apropiado, es decir sin términos matemáticos, es una arrogancia o una irresponsabilidad; sin el lenguaje matemático, esas palabras son "fantasmas que emperifollan las pretensiones de filósofos y periodistas". Al haber tomado prestadas las palabras del vocabulario común, parecen tener todavía un significado general... pero se trata de una ilusión, en la que se cae a menudo cuando no se tiene el entrenamiento ni el tiempo necesario para estar al día. Se ha creado para entonces un abismo que ya escasamente la educación (enseñanza y divulgación) puede rellenar. No obstante, y aun deformadas, las nuevas ideas científicas influyen, como siempre, en el arte y la literatura.

Hasta entonces la ciencia, a los ojos de la gente, había sido ajena, inútil, incomprensible, o cuando mucho amoral. En 1945 se arroja sobre una población civil la primera bomba atómica, un arma con potencial destructivo nunca imaginado, producto de una avanzada capacidad científica, tecnológica e industrial. La ciencia ahora era poderosa, despiadada, maligna; en manos de los políticos, una combinación letal. A esta justificada percepción pública, plasmada en una crítica social a la que muchos literatos prestaron su pluma, se sumaron miembros del *establishment* científico genuinamente preocupados por el futuro del mundo. Mientras tanto, se gestaba la "guerra fría".

Poco después de Hiroshima y Nagasaki, los soviéticos lanzan el Sputnik. Con su hegemonía en entredicho, los países del "mundo libre"

deciden poner las cosas en su lugar: asumen la defensa de la ciencia como sustento de la libertad, la justicia y la democracia, y por supuesto del desarrollo industrial; las críticas pueden esperar... En lo que resulta ser una inteligente medida, se le da fuerte apoyo gubernamental a la educación y a la divulgación de la ciencia, que se empieza a perfilar como una labor con características propias. Intervienen en esta campaña, además de los propios científicos, periodistas muy preparados; la intersección de ambos gremios dará un personaje profesional fuera de la academia pero respetado profesionalmente: el *science writer*, con dosis iguales de conocimiento y creatividad (noción en la que abundaremos posteriormente). A continuación reproducimos un breve extracto de un artículo debido a la pluma de una escritora científica contemporánea, que trata sobre cómo engañar a los animales para estudiar su conducta.

El engaño científico a menudo exige emplear un animal falso, de manera que los investigadores se convierten en titiriteros. Uno de los trucajes más famosos es el llamado RoboTejón. Su creador, Dan Blumstein de la Universidad de California, Los Ángeles, estudiaba los llamados de alarma de las marmotas, y necesitaba algo inocuo pero que los roedores encontraran alarmante. Los viejos montajes taxidermistas tienen una larga y distinguida historia dentro del estudio del comportamiento animal, pero la parte problemática es cómo amenazar, utilizando un “mono de peluche”, a las criaturas estudiadas. Dado que éste no va a salir corriendo a mostrarse donde es requerido, los investigadores, que tienen una experiencia igualmente larga y sólida en acomodar jirones sobre cuerdas, levantan el telón para mostrar la supuesta amenaza. [Susan Milius, “Leashing the Rattlesnake”, en *The Best American Science Writing* (2004).]

Distinguimos, pues, de manera muy general, tres etapas en la divulgación moderna como respuesta a la necesidad de “hacer accesible el conocimiento científico”: pre-bomba atómica (aproximadamente 1920-1945), post-Sputnik (aproximadamente 1950-1990) y tercera cultura, donde nos encontramos. (Sobre las fechas, ver la postura de Peter Broks, en *Understanding popular science*.) Es obligado decir que obviamente la divulgación no se limitó ni se limita a los países anglosajones, situación que podría sospecharse dado el papel preponderante de éstos en el desarrollo de la ciencia actual; si la tomamos como modelo es porque ha marcado la pauta y ha influido no sólo en la calidad de la divulgación sino en su misma concepción actual.

En la segunda etapa, la divulgación se institucionaliza en muchos lugares, como ya dijimos, con la aceptación internacional de su importancia, el reconocimiento de los divulgadores, la creación de premios, cátedras y posgrados, y un arranque de investigación. Nuestro país no se queda a la zaga, como veremos en un apartado posterior.

Los medios de comunicación

En el esbozo anterior hemos dejado casi fuera un elemento primordial de la divulgación: la diversidad de medios de comunicación, sin los cuales no puede llevarse a cabo. Por razones entendibles, en las etapas incipientes los medios, fuera de las revistas, boletines y reuniones especializadas, sólo podían ser esencialmente la plática y el libro. Con el tiempo se fueron integrando a la lista periódicos, revistas, fotografía, cinematografía, radiodifusión y televisión, y finalmente las computadoras, así como los museos de ciencias como multimedios.

Pero aunque paulatinamente se incorporaban los periodistas, todavía hasta los sesenta, al menos para la comunidad científica, el único personaje que estaba acreditado para hacer divulgación era el científico (el investigador), pues se suele pensar que sólo quien conozca a fondo y formalmente la materia a divulgar es capaz de hacerlo sin tergiversar los conceptos; además, las características de los medios y la visión superficial y poco conocedora de algunos periodistas hacen que se desprecie al gremio. Este mismo rechazo lo van a padecer los divulgadores, que serán considerados durante mucho tiempo, y aún a veces, personajes de tercera, sujetos siempre a la aprobación de los que "sí saben". Y éstos exigen rigor, datos y detalles, exigencia que a menudo da lugar a híbridos "especializado-didáctico-divulgación", como ocurre por ejemplo en algunas colecciones donde el criterio editorial le da preferencia a las credenciales científicas y no a las cualidades comunicativas (en el apartado "Intención y marcas deladoras" del último capítulo, mencionaremos la sospecha de que los divulgadores escriben más que nada para sus colegas científicos). A este respecto, la conclusión de Matin Durrani ("Physicists must learn to love the public") es que no basta con saber (o que ser especialista no es lo más conveniente) si el saber va acompañado de una falta de sensibilidad para ubicar al público, y de la carencia de destreza en el manejo de los medios.

June Goodfield, decana de los periodistas científicos de Estados Unidos junto con Dorothy Nelkin, refiriéndose al problema dice en *Reflections on Science and the Media* que los que piden un regreso al siglo XIX en el

sentido de que los popularizadores salgan de la comunidad científica, olvidan lo que le puede suceder a la carrera y a la reputación de un joven investigador científico que quiera hacer divulgación: las pone en peligro. Además, hay pocos incentivos monetarios para hacerla.

Los descubrimientos asombrosos y fundamentales se hacen continuamente y la sociedad se interesa en los temas que la afectan; por otra parte, la sociedad cuestiona cada vez más a los gobiernos y a las élites profesionales; esto impone un reto nuevo tanto al periodista científico como al propio científico: expresarle al público que no hay conclusiones definitivas, irrefutables y a prueba de todo. Ante estos retos, muchos científicos han respondido más bien como si fueran amenazas. No les gusta ser cuestionados y ven a los medios con desconfianza. Aunque algunos equipos periodista-investigador han funcionado muy bien.

Por otra parte, continúa Goodfield,

...muchos científicos sensatos piensan que el público no comprende ni siquiera la naturaleza del proceso científico, y creen que deberían involucrarse mediante una mejor comunicación y educación, pero en el fondo sienten que el público prefiere una mentira sencilla a una verdad compleja, y que eso es lo que hacen los medios: un encabezado amarillista, una historia exagerada, en lugar de los hechos como son, o el relato de una larga controversia. Pero el público también ha cambiado; la sociedad se ha vuelto más participativa, interesada y organizada. Esto hace que el trabajo del popularizador sea más necesario, amplio y difícil.

¿Y para qué comunicar? La periodista responde: "Primero, porque la ciencia es una gran actividad humana y parte vital de nuestra cultura. Luego, porque la ciencia nos afecta, no sólo por la emoción intelectual que produce sino porque hace cambiar nuestra percepción de las cosas y de nosotros mismos, y porque su aplicación tiene implicaciones prácticas, buenas y malas".

Para John Ziman, el periodista popularizador desempeña un papel muy importante en el proceso de educación de los miembros de la sociedad. Su trabajo es puentear la brecha cognitiva desde la orilla del lego y buscar la opinión de los expertos. Los medios masivos tienen para esto un inmenso valor social.

Desde el punto de vista de las ciencias de la comunicación, Gloria Valek advierte en "La divulgación de la ciencia, reto para la comunicación y el periodismo" que no interesa ya la discusión de si los periodis-

tas están suficientemente capacitados para divulgar la ciencia; el hecho es que cada vez más periodistas y comunicólogos se dedican a ella y lo están haciendo desde los distintos medios masivos, con o sin la venia de los científicos. ¿Y por qué está ocurriendo esto?

Me atrevería a decir que la divulgación de la ciencia se está convirtiendo [...] en un artículo de primera necesidad que aparece cada vez con mayor frecuencia en los diarios, revistas, la radio, la televisión e incluso, el cine [...] ¿Cuál es entonces, aquí y ahora, el papel que desempeñan el periodismo y las ciencias de la comunicación en la divulgación? Sin duda cada vez más difícil debido a la creciente complejidad y especificidad del conocimiento [...] La divulgación de la ciencia es un campo profesional apasionante pero si se aborda desde las ciencias sociales implica grandes retos y muchos obstáculos. Si no se tiene una sólida formación en las llamadas ciencias básicas o duras, caso del comunicólogo o del periodista, si se carece de los conocimientos relacionados con los procedimientos metodológicos de la búsqueda de verdades científicas, así como del funcionamiento de los desarrollos tecnológicos, resulta verdaderamente difícil divulgar la ciencia. [Curiosamente, pocas veces los científicos que quieren divulgar hablan de las dificultades para comunicarse.] En ese sentido, quizá los obstáculos más evidentes sean la especialización cada vez mayor del conocimiento; la rapidez de los descubrimientos científicos y de los avances tecnológicos; el hermetismo de los investigadores y la dificultad para entenderlos; el poco interés por la ciencia; los mitos que existen alrededor de ella, y el hecho de que la mayoría de las veces nos toca competir (en condiciones extremadamente desiguales) con la industria del entretenimiento.

Escuelas y tradiciones

Como quiera que se le defina y aborde, y sean cuales fueren sus motivaciones, cada vez más gente participa en la empresa de la divulgación. Hay una gran diversidad de divulgadores, ideas, productos y calidades que se plasman en los distintos medios. A partir de los setenta han ido surgiendo escuelas o tradiciones tanto locales como internacionales, con posturas teóricas y analistas cuya influencia se ha extendido. En este apartado me voy a referir brevemente, y mediante generalizaciones, a algunas de esas escuelas y a sus personajes más destacados.

La tradición anglosajona es muy cercana al movimiento PUS (*Public Understanding of Science*), es decir, hay un gran interés en la respuesta del público, tema que se trabaja en Inglaterra en revistas de análisis

y en posgrados. Figuras destacadas son John Durant, Steve Miller y Jane Gregory. En Estados Unidos se habla más bien de aculturación científica (*scientific literacy*), para lo cual se trata de formar escritores científicos que se puedan desenvolver en los medios de comunicación. Podemos mencionar a Dorothy Nelkin y June Goodfield, así como a Bruce Lewenstein. La escuela francesa tiene una fuerte componente política y su bandera actual es la comunicación científica pública (*communication scientifique publique*). Una buena parte del análisis que desarrolla se centra en el discurso científico y su transformación. Es notable el trabajo de Daniel Jacobi, Bernard Schiele, Philippe Roqueplo, Pierre Fayard y Baudouin Jurdant.

Como ya dijimos, la escuela española se enfoca más en el periodismo científico y ha recibido mucha influencia de los franceses, no sólo en cuestiones lingüísticas, sino en cuanto a sus preocupaciones democráticas. La figura más destacada es Manuel Calvo Hernando, junto con Vladimir de Semir y, en asuntos museísticos, Jorge Wagenberg. En consonancia con la Unión Europea, hace algunos años se formó la European Network of Science Communication Teachers (ENSCOT), con la participación de la mayoría de los países del continente; ha publicado manuales, bibliografías y experiencias de talleres.

En Latinoamérica se le ha dado últimamente gran importancia a la divulgación (popularización) y a su análisis; en los años noventa se formó la Red-POP para fortalecer los lazos entre los países.

Dos de las escuelas latinoamericanas más pujantes son la brasileña y la mexicana. De ésta, la cabeza ha sido Luis Estrada en la UNAM, y se han generado ramas importantes en Michoacán, Morelia, San Luis Potosí, Sonora, Veracruz y Jalisco. La brasileña es una escuela muy activa, en pleno crecimiento, y donde no hay una distinción clara entre enseñanza y divulgación. Como gurú se destaca José Reis; Luisa Massarani, de la Universidad de Río de Janeiro, es una incansable promotora. En Argentina tenemos al grupo de la Universidad Nacional de Quilmes, con Diego Golombek a la cabeza. Los interesados en las escuelas y sus personajes podrán encontrar datos, comentarios y bibliografía en *Divulgación y periodismo científico*, de Manuel Calvo, y en el manual *European Science Communication Workshop* de la ENSCOT.

A pesar de las diferencias internacionales en posturas teóricas y prácticas, hay en general un entendimiento común. Por ejemplo, para Calvo la divulgación nace con la Ilustración, específicamente con Bernard de Fontenelle; Reis difiere, pues dice que Fontenelle sólo ponía la ciencia al alcance de la aristocracia, y ubica los orígenes de la divulgación con

los sofistas, que iban de ciudad en ciudad enseñando al pueblo el arte de pensar y dudar; Estrada menciona que el progenitor es Galileo; para la tradición anglosajona, los *science writer* siempre han existido, encarnados en los propios científicos. Estas diferencias, que podrían parecer una trivialidad, en realidad acusan las distintas concepciones de lo que es divulgar. Sin embargo, en congresos y simposios, sean latinoamericanos, europeos o internacionales, la divulgación es una misma diosa aunque dotada de múltiples brazos y cabezas.

Aunque los divulgadores más influyentes son de lengua inglesa, y los analistas más famosos son los franceses, la escuela con la que más nos identificamos los mexicanos por idioma, historia y tradición es la española, hecho que además tiene para nosotros muchas ventajas, como por ejemplo la cercanía de ésta con la escuela francesa y el complemento que nos representa su hincapié en el periodismo científico.

En cuanto a la divulgación propiamente dicha, tendremos oportunidad de ver ejemplos en los siguientes capítulos.

LA DIVULGACIÓN EN MÉXICO

En “Historia y divulgación de la ciencia en México”, Consuelo Cuevas defiende la idea de que en nuestro país hubo divulgación de la ciencia desde hace mucho tiempo: “Cada institución y sociedad científica fundada en el siglo XIX tuvo sus publicaciones y es muy claro que los naturalistas de entonces supieron distinguir los escritos de divulgación de aquellos que eran más especializados y se dirigían a sus pares [...] aunque esto no ha sido reconocido por algunos historiadores”.

Sí se reconoce que en el México independiente hubo divulgadores de la ciencia, como Alzate y Bartolache, pero no es sino hasta la primera mitad del siglo XX, cuando las condiciones políticas y económicas lo permiten, que hay un avance importante en la ciencia mexicana; se crean carreras, posgrados, academias e institutos de investigación y, posteriormente, se ponen en marcha proyectos de divulgación.

Para narrar brevemente la historia contemporánea de la divulgación mexicana me he basado especialmente en dos documentos: *La divulgación de la ciencia en México: una aproximación*, de Guadalupe Zamarrón, y *Experiencias de la divulgación de tecnología y ciencia en México* (COSNET-Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica).

Podemos ubicar hasta 1960, por influencia de la etapa post-Sputnik, el surgimiento en nuestro país de una divulgación que empieza a independizarse de la docencia y de la noción de “lo que hacen algunos

científicos en sus horas libres y por amor al público”. El pionero de esta visión es sin duda Luis Estrada, quien al regresar de sus estudios de doctorado en Estados Unidos trae una propuesta novedosa y la pone en práctica, primero en la Secretaría de Educación Pública, con el Programa Experimental de Comunicación de la Ciencia (PECC) y luego en la UNAM, donde encabeza un Departamento de Ciencias en la Dirección de Difusión Cultural.

Estrada agrupa a sus amigos científicos interesados en comunicarse con el público y funda en 1968 la revista *Física*, que en 1970 se convierte en *Naturaleza*, para cubrir todas las áreas de la ciencia. En 1974 su fundador recibe el premio Kalinga de la UNESCO.

Hace algún tiempo hice un análisis estilístico de los artículos de *Naturaleza* (1970-1985), con el fin de estudiar su evolución; encontré, en términos muy generales, una tendencia que va desde el artículo científico “maquillado”, al artículo didáctico, y finalmente a textos más declaradamente imaginativos o, si se quiere, literarios. Incluso, en la última época, Estrada acabó permitiendo que se insertaran cuentos, lo cual, si se analiza un ejemplar de *Física*, era antes absolutamente impensado. Independientemente de algunos retrocesos (notorios en un mismo número de la revista), esta evolución refleja, a mi juicio, la que se daba en el ámbito de la divulgación en lengua inglesa. (Parte de dicho análisis aparece en el subcapítulo 4.)

La política editorial de *Naturaleza* hacía hincapié en la importancia de la cultura científica. Estaba dirigida a un público de estudiantes y maestros universitarios, con información de actualidad pero situada en contexto, y le daba un lugar destacado al buen español, en parte gracias a la influencia de Fernando del Río. La revista tenía otras dos particularidades: por un lado, empezó a incluir artículos de crítica y polémica; por otro, se erigió en una escuela práctica de divulgación. Esta manera de ser y de hacer tuvo gran influencia no sólo en el resto de las publicaciones de divulgación en México, sino también en las posturas teóricas que sobre este quehacer habrían de surgir.

Entre 1975 y 1980 se fundan las revistas *Ciencia y Desarrollo e Información Científica y Tecnológica*, del Conacyt, y *Ciencias*, de la Facultad de Ciencias de la UNAM; entonces no estaba “prohibida” la inclusión de la palabra *ciencia* en los títulos de las publicaciones de divulgación. *CyD* siempre ha conservado un corte academicista, de modo que muchos la clasifican dentro de la difusión. *ICyT*, hoy extinta, tomaba más bien la idea del periodismo científico, con entrevistas, reportajes y noticias. *Ciencias* ha tenido una afinidad mayor con la noción de una labor cultural más

amplia (recientemente recibió el Premio Nacional de Periodismo). En la década de los ochenta surgen *Chispa*, dirigida a los niños; *Avance y Perspectiva*, uno de esos híbridos de los que hablábamos; *Cuadernos de Nutrición*, con una clara tendencia educativa, y otras más en diferentes instituciones y estados; todas ellas, con distribuciones irregulares las más de las veces, se enfrentaron en algún momento a la competencia de revistas como *Conozca más y Muy interesante*, de claro corte comercial cuando no amarillista-esotérico. Para contrarrestarla, en 1999 se creó en la UNAM la revista *¿Cómo ves?*, cuyo diseño editorial utiliza con gran éxito algunas estrategias de los competidores en el mercado de revistas para jóvenes.

En 1980 se funda el PECC, luego Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia de la UNAM (transformado más tarde en Dirección General de Divulgación de la Ciencia), con Estrada a la cabeza. A partir de esa época, en México (como en otros países de Latinoamérica y de Europa), la mayor parte de los divulgadores depende de una institución de educación superior; como ya comentamos, esta situación difiere del papel libre que desempeña el *science writer* en los países anglosajones.

A partir de 1990 ocurre un *boom* internacional de museos de ciencia. Nuestro país encabeza el movimiento en Latinoamérica con Universum de la UNAM, seguido de museos y centros de ciencia en muchos otros estados y países. En 1986, principalmente por iniciativa de algunos investigadores-divulgadores, se crea la Somedicyt (Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica), que agrupa a una parte sustancial de los profesionales, promotores e interesados en la divulgación. Esta sociedad tiene la virtud y la desgracia de la diversidad extrema: abarca todo el amplísimo espectro de posturas sobre la labor y, por lo mismo, no ha podido atajar su indefinición. Aun así, sus miembros se entienden bastante bien en los congresos nacionales que se organizan cada año.

La divulgación en México, específicamente en la UNAM, se vuelve en 1985 parte de la academia en sentido institucional, pero hasta hoy sigue siendo una parte poco apreciada del quehacer científico excepto en sus manifestaciones “útiles”, como la propagandística y la vocacional. A menudo se percibe un discurso doble por parte de la comunidad científica: por un lado, la “corrección política” que hace abogar por la democracia y la participación del público en la crítica y los debates sobre asuntos de ciencia. Pero por otra, la tradición hermética y soberbia que desea conservarse, disimulada por cierta “tolerancia” hacia la divulgación. Como veremos después, desafortunadamente parte de esa

escasa valoración también ha sido labrada por la propia comunidad de los divulgadores.

En cuanto a la divulgación mexicana en los medios masivos, Javier Cruz Mena en “La ciencia del periodismo de ciencia” hace notar que:

...varios diarios de circulación nacional han dedicado de un tiempo acá secciones fijas a la cobertura periodística de ciencia y tecnología. También en la radio es posible encontrar espacios fijos de divulgación, aunque sólo extraordinariamente tiene un carácter “noticioso” o siquiera coyuntural lo que ahí se trata. De la televisión cultural puede decirse prácticamente lo mismo, pero la televisión comercial ha permanecido esencialmente impermeable a toda forma de periodismo de ciencia que no provenga de las agencias internacionales de noticias o de emisoras estadounidenses. Incipiente y limitado, pero (el periodismo de ciencia) existe.

En cuanto a la labor propiamente dicha, el reportero de ciencia tiene que “pasar de la prosa intragable del *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics* a diez mil caracteres redactados en buen castellano, amables, comprensibles y sustanciosos, una hazaña valiosa en verdad”.

Si suponemos que la ciencia hecha en el primer mundo es noticia diaria (cosa que yo dudaría), la ciencia mexicana sería “noticiosa” necesariamente en mínima proporción, aunque algunos suplementos institucionales pretendan inflarla. Martha Duhne habla particularmente de “La divulgación de la ciencia a través de la televisión. Reflexiones sobre la producción en México”:

Actualmente, en México, se calcula que los niños en zonas urbanas ven, en promedio, tres a cuatro horas de televisión al día. Resulta de una gran importancia su utilización como un medio más para divulgar la ciencia. Pero estudiando el tiempo de transmisión de los canales de televisión abierta, que siguen siendo los de mayor audiencia, podemos darnos cuenta que sólo cerca de 2% se cubren con programas que tratan temas relacionados con la ciencia, la mayoría documentales extranjeros sobre animales. Resulta obvio que la televisión en México dista mucho de ser un canal importante para la divulgación.

Ernesto Márquez, a partir de un estudio diagnóstico basado en entrevistas (“Líneas para un plan nacional de divulgación de la ciencia en México”), comenta sobre la “escasa divulgación de la importancia de la divulgación y la falta de comprensión de esa importancia entre los

que toman decisiones, y en particular en los medios de comunicación masiva, que se refleja en su bajo interés en este campo. Ello es particularmente grave en el caso de la televisión y, aunque en menor medida, en la radio, que son los medios de mayor penetración”.

Como puede concluirse de estas opiniones de expertos, los medios masivos no desempeñan el bondadoso papel que algunos educadores soñaron, sino todo lo contrario; y de toda la cultura, la ciencia lleva la peor parte. Pero este decepcionante papel, en lo que se refiere a la divulgación de la ciencia, no es privativo de nuestro país; la tendencia global, al menos la que tiene influencia estadounidense, es deleznable. Para competir, ya no con el entretenimiento, del que hablaba Valek, sino contra la violencia y la estulticia, los pocos intentos de abordar la ciencia terminan casi por fuerza o en la versión denostada por Dawkins (diversión barata), o en algo cercano a lo esotérico (justamente lo que se trataría de eliminar) o morboso (hechos sangrientos disimulados con el manto de la “Medicina”, p. ej.). La radio, a pesar de su amplísima cobertura, tiene la complicación de que para el escucha es difícil retener el mensaje, máxime al tratar de temas científicos; los museos, si bien contienen muchos de los medios, son realmente un gran intento híbrido de enseñanza, ya que sus clientes asiduos son las escuelas formales.

La anterior visión crítica del desarrollo de la divulgación en México, sin embargo, no impide que sea también una visión justa: la labor es reconocida internacionalmente por su calidad, su influencia y su capacidad de adaptación a las necesidades actuales de la sociedad.

EXPERIENCIAS MEXICANAS EN LA DIVULGACIÓN ESCRITA

En este apartado intentaremos ilustrar mediante dos breves análisis textuales la evolución del estilo en la divulgación, entendido *estilo* como la forma personal de escribir aunque implique una definición compartida en el tiempo (o en un medio). Los dos casos se refieren a experiencias en nuestro país, una en el transcurso de cuatro siglos en temas de astronomía, y la otra en la revista *Naturaleza*.

Cuatro siglos contra la superstición

Uno de los temas científicos que siempre han suscitado el interés del público es la astronomía (como veremos después, acompañada cerca-namente de sexo, medicina y tecnología). Dicho interés podría parecer

contradictorio si consideramos que esta rama de la ciencia se ocupa de objetos y conceptos distantes y a menudo abstractos; sin embargo, la fascinación por la astronomía tal vez se explique por su relación con una de las preocupaciones humanas más permanentes: el origen del mundo y nuestro lugar, cósmico o cotidiano, en él.

Los acontecimientos astronómicos fuera de lo común ejercen sobre la imaginación humana una fascinación enorme; cuando ésta se toca con lo morboso, da lugar a supersticiones como las que intentan derrocar los cuatro textos siguientes.

Pero, ¿qué es lo que estas autoridades [los doctores sagrados] nos dicen? Dicen que los cometas son causa, o por lo menos señal de guerras, esterilidades, hambres, mortandades, pestilencias, mudanzas de religión, muertes de reyes y cuantas otras cosas pueden ser horrorosas y terribles en la naturaleza. Pero si no se murieran los príncipes, si no hubiera guerra y mortandades, si no se experimentaran hambres y pestilencias sino sólo cuando se ven cometas en el cielo, no era despropósito el que a ellos se les atribuyesen esos efectos; pero siendo evidentísimo en la vicisitud de los sucesos humanos y en la amplitud grande del mundo, el que no se pase año alguno sin que en alguna parte haya hambres, en otras guerras y que en muchas falten y se mueran muchos potentados, príncipes y reyes, y esto sin que se vea cometa a qué atribuirlo: ¿qué engaño es aseverar ser efecto suyo lo que entonces sucedió, porque siempre se ha experimentado lo propio en casi todos los años? (Carlos de Sigüenza y Góngora, *Libra astronómica*, 1682.)

Se hace la advertencia de que aunque Moisés sólo habló del Sol y la Luna, hay otros catorce planetas, que son: Venus, Mercurio, Marte, Júpiter con sus cuatro satélites, y Saturno con cinco. Todos estos planetas son esféricos y opacos, no brillan por su luz propia: tienen sus montes y llanos, y son semejantes a nuestra Tierra. Dúdase si el Sol es planeta o estrella fija, y se advierte la gran dificultad acerca del sistema del mundo; se admiten como hipótesis los sistemas copernicano y ticoniano. Deséchase la vanísima astrología judiciaria, y se juzga muy por probable el que los astros no influyen en lo que depende de la agricultura y medicina. (José Antonio Alzate, "Cuestiones teológico-físicas, defendidas en la Ciudad de Querétaro por el R. P. Fray José de Soria en enero de 1768", 1768.)

Desgraciadamente los tránsitos de Venus se verifican con tan poca frecuencia, que no es dado a ningún hombre observar más que uno o a lo más dos durante su vida. Desde 1769 no ha vuelto a tener lugar este fenómeno; pero

podrá observarse el próximo 8 de diciembre de 1882. En seguida transcurrirán 121 años para que vuelva a verificarse. Basta la simple enunciación de estos grandes periodos para que se comprenda el interés, casi debe decirse la ansiedad, con que se preparan los astrónomos de nuestra época a observar los dos únicos tránsitos que presenciara el siglo actual, y de los que se espera la destrucción de la pequeña incertidumbre que existe aún en el valor de la paralaje solar. Y no hay duda en que está bien fundada esta esperanza, contando hoy la ciencia de los astros con dos eficaces y poderosos auxiliares como son la fotografía y la electricidad, además de la perfección de los instrumentos modernos y del adelanto que se ha hecho ya en el estudio de los fenómenos físicos que influyen en la exacta observación de los tránsitos. (Francisco Díaz Covarrubias, "Exposición popular del objeto y utilidad que tienen las observaciones de los tránsitos del planeta Venus por el disco del Sol", 1874.)

Hasta donde sabemos, los cometas siempre han despertado interés e intensas emociones en el hombre. Paracelso decía que eran mensajeros de buenos o malos acontecimientos, y la historia abunda en ejemplos de ese "pensamiento mágico". Aunque parezca increíble, aun en nuestros días, casi en el inicio del siglo XXI, existen personas que siguen creyendo que los cometas son presagios de prosperidad o desastres. Estas creencias supersticiosas tal vez hayan tenido justificación en sociedades que ya pertenecen a la historia, en la que todos los fenómenos desconocidos suscitaban desconfianza y temor; pero su manifestación en la actualidad sólo nos muestra la enorme brecha que se ha abierto entre el conocimiento científico y el saber del hombre común. De hecho, los astrónomos saben desde hace más de 200 años que los cometas son cuerpos celestes sujetos a las leyes de la física, como todos los demás objetos del universo. (Julieta Fierro y Miguel Ángel Herrera, *El cometa Halley*, 1986.)

En estos cuatro extractos observamos el papel que asume la divulgación en defensa de lo razonable y contra la superstición, independientemente del estado del conocimiento de la época: está la confrontación entre las creencias y los hechos observables, y entre éstos y la verdad revelada; se encuentra la explicación física de un fenómeno extraordinario, y se cierra el círculo con el mismo tema de la superstición a lo largo de la historia. Podemos observar también las diferentes formas de escribir, personales y por periodo; pero lo que destacamos es el concepto de *divulgación* que está detrás de los textos: una forma de subvertir las creencias dominantes para luchar contra la ignorancia. Esta noción le

es esencial y le permite, más que mostrar la “enorme brecha” de la que hablan Fierro y Herrera, invitar a la gente a pensar de otra manera.

Evolución del estilo en *Naturaleza*

Decíamos antes que los artículos de *Naturaleza* evidencian en general una evolución estilística a lo largo de los 15 años de su existencia, evolución que muy probablemente se debiera a las tendencias que desde unos años antes se desarrollaban en la divulgación anglosajona. A continuación comparamos los estilos de tres artículos publicados en dicha revista.

En una sinapsis participan dos neuronas que, según la dirección del impulso nervioso que transmitan, se llaman pre y postsináptica. A la parte final ensanchada del axón de la neurona presináptica que hace contacto con la otra neurona se le llama terminación presináptica y contiene en su interior una gran cantidad de vesículas diminutas llenas de una sustancia llamada neurotransmisor o simplemente transmisor. El impulso nervioso, al llegar a la terminación presináptica, induce a las vesículas a liberar el transmisor hacia la hendidura sináptica. Estas vesículas son reincorporadas posteriormente a la misma terminación y quedan disponibles para volver a ser incitadas a la liberación. El transmisor liberado se difunde luego en la hendidura sináptica hasta alcanzar finalmente a la membrana de la segunda neurona o neurona postsináptica, a la cual activa mediante un efecto farmacológico. El efecto farmacológico se traduce en el cuerpo celular de la neurona postsináptica en nuevas señales o alteraciones eléctricas.

En las sinapsis que no ostentan hendidura, sino que muestran un contacto íntimo, la transmisión es eléctrica, es decir, el impulso nervioso salta de una a otra neurona de modo similar a como se propaga a lo largo del axón. (Miguel A. Morales Mendoza, “Aprendizaje y memoria”, *Naturaleza*, núm. 13, 1982.)

Si la divulgación que se perfila para finales de los sesenta es en gran parte consecuencia del movimiento PUS, y dicha labor es llevada a cabo principalmente por los científicos, y si es cierto que éstos las más de las veces no son diestros en comunicarse con el público, entonces es natural encontrar en aquélla una versión simplificada de la ciencia, simplificación que consiste en “maquillar”, en el caso de los artículos de divulgación, el artículo científico (que según las normas consta de introducción, planteamiento del problema, método, etcétera, hasta llegar a conclusiones).

El título “Aprendizaje y memoria” sugiere muchas cosas, tan ampliamente como se quiera: epistemología, cognición, psicología, pedagogía. La entrada del artículo igualmente sugiere que va a tratar un tema de alcance general: “Nuestro organismo, al igual que los demás organismos vivos, está constituido por unidades fundamentales llamadas células. Éstas se agrupan para formar tejidos, órganos y sistemas. Cada uno de estos últimos cumple una función dentro de la actividad total del organismo”. La realidad es que trata un tema reducido, un primer esbozo del proceso de aprendizaje: la potenciación postetánica; debió llamarse “Plasticidad neuronal y potenciación postetánica”, para ser más fiel al contenido.

“El funcionamiento cerebral es uno de los problemas más apasionantes de la naturaleza...”. Esta es una frase inobjetable pero... ¿basta con que lo diga el científico? Porque a continuación y conforme avanza, el lenguaje se vuelve más complicado y se olvida del lector. Y tan se olvida, que los esquemas han sido tomados de un artículo científico y el autor (la revista) no se tomó la molestia de hacer una versión de divulgación; incluso, mencionan elementos que no aparecen en el texto, y oscurecen en lugar de aclarar.

Al final hay un apartado “Conclusiones” donde el autor nos explica por qué se llamó así el artículo: el reducido experimento que se describe es un paso para algún día llegar a entender el aprendizaje y la memoria. Esto nos permite tratar (audazmente) de reconstruir la suerte del texto: no era adecuado ni para revista especializada ni para divulgación. Encontramos, pues, varias evidencias de lo que Luis Estrada llama “simpleza dañina”, como por ejemplo creer que la divulgación es un pasatiempo marginal o un simple agregado curricular de los científicos, y no un trabajo que debe tomarse en serio.

Cuando el ministro Hiram B. Otis tramitaba la compra de la propiedad de Canterville, todos le advirtieron que era una tontería –cuenta Wilde– pues el lugar estaba embrujado. El propio Lord Canterville le dijo “me temo que el fantasma existe”.

Cuando Wolfgang Pauli concibió una partícula fantasmal que le permitía comprender ciertos aspectos misteriosos del decaimiento beta, y se lo dijo a sus amigos allá por 1930, a todos les pareció una idea insólita y a la vez digna de un teórico como él, pero nadie le aseguró que existiese. Hoy los físicos inventan media docena de partículas cada fin de semana, sin que ello cause asombro, ya que por lo regular, transcurridos un par de días durante los que se exponen y discuten esas ideas, ninguna subsiste.

Pero el fantasma de Pauli nació bajo una buena estrella; no así el de Canterville que penó por más de 300 años. Fue Enrico Fermi quien bautizó la idea de Pauli llamándola “neutrino” (neutronicito) y a él se debe en gran medida la buenaventura que lo ha caracterizado desde entonces.

El ministro tuvo sus motivos para adquirir la propiedad de Canterville, aunque incluyese, aparte del mobiliario y los jardines, a un fantasma. Pauli también tuvo sus razones; era mejor aventurar la hipótesis de una partícula como el neutrino que perder leyes tan firmes y útiles como las de la conservación de la energía y del ímpetu. (Alejandro Quevedo, “De fantasmas a fantasmas”, *Naturaleza*, núm. 12, 1983.)

En “De fantasmas a fantasmas”, el autor del artículo encuentra un símil maravilloso entre los neutrinos y los fantasmas. La narración entremezcla la historia que relata Wilde en *El fantasma de Canterville* con los acontecimientos científicos que llevaron a Pauli a la predicción teórica de los neutrinos junto con su descubrimiento años después. Alejandro Quevedo evidentemente conoce muy bien la física de partículas, pues es capaz de encontrar para cada característica de los neutrinos una semejanza en los fantasmas. Asimismo, conoce al dedillo la obra de Wilde, lo que se nota en su tino inigualable para insertar de ella pequeñas frases que completan la idea que quiere comunicar; al mismo tiempo, la exigencia de que el lector conozca a Wilde no es absoluta, y hay quienes han sugerido que el artículo “divulga la literatura de Wilde” al interesar en ella a quien sólo estaba interesado en las partículas subatómicas.

Sin embargo, y no obstante su sensibilidad como divulgador, Quevedo no puede evitar un exceso de información que posiblemente no le diga nada al lector; por ejemplo, cuando menciona las clases de neutrinos: “No sólo abundan, sino que existen de varias clases: el neutrino-electrón (neutrino-e), el neutrino-muón (neutrino-m) y —ésta es una conjetura— el neutrino-tau (neutrino-t). Estas tres clases se presentan bajo dos modalidades: como partícula (el neutrino) y como antipartícula (el antineutrino)”. Otro ejemplo es la inclusión de diagramas de Feynman, llamados por el autor “dibujo simple”, pero que le complica la explicación del decaimiento beta y refuerza la impresión de que la física es imposible de entender. ¿Cuál es el sentido de su presencia? Lo mismo puede preguntarse de expresiones como “El que los neutrinos tengan masa no asegura que oscilen. No intentaremos explicar lo anterior”.

Con todo, el artículo de Quevedo es uno de los más originales y logrados de *Naturaleza*, porque es capaz de mostrarnos tanto las sutile-

zas de la intuición física, como la firme convicción de que sus leyes se cumplen y, a la vez, con magistral pincelada revelarnos la naturaleza del neutrino.

El disco solar, todavía muy rojo, se iba levantando lentamente detrás de las araucarias, dando una extraña coloración a las aguas del lago próximo. Un gran pterodáctilo surcó el aire, impulsado por la brisa matutina. Lo siguió con la mirada hasta que desapareció más allá de los helechos gigantes.

“Pensar o volar, he aquí el dilema de la evolución”, se dijo. Escéptico como era, no le gustaba repetir, como los otros, que se podía volar con el pensamiento.

Fue hasta el lago y se aseó cuidadosamente. Después, se puso a engullir tranquilamente las frutas y verduras que le servían de desayuno. Tres enormes brontosaurios llegaron a la orilla opuesta, con sus largos cuellos vigorosamente erguidos y rematados por sus minúsculas cabezas. Los miró con una mezcla de compasión y repugnancia. Le disgustaban y, al mismo tiempo, le conmovían aquellas bestias colosales, estúpidas y pacíficas.

“A veces me pregunto si toda la evolución no ha sido más que un gigantesco disparate... o si la inteligencia no llegó a nosotros demasiado pronto”. (José Biesca, “El proyecto”, *Naturaleza*, núm. 15, 1984.)

“El proyecto”, de José Biesca, es un cuento en toda forma; esto se aclara en el encabezado del texto, quizás con el fin de que los lectores no imaginen que se trata de otra cosa (después veremos que este aviso es una “marca” de la divulgación) que de ciencia ficción, género del que hablaremos posteriormente por su relación con la divulgación. Diremos por lo pronto que la característica que lo hizo figurar (cosa nada fácil) en *Naturaleza*, además de su calidad, es que contiene ciencia como parte esencial de la trama. ¿Por qué se extinguieron los dinosaurios? El autor nos obsequia con una imaginativa respuesta: justamente por su inteligencia, pues fueron capaces de intervenir en los procesos naturales mediante una ciencia y una tecnología muy desarrolladas; pero dada la ambición y la soberbia de políticos y científicos dinosaurios, éstos no previeron las consecuencias de sus decisiones. Una parte importante del mensaje del cuento es el problema de la inteligencia enfrentada a la sensibilidad: “Tiene que haber algo. Algo que permita guardar la imagen del crepúsculo o de la aurora, algo que vuelva armoniosas las ondas que percibimos, algo que permita expresar de otra manera lo que pensamos, a pesar de que no sea tan eficiente como la forma oficial de pensar”. Finalmente, visto con un criterio mucho más amplio, la ciencia

no es lo más importante en el cuento, sino la reflexión sobre la naturaleza humana, quizá el tema más querido de la literatura.

Es necesario tener en cuenta que los análisis anteriores se basan en brevísimos extractos (por definición, fuera de su contexto) y son superficiales y mínimos; ahondar y extenderse en ellos no es el propósito de este libro. Sólo queremos mostrar algunas posibilidades y sugerir ciertos detalles, sobre todo en lo que se refiere a líneas en el espacio y en el tiempo que podrían conducir a la reconstrucción de los procesos de evolución y especialización de esta labor multidimensional.

MÉTODOS Y RECURSOS

LOS CRITERIOS EN LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA
Regresemos a la definición propuesta en el primer capítulo, y quedémonos ahora con “*comunicar el conocimiento científico a distintos públicos voluntarios*”. Las palabras destacadas corresponden a otros tantos conceptos esenciales para la divulgación y que están íntimamente relacionados, al grado de que es imposible hablar de uno sin hacer referencia a los otros: el receptor, el mensaje y el código para transmitirlo. La consideración de este trío nos llevará necesariamente a los criterios y a las estrategias para llevar a cabo la labor.

El público de la divulgación generalmente es anónimo, pero el divulgador lo imagina y le asigna características, aunque nunca sabe con certeza cómo recibe el mensaje, pues el receptor le da sentido según sus antecedentes, expectativas y competencias personales.

Si atendemos a parámetros comerciales (venta de libros y revistas, audiencia), los temas científicos y técnicos que más interesan tienen que ver con preocupaciones vitales y aplicaciones novedosas. Las fuentes de información para los medios masivos son muy diversas: la comunidad científica, la industria y el gobierno, aunque principalmente revistas científicas con los últimos avances e incluso con material de carácter especulativo. Las fuentes reflejan, como es de esperarse, intereses particulares y una cierta idea de ciencia. Hoy día se considera indispensable transmitir, además de la información, el carácter tentativo del conocimiento científico y, como ya vimos, el contexto en el que éste se inserta.

El público

Bruce Lewenstein menciona en "Who Produces Science Information for the Public?", haciéndose eco de lo que ya había notado June Goodfield, que desde el punto de vista de la comunicación el siglo XX trajo para la divulgación dos importantes cambios: por un lado, el desarrollo de nuevos medios que ofrecieron oportunidades impensadas, con sus ventajas y defectos, y por otro, el creciente interés (y la preocupación) del público por las implicaciones de la ciencia.

John Durant, en "Divulgación científica en una era escéptica", escribe que a partir de fines del siglo XX el público muestra una mayor tendencia que en épocas anteriores a formular preguntas, a cuestionar, a preocuparse por la ciencia; los medios reflejan la ambivalencia "admiración-preocupación", las dudas e incertidumbres sobre ella. La gente (al menos en el primer mundo) recibe una mejor educación, más larga y más intensiva, lo que implica que es más consciente de lo que ocurre en la cultura de la que forma parte. Además, según Durant hay menos respeto hacia las autoridades tradicionales, donde se incluye una menor deferencia hacia los expertos científicos. Es una era escéptica en este sentido, lo cual es sano; sin embargo, esta situación tiene implicaciones para la divulgación porque dependemos cada vez más de ciencia y tecnología. La gente conoce la importancia de ambas, pero también es más consciente de los riesgos asociados con su desarrollo.

Dijimos antes que, tras el arranque del movimiento de comprensión pública de la ciencia (PUS) en busca de incrementar la cultura científica de la gente, algunos críticos hicieron notar que las decisiones las tomaban sólo los científicos, sin tener en cuenta qué tipo de información podría requerir el público o cómo podría interpretarla, o utilizarla una vez teniéndola; ni siquiera en qué le podía beneficiar a los receptores comprender más la ciencia. Se impulsó entonces la investigación de las relaciones entre ciencia y público desde el punto de vista de ambas partes. El trabajo de los comunicadores de la ciencia debía considerar así tres cuestiones básicas: qué sabe el público, qué debería saber y según quién, y para qué le sirve.

Recordemos también que al comenzar el movimiento contestatario, Pierre Fayard se preocupa por cómo integrar los nuevos conocimientos a un público que, en principio, carece de cultura científica. La comunicación científica pública (CSO) se propone superar a la vulgarización al poner el conocimiento en contexto, de modo que responda a las preocupaciones del público. Si la comunicación de la ciencia aspira a transmitir un saber y no a perpetuar imagen de la ciencia como argumento de

autoridad, se impone una reflexión sobre la relación de poder de los especialistas hacia el público. Hay que tener en cuenta también las diferencias fundamentales entre los modos de conocer científico y común; de no ser así, la iniciativa de comunicación en lugar de repartir el saber se transforma en mera manipulación de la opinión pública.

En 1998 se presenta por la internet el resumen de la First Global Cyber-conference on PUS, donde se propone hacer más estudios sobre la percepción que el público tiene de la ciencia para normar el trabajo de popularización. Estos estudios empiezan a publicarse en la revista *Public Understanding of Science*, y son en su mayoría encuestas de opinión.

Salvo por algunos estudios pedagógicos y psicológicos de la porción educativa del espectro de la comunicación de la ciencia (en particular sobre las ideas previas del público y el proceso de adquisición del conocimiento), y estudios de mercadeo (para conocer sus preferencias como consumidores), conocer al público sigue siendo una entelequia para los divulgadores, a menos que se especifique una serie de características muy puntuales: edad, sexo, grado de estudios, condiciones de vida, ocupación, etcétera, en función de las cuales se planean los actos de divulgación. En cuanto a los medios, en opinión de Durant, “escuchan al público, aunque no siempre lo interpretan bien”.

Pero si imaginar al público es difícil, el problema se agrava cuando tratamos de saber cómo recibe éste el mensaje. Los temas científicos divulgados en libros, periódicos, revistas, radio y televisión, internet, museos y centros de ciencia, comparten una característica (además de que no hay programas de estudios ni seriación ni exámenes), en contraposición al sistema escolarizado: el acceso a esa información es voluntaria y no se sabe cómo la recibió el público; no se conocen las *consecuencias cognitivas* del acto de divulgación.

Para encaminar la discusión, mencionemos que para Wolfgang Iser, uno de los representantes de la estética de la recepción literaria, un texto tiene carácter virtual hasta que es leído: el lector concretiza el texto. Además, el texto es modificado por la lectura, por cada lector. La interacción texto-lector produce el significado, por lo que la imaginación del lector participa activamente, aunque tiene limitaciones impuestas por el propio texto; esto es particularmente aplicable al texto de divulgación. El lector, al interactuar con el texto, multiplica las conexiones con sus propias facultades, conocimientos, experiencias y lecturas previas. En este sentido, como veremos después cuando hablemos de la recreación, y al igual que ocurre con la literatura y cualquier otra manifestación

artística, el autor deja de ser responsable del significado último de su obra.

En "La divulgación de las ciencias como problema comunicacional", Martín F. Yriart afirma que el problema del acceso del público a la ciencia no reside solamente en una barrera lingüística, sino también en que sus conceptos y su lógica sufren una gradual desnaturalización (asunto que ya esbozamos). Se pregunta cómo se produce la supuesta traducción del lenguaje de las ciencias al del ciudadano común, cómo se logra la calidad de esos mensajes, y cómo se producen esos efectos negativos que horrorizan a los investigadores cuando leen algunos artículos en la prensa o en las revistas. En particular, refiriéndose a los textos de divulgación, advierte que no se conocen las consecuencias cognitivas para sus lectores.

La divulgación científica es "un mensaje acerca de un mensaje", dice Yriart, pero no basta enfocar la mira en el mensaje de la ciencia para hacerla accesible al público lego. En realidad, toda la compleja situación comunicacional de la ciencia debe entrar en el cuadro del divulgador. El mensaje solo, despojado de su emisor, sus receptores, su código, su canal, su referente real, resulta ininteligible. En esto reside una de las diferencias entre divulgar y difundir meramente conocimientos científicos. El divulgador presenta el mensaje de las ciencias en su contexto; tiene que ocuparse no sólo de los códigos léxico-sintácticos, sino del código de la ciencia en sentido amplio; es decir, una divulgación que no presenta y explica la lógica de la investigación está dejando fuera un componente fundamental de su objeto. Por ejemplo, ya no se concibe una divulgación donde se presente la ciencia como verdad acabada.

La cuestión de las consecuencias cognitivas que el mensaje divulgativo tiene en el público es analizada por la filósofa Marta Fehér, en "Acerca del papel asignado al público por los filósofos de la ciencia".

Aunque se le asignan al público muchos papeles distintos, ninguno de éstos es verdaderamente cognitivo: ninguno de los filósofos de la ciencia de los últimos 200 años se había ocupado de explorar sistemáticamente el aspecto cognitivo de la relación entre la ciencia y su público. Muchas contribuciones tratan acerca de cómo el público puede promover o dificultar la investigación científica (por medios políticos o financieros), pero ninguna de ellas acerca de si el público tiene o puede tener algún tipo de papel en el proceso de cognición científica y de cómo esto afectaría a la evaluación y aceptación de los enunciados de conocimiento en el interior de la propia ciencia.

Dice Fehér que se ha considerado al público como blanco del adoctrinamiento científico popular, pero en absoluto como un agente cognitivo en, o respecto a, la ciencia. Los epistemólogos han considerado evidente en sí mismo que la ciencia no es asunto de quienes carecen de una formación metodológica específica, y cuyo papel se limita a prestar apoyo financiero y moral a la *investigación* científica. Así, el público no tenía ninguna aportación que hacer e, incluso, se le debía *impedir* que contribuyera al propio conocimiento científico.

Por su parte, el público consideraba a la ciencia institucionalizada como una de las prestaciones civiles que proporciona bienes de consumo específicos; y la actitud más típica hacia la ciencia por parte del no especialista era una amalgama de desconfianza, miedo y admiración acrítica. El público era un mero consumidor de bienes científicos, pero no participaba ni debía interferir en el proceso de producción del conocimiento científico. Esta es, toscamente, la concepción más comúnmente aceptada entre científicos y filósofos de la ciencia.

Como consecuencia de esta bien conocida asimetría entre científicos y público, plasmada en el modelo de déficit, y de la enorme separación entre la posición epistemológica de los especialistas y los no especialistas, los filósofos de la ciencia consideran obvio que una participación no especializada en la cognición científica es imposible o, si es posible, indeseable. Por lo tanto, al público no especializado no se le puede y no se le debe asignar ningún papel cognitivo.

Cree Fehér que las demostraciones públicas en los medios de comunicación (particularmente en la televisión) son una forma muy efectiva de distanciar al público del quehacer científico; que estos espectáculos científicos actuales no son realmente experimentos sino únicamente demostraciones a través de las cuales el público aprende a interpretar las comprobaciones científicas como si tuvieran un significado inequívoco; son exhibiciones de virtuosismo técnico donde no hay desacuerdos, y donde la ciencia pone de manifiesto su autoridad cognitiva con el fin de impresionar al público.

Tras discutir y finalmente negar el papel de autoridad epistemológica única asignado a la ciencia, concluye que el público no especializado desempeña un papel cognitivo que es, si bien pasivo, muy importante en la ciencia. Lo que nos interesa no es sólo la novedad de la perspectiva de Fehér, o la intrínseca dificultad de comprobarla, sino su relación con la propuesta del diálogo de saberes, en la que (supuestamente) no hay

una voz privilegiada. Sin embargo, a excepción quizá de una conversación presencial entre cada miembro de un público dado y el científico o divulgador, situación que es difícil que se dé, la propuesta masifica por igual a emisores y receptores.

Uno de los textos seminales en torno a la problemática de la comunicación de la ciencia es la compilación *Vulgariser la science, Le procès de l'ignorance*, aparecida en 1988, de los destacados estudiosos de la escuela franco-canadiense Daniel Jacobi y Bernard Schiele. El discurso de los vulgarizadores, dice Schiele, se organiza en parte alrededor de la idea de restablecer un enlace roto; los científicos son incapaces de dirigirse al gran público, de modo que se impone un nuevo papel en la sociedad: el de mediador. El discurso vulgarizador descansa en un conjunto de presupuestos implícitos, por lo que es necesario examinar las interacciones entre la intención vulgarizadora y las condiciones que la norman en la práctica. El paradigma del tercer hombre (el mediador) descansa en el postulado de la "traducibilidad" de la ciencia; los vulgarizadores proponen que es traducible, pero no extralingüísticamente, sino a la lengua común. Así, el vulgarizador viene siendo un traductor capaz de poner la ciencia al alcance del público general. El fundamento de tal postulado es lingüístico, pero hay un obstáculo primario, puesto que no se trata sólo de traducir la jerga. Según Schiele, los vulgarizadores subestiman la complejidad de los procesos de comunicación a los que dicen apelar.

También menciona el problema de la recepción: es el receptor quien al integrar las informaciones a las que está expuesto aleatoriamente vía los medios (exceptuando la enseñanza sistemática) les atribuye un sentido. La inteligibilidad del mensaje está unida a la capacidad con la que un receptor dado puede seguirlo, y es completamente relativa e individual porque es resultado tanto de las expectativas como de la competencia del receptor. La traducibilidad de la ciencia se enfrenta entonces a una imposibilidad estructural, que es la desigualdad de la distribución del capital cultural.

Los divulgadores que se asignan la tarea de transmitir el conocimiento científico a un público amplio no pueden saber si su actividad responde a una demanda social; valoran su actividad basándose en la necesidad de divulgar pero sin estar en posición de definirla, ni de decir lo que debe ser. El análisis del discurso de la vulgarización no puede ignorar los usos sociales de la ciencia, ni la mayor facilidad de exponer las certidumbres que las dudas, ni la dimensión comunicativa, ni el hecho de que el receptor no es una entidad abstracta.

Al componer su mensaje, el vulgarizador no se dirige a un receptor totalmente anónimo: se hace una imagen global de sus expectativas, de su formación, y la tiene en cuenta. Esta representación determina en parte la elección de los temas tratados y las estrategias propiamente comunicativas.

Los temas

Dice Manuel Calvo que la biología, la genética, la electrónica y los misterios del universo son los temas científicos que más interesan al gran público, a juzgar por los libros de divulgación últimamente publicados por diversas editoriales españolas. Podríamos englobarlos, sin temor a equivocarnos, en sexualidad, salud, astronomía y tecnología.

En "La selección de la información científica por los medios de comunicación de masas" A. J. Meadows y M. M. Hancock-Beaulieu han escrito que uno de los aspectos fundamentales en el estudio de la información transmitida por los medios es saber por qué se ha seleccionado una determinada información mientras que el resto ha sido rechazada. ¿Cuáles son las características del material seleccionado? ¿De qué fuentes procede la información? Todos admiten que los medios seleccionan preferentemente determinadas áreas de la ciencia y la tecnología; la ciencia divulgada es un reflejo directo de los criterios de selección empleados.

Si se estudia el espacio (o el tiempo, en el caso de radio y televisión) que los periódicos dedican a cada tema científico, una medida de su importancia es el número de centímetros de columna que el texto ocupa. Normalmente, cuanto menor es la calidad de un periódico, menor es el espacio que le dedica a la ciencia.

En términos muy generales, en orden de mayor a menor espacio, aparecen medicina, tecnología, biología, astronomía, y muy por debajo, ciencias de la Tierra, física y química. Los datos acumulados muestran de manera fehaciente que los periódicos dedican particularmente su atención a los avances espectaculares, sobre todo cuando los lectores pueden referirlos a sus propias vidas. Los avances médicos, los estudios ambientales y el desarrollo de las tecnologías de la información cumplen por completo estos requisitos. La química y la física, escasamente tratadas por la prensa, pueden protagonizar avances espectaculares, pero en muy pocas ocasiones afectarán directamente la vida de los lectores. Por ejemplo, son temas socorridos las preocupaciones ambientalistas: la energía nuclear, el uso de insecticidas, la contaminación, la pérdida de biodiversidad.

En general, los periodistas científicos obtienen su información de estas fuentes: revistas o libros científicos, conferencias, exposiciones, visitas a centros de investigación, comunicados y conferencias de prensa, informes de agencias de noticias, los medios de comunicación, entrevistas, contactos informales con científicos. El material científico puede clasificarse en términos de la institución de donde procede: la comunidad científica, la industria y el gobierno; el material procedente de la primera es el que goza de mayor credibilidad. El medio oficial más importante en la comunicación científica es la revista de investigación, y ésta es la fuente fundamental de información; sin embargo, los periodistas científicos sólo recurren a un conjunto muy limitado (tiempo y dinero lo explican en parte): *Nature*, *Science*, *Proceedings of the National Academy of Sciences* (revistas de ciencia general); *British Medical Journal*, *Lancet* (revistas de medicina general); *Trends in Biochemical Science*, *Scientific American*, *New Scientist* (revistas de difusión-divulgación). Mencionamos ya las dos primeras cuando hablamos de la información fuera de contexto que a menudo ofrecen los periódicos.

Lo significativo de la lista anterior, a decir de Meadows y Hancock, no es su brevedad sino el tipo de ciencia que supone. En primer lugar, casi todas estas revistas se caracterizan no sólo por las investigaciones que comunican sino además por sus comentarios editoriales. Dedicar espacio a discusiones políticas, y tienden a separarse del rumbo general de la ciencia. Su objetivo es difundir los últimos avances, la vanguardia de la ciencia; esto significa que su cobertura científica es parcial en cuanto a las materias y, en segundo lugar, que la cantidad de material especulativo es notoriamente mayor que en otras revistas científicas. Un aspecto distinto es el deseo de algunas de estas revistas de publicar artículos sobre temas límite que la mayoría de los científicos calificarían posiblemente como "seudociencia". Lo que los editores consideran interesante puede afectar el panorama científico transmitido por los medios de comunicación.

Una preocupación recurrente de los periodistas científicos, en parte debida a las circunstancias de su quehacer, es la disyuntiva entre rigor y oportunidad. Esto lo analiza Malen Ruiz de Elvira en "Las fuentes de la noticia en ciencia": "La teoría sobre la estructura y la vertebración de la información científica, que existe, suele diluirse en nebulosas discusiones monocordes sobre si es mejor informar pronto y sin rigor o tarde con rigor. Por otra parte, la información que interesa al periodista nunca es exactamente la que están interesados en transmitir los científicos".

Algunos de los hechos más "noticiales" de la actividad científica no son avances, hace ver Ruiz de Elvira, sino acontecimientos y tendencias

del ambiente internacional o nacional en los que desempeña parte fundamental el entramado de intereses del mundo científico. Ejemplos de esto son el fraude científico, los supuestos avances antes de ser refrendados por la comunidad científica, disputas sobre primacía. También entran en juego intereses comerciales y políticos ocultos. Las fuentes no son nunca totalmente puras y desinteresadas; cada una refleja intereses particulares, y el comunicador debe tener criterio para deslindar unas de otros.

En cuanto al problema que para el divulgador representa la exigencia de rigor o fidelidad a los conceptos científicos, tendremos oportunidad de abordarlo después.

En términos muy generales, los estudiosos de la divulgación coinciden en que se debe poner más énfasis en la incertidumbre: aunque el conocimiento científico es confiable, no siempre es cierto ni completo. Si el público conociera el camino complejo de la investigación y su modo de proceder, entendería por qué los científicos no pueden proporcionar *la* respuesta a muchas cuestiones, en particular a las que salen de su ámbito de competencia. A esta opinión se adhiere Martin Durrani, a quien ya encontramos páginas atrás: la PUS debe presentar a la ciencia de forma realista, sin glorificarla ni levantar falsas expectativas.

Todo lo anterior nos lleva inevitablemente a una pregunta crucial: ¿cómo se integran la noción de público y los temas a divulgar? Mediante el concepto de *recreación* (*traducción, transcodificación, reelaboración, reformulación*), y sus consiguientes niveles y estrategias.

Los diferentes niveles

Los divulgadores siempre nos referimos al “nivel de divulgación”, y con ello esperamos que se sobreentienda la profundidad/complejidad del discurso, las dificultades para comprenderlo o, incluso, la cantidad de antecedentes contextualizadores necesarios, de niveles de lengua o niveles de codificación, según se dirija a los diferentes grados educativos, por edades, ocupaciones e, inclusive, sexos.

El discurso de la divulgación, afirma Martha Tappan en “La divulgación de la ciencia: un problema de homogeneización”, busca romper con la estructura retórica del lenguaje científico para atraer al público ajeno a las ciencias. En el afán por crear un discurso propio, los autores se valen de una serie de recursos para que el público lego no identifique las obras, que escriben con carácter divulgativo, como textos científicos. Muchos libros de divulgación, por ejemplo, comienzan por marcar su

posición desde lo que corresponde al título: *Física sin matemáticas, Física para poetas, Física para los que nunca gustaron de ella*. (Ya Dawkins advierte que, por lo visto, la palabra *ciencia* está “prohibida” porque ahuyenta al público.) Otros utilizan cualquier recurso que atrape la atención del lector.

En cuanto a las formas de elaborar un mensaje, Tappan distingue dos casos: en uno, el emisor crea el mensaje y es este último el que define el tipo de discurso de que se trata, el medio en el que se expresa y el público al que se dirige. Todo gira en torno a los contenidos del mensaje y es la posición más alejada de la divulgación; más bien se da en los terrenos de la expresión artística. En el otro caso, el emisor piensa en el tipo de público al que desea dirigirse y a partir de ello estructura el mensaje (contenido, discurso y medio). En este caso todo gira en torno al público, y tiene lugar en la divulgación.

Un tercer camino es intermedio: cuando el divulgador desea transmitir ciertos contenidos que por su nivel de complejidad están seleccionando a priori al público que podrá comprenderlos. Podría decirse, por tanto, que las dos últimas perspectivas abarcan a los dos tipos de públicos a los que puede apelar la divulgación: uno general, no científico, y otro de “iniciados”.

En cualquiera de los dos casos que giran en torno al público es menester, propone la autora, elaborar el mensaje con el *nivel de lengua* acorde con este público, lo cual no implica tan sólo incluir una retórica atractiva sino darle un seguimiento homogéneo a todo el discurso, sobre todo en la parte más importante del mensaje: el contenido.

El nivel de lengua está determinado, en primer lugar, por la cantidad de antecedentes necesarios para comprender el concepto que se desea explicar. Entre mayor sea el número de conocimientos que exige la comprensión de algo, más alto será el nivel de divulgación y entonces el mensaje estará destinado al público que ya tenga una gran parte de estos antecedentes. Es en la *forma* de un mensaje donde el receptor obtiene los primeros indicios que le indican si se trata de un mensaje para él, es decir, si comprenderá su nivel de lengua. Esto se refleja a primera vista en aspectos como la cantidad de terminología, ciertos recursos estilísticos e, incluso, en el formato del medio que transmite el mensaje. El nivel de lengua de un mensaje de divulgación debe reflejar el trabajo de reformulación de conceptos científicos, que consiste sobre todo en la labor de contextualizar. Tappan se suma a la idea de que la función del contexto en la divulgación es fundamental porque es lo que sitúa un concepto en el marco general del universo del hombre.

La decisión de este punto de ubicación junto con la cantidad de veces que aparezcan relaciones contextualizadoras en un texto fijan el nivel de lengua (entre más grande sea la relación de lo general a lo particular, el nivel es más elemental).

De esta manera, concluye Tappan, el primer paso en la estructura de un mensaje de divulgación radica en el conocimiento que el divulgador tiene del público al que desea llegar y en la apropiada selección de contenidos, que es lo que garantiza la homogeneidad entre forma y contenido y, por tanto, un mensaje bien estructurado en función del receptor ideal para el que fue creado.

Aunque posteriormente veremos con más detalle lo antes esbozado, quisiera presentar brevemente una muestra de la falta de conocimiento del público con una selección inapropiada del contenido; es decir, un ejemplo de la carencia de homogeneidad de la que habla Tappan.

Tú puedes ser muy simpático y guapetón por fuera, nadie te lo niega, pero por dentro... ¡huy!, te ves algo pálido. Estas pinturas psicodélicas que ves son de tejidos, pero, ¿cómo es que se ven tan coloridas? ¿Te lo cuento?

Fui a visitar al doctor Alfonso Cárabez del departamento de histología de la Facultad de Medicina de la UNAM y platicamos laaaaargo rato.

La histología es la rama de la medicina que estudia cómo están formados los tejidos, observándolos por el microscopio; pero como en realidad los tejidos tienen un color incoloro, es decir, se ven café paliducho, fue necesario inventar algo para estudiarlos mejor.

En 1869, el alemán Jacobo Henle inventó la técnica H-E (hematoxilina y eosina) para colorear los tejidos; este método es muy común ahora en cualquier laboratorio. (Julieta Alcázar, "De colores", *Chispa*, 1992.)

Otro ejemplo de un texto heterogéneo es el artículo "Aprendizaje y memoria", que abordamos en el capítulo anterior. Entre otros problemas, la supuesta simplificación que hace del contenido especializado se reduce prácticamente a los primeros párrafos; además, los esquemas, que proceden de un texto especializado, no han sido adaptados al nuevo contexto.

A veces el nivel de lengua, o los recursos que intentan hacer el texto de divulgación atractivo para el lector, pueden dar resultados contraproducentes, sobre todo cuando acaban generando rechazo. Por ejemplo, cuando el lector es tratado como un ignorante al que se dirige un maestro sabelotodo; cuando se trasluce un dejo de superioridad del autor hacia el lector con el "es evidente que", cuando no lo es; o como

en el texto citado, donde la idea es que los niños son fácilmente embau-cables. Y esto se aplica no sólo a los textos sino a cualquier otro acto de divulgación: el trato al público es tan importante como los otros recur-sos. El imprudente exceso de erudición, o la mal disimulada “maestría” con que se maneja un tema, el estilo docto, todo está relacionado con el modelo de déficit potenciado por el desconocimiento del público. En el nivel de lengua debe estar implícito el respeto.

El proceso mediante el cual el divulgador traduce/reelabora/refor-mula/recrea los mensajes de la ciencia, para hacerlos comprensibles al público general, cobra entonces una importancia crucial, ya que de sus éxitos o fracasos dependerá el resultado de la comunicación. De este proceso es todavía poco lo que sabemos, aunque las cada vez más numerosas investigaciones desde muchas disciplinas sobre la produc-ción y la comprensión del discurso escrito han permitido avanzar en esa dirección.

Para la investigación lingüística (predominantemente representada en las escuelas francesa y española, como ya mencionamos) de la divul-gación, se distinguen en principio tres discursos en la comunicación de la ciencia: científico, didáctico y divulgativo, cada uno con una retórica específica. La escuela de Loffler-Laurian distingue principalmente dos estilos de discurso científico: académico-científico y técnico (abstracto, dirigido a especialistas en un campo, impersonal, ausente de rasgos emotivos, tendiente a lo homogéneo), y divulgativo (despierta el interés, se definen los términos técnicos, es personal, con variedad de figuras del lenguaje que hacen interesante y atractivo el texto, usa la comparación y la analogía, emplea recursos visuales); aparte están los estilos didáctico, oficial y cotidiano.

Aunque muchos investigadores han analizado los procesos que van de uno a los otros, la descripción más clarificadora, que a continuación sintetizamos, se debe a Daniel Cassany *et al.* (“La transformación divul-gativa de redes conceptuales científicas. Hipótesis, modelo y estrate-gias”).

Las distintas disciplinas científicas imponen variaciones en la divul-gación que extrae de ellas su materia; también son variados sus pro-pósitos (notificar un descubrimiento, analizar causas y consecuencias de un incidente, educar), autores (científico, periodista) y contextos (académico, periodístico, profesional).

La divulgación se enfrenta a la dificultad de hacer comprender a una audiencia heterogénea y lega, que ha sido poco expuesta al discurso científico especializado (y que en consecuencia desconoce sus recursos

lingüísticos), unos datos que sólo existen formulados en dicho registro y dentro del marco de referencia de cada disciplina, cada una con sus términos, paráfrasis, siglas, símbolos y códigos, de manera que sólo accede al conocimiento el especialista que domina este discurso singular. Conseguir que los no iniciados en este discurso puedan acceder a una parte de dicho conocimiento (presuntamente relevante) sin conocer los recursos lingüísticos con que se representa, requiere que muchos datos sean reelaborados con otros procedimientos expresivos. Una de las tareas principales que debe acometer el divulgador consiste, pues, en *reelaborar* la red conceptual del conocimiento científico de manera que pueda ser accesible a personas que desconocen el marco de referencia disciplinar en el que se inserta. Esto se hace mediante la reducción y la inclusión.

Se denomina *reducción* al proceso mediante el cual la red conceptual científica pierde determinados vínculos de manera que disminuye su grado de densidad conceptual y, supuestamente, su nivel de dificultad de comprensión. (Varios autores se refieren al proceso como una operación característica de la divulgación.) Algunos conceptos científicos parecen ser imprescindibles para divulgar determinados conocimientos; entre los prescindibles, prima el criterio de relevancia comunicativa para el receptor: se incluyen los conceptos que puedan tener más interés para el público lego (que conectan con el discurso común, que se refieren a su mundo) y se prescinde de los menos significativos.

La *inclusión* es el proceso por el que la red conceptual del conocimiento científico establece vínculos con campos del saber externo a la disciplina especializada en la que se estableció la red original. Dichos vínculos extradisciplinarios (entre ciencia y conocimiento general) constituyen en la práctica la puerta de acceso que utiliza el lego para penetrar en la red conceptual especializada, puesto que la conectan con su mundo y con el saber general. Suelen ser referencias al entorno inmediato del lector, que conectan la investigación teórica con tareas corrientes de la vida cotidiana, que concretan con ejemplos y anécdotas los datos generales y abstractos de la ciencia, o destacan su trascendencia o aplicabilidad. El lector común inicia la tarea de exploración de la red conceptual con estos vínculos periféricos: a partir del territorio familiar del discurso general penetra en el núcleo de la red para explorar a continuación los vínculos más especializados.

Otra tarea que debe efectuar la divulgación es la *textualización* del discurso: decidir el modo como se representa en un texto verbal y lineal la red conceptual elaborada. El discurso científico y el general se caracteri-

zan por su forma discursiva propia, por sus géneros particulares. En el discurso general hay secuencias narrativas, diálogos, baja formalidad, expresión del punto de vista del enunciador respecto al enunciado, sujeto que personaliza y es responsable de lo que se dice, del contenido y del texto; en el discurso científico hay definiciones, ejemplificaciones y restricción al impersonal y tiempos del pasado, alto nivel de formalidad, todo esto para ganar objetividad. En el discurso de la divulgación en particular, hay aclaraciones, metáforas, variaciones de registro (de formalidad). Estos recursos discursivos diferentes e incluso excluyentes hacen que el autor deba elegir las formas más idóneas para el nuevo contexto. Por supuesto, el marco comunicativo impone también sus limitaciones de género (periodismo, programa de televisión o conferencia, p. ej.) y canal (escrito, oral, audiovisual, etcétera).

Como toda reflexión bien llevada, la de Cassany, López y Martí da lugar a más preguntas que respuestas: ¿qué *determina* la elección de un tema? ¿qué *criterios* sigue el divulgador para suprimir o incluir vínculos? ¿cuál es la *cantidad mínima* de cuestiones originalmente científicas para que un concepto transformado mantenga su carácter “científico” ante sus nuevos lectores legos? ¿Qué recursos de cada tipo de discurso (científico y general) predominan en la divulgación y en qué *grado*? Y no menos importantes: ¿qué *efectos* provoca la inclusión de elementos ajenos? ¿Cómo *percibe* el lector lego la mezcla de opciones tan diversas?

Decisiones complicadas

La complejidad de todos los elementos y procesos necesarios para que ocurra la divulgación puede describirse en una frase: la labor del divulgador es esencialmente una constante toma de decisiones donde tienen lugar saberes y experiencia, pero también sensibilidad. Para José Fernández Beaumont (“La codificación de los mensajes científicos”), la ciencia constituye un tema de interés muy variable para el gran público y el divulgador-periodista los detecta con su olfato profesional, que no es una cualidad innata sino producto del aprendizaje de la selección, el tratamiento y la presentación de los contenidos a divulgar. Distingue varios *niveles de codificación* en función del contenido: información (el hecho científico desprovisto de interpretaciones u opiniones); explicación-interpretación (connotaciones, capacidades personales y lingüísticas, antecedentes, consecuencias, distintos géneros, el nivel más adecuado para la divulgación); y opinión (refuerzan información, dan credibilidad, permiten hacer juicios).

John Hayes y Linda Flower proponen en “Identifying the Organization of Writing Processes” que la escritura es un conjunto de procesos de planificación, producción y revisión continuos, que se desarrolla hasta obtener un resultado adecuado al objetivo propuesto. Para el divulgador de la ciencia, la fase de la revisión cobra una importancia especial dado que, al no ser el emisor primario, no sólo debe tener en cuenta su propia intención comunicativa al generar su mensaje, sino sobre todo la del emisor del mensaje original. Cómo objetivar y sistematizar ese proceso de revisión es uno de los problemas más importantes de la divulgación científica como estrategia comunicacional.

La tarea más importante, compleja y difícil para el divulgador es, de todo lo antes visto, tomar las decisiones en función de la indisoluble tríada público-tema-reelaboración; esto a su vez se refleja en la selección del medio más apropiado. En las entregas I a III de la serie “Sobre la elaboración de artículos de divulgación científica”, aparecida en *Ciencia*, hago una descripción paso a paso de este proceso decisivo referido a tres modalidades concretas: el divulgador a solas, la colaboración investigador-divulgador y el dúo investigador-periodista. Es indiscutible que casi cualquier cosa que hagamos, y en cualquier rubro, requiere de tomar decisiones; lo que deseo recalcar es que para los divulgadores el proceso de decidir lo apropiado (proceso que siendo optimistas puede “objetivarse y sistematizarse”, “aprenderse”) es, por todo lo antes esbozado, como tirar con los ojos vendados a un blanco móvil. Así,

- Cada disciplina impone variaciones a su divulgación.
- Hay una infinidad de propósitos para divulgar un tema.
- La selección de las fuentes debe ser rigurosa y con criterio.
- En principio, hay que forjarse una idea del público receptor.
- No sabemos cómo se recibe nuestro acto de divulgación.
- La tarea del divulgador es reelaborar la red de conceptos científicos, para lo cual
 - deja fuera vínculos de la red para disminuir su dificultad (reducción).
 - incluye vínculos externos a la red para conectarla con el entorno del lector (inclusión).
 - elige las formas y los recursos más idóneos para el nuevo contexto y el medio (textualización).

Divulgar es un proceso de toma de decisiones además encadenadas, del cual se sabe poco con certeza. La realidad es que *no hay un producto único de divulgación: su característica más significativa es precisamente la*

ausencia de uniformidad; cada acto de divulgación es irrepetible. Esta declaración implica abordar la cuestión de la creatividad, indispensable para traducir/reelaborar/reformular/recrear el mensaje científico, donde se inserta la noción antes mencionada de que la divulgación puede considerarse, más que una disciplina, una artesanía.

LA RECREACIÓN

Entonces, el discurso divulgativo, según Cassany y colaboradores, alterna registros de diferentes géneros; usa términos con grado de especificidad muy diverso; sube y baja el nivel de formalidad. Por una parte, los elementos propios del registro coloquial constituyen una estrategia de aproximación al lector o de explicación de los componentes más técnicos. Por otra, los recursos propios del lenguaje especializado actúan como núcleo semántico del texto y como testimonio y garantía de la procedencia científica del contenido. Dicho brevemente, se trata de la perpetua lucha del divulgador entre el rigor y la amenidad.

En la descripción de Marcelino Cereijido (“El vulgo para el que se divulga”) el discurso primario (la descripción del trabajo original) pasa por una sucesión de “divulgaciones”, cascada en cuyo transcurso va perdiendo en información pero ganando en claridad.

Ya mencionamos que para Hayes y Flowe el divulgador no sólo debe tener en cuenta su propia intención comunicativa al generar su mensaje, sino sobre todo la del emisor del mensaje traducido. Esto significa que el discurso divulgativo está supeditado al discurso científico, pues ya dijimos que, por definición, de éste se ocupa. Pero, ¿cómo se da dicha relación? ¿Es una subordinación absoluta o cuenta con algún grado de libertad?

La divulgación, discurso secundario pero autónomo

Jacobi y Schiele afirman que la vulgarización es un discurso semilegítimo (el término *legítimo* utilizado en el sentido de “cierto, genuino, verdadero”), y por lo tanto aumenta los grados de libertad del emisor; pero esto sucede cuando el autor es el mismo que el del discurso científico. A decir de Guiomar Ciapuscio (“Hacia una tipología del discurso especializado”), la divulgación como texto “secundario” ha implicado que las reflexiones y los modelos que se han propuesto para describirla y explicarla han estado estrechamente influidos por las concepciones acerca de la ciencia y sus discursos (especialmente por las concepciones de

los científicos, lo que Steve Fuller llamaría *la profesión establecida*). Pero la esfera discursiva de la divulgación no es la de la investigación científica, que es el discurso primario.

Para Marie-Françoise Mortureux (“La vulgarisation scientifique. Parole médiane ou dédoublée”), la divulgación no solamente es un discurso sobre otro discurso, el científico, sino sobre *otros discursos*. Definir la vulgarización es enfrentarse a la diversidad de una práctica que se resiste, sea cual sea el ángulo con que se aborde, a toda simplificación. Su público es difícil de cernir y está caracterizado por niveles diferentes. Sus autores son científicos o comunicadores; sus vehículos, de todo tipo. La evaluación de sus efectos no puede ser un procedimiento institucional. El estudio de un fenómeno así comprende, según la autora, grandes dificultades metodológicas.

Pero hay al menos un rasgo común a todas las obras de divulgación: son discursos secundarios que se basan en la producción y la legitimidad de discursos primarios. ¿Cuáles son las modalidades de esta calidad de secundario, las manifestaciones de esta referencia a los discursos primarios, los trazos de reenunciación que los produce?

Según Mortureux, la divulgación es un discurso referido o paráfrasis, y ésta es su dificultad y al mismo tiempo su riqueza. Una de las características del discurso divulgativo es precisamente exhibir las trazas de esta operación de paráfrasis: hace coexistir la sustitución (por un seudo-equivalente más común, por metáforas) y la duplicación (con expresiones equivalentes) de los conceptos científicos.

Cassany *et al.* mencionan en el artículo ya citado los que a su juicio son los recursos para la textualización (es decir, decidir el modo como se representa la red conceptual elaborada en un texto verbal y lineal):

- Una secuencia narrativa (temporal, con protagonistas).
- Una secuencia dialogal (escenificación).
- Aclaraciones discursivas (precisión de significados).
- Metáforas (relación de los conceptos científicos con realidades más cercanas al público).
- Variaciones de registro (alternancia de discursos de distintos géneros, cambios en el nivel de formalidad).
- Denominación (elección de formas lingüísticas concretas para referirse a los conceptos).
- Modalización valorativa (expresión del punto de vista del enunciador).

Pero estos recursos sólo se refieren a rasgos característicos de algunos trabajos. No nos dicen nada sobre el proceso creativo que representan, ni sobre el ejercicio de la imaginación que implican, ni cómo participa el receptor cognitivamente o como reconstructor del texto. (En este punto es oportuno hacer notar que si bien utilizamos el texto escrito como forma básica para la divulgación, o como una de las etapas de elaboración, no estamos excluyendo todos los otros lenguajes, como podría ser el cinematográfico o el radiofónico.) En otras palabras, no hacen explícita la autonomía del discurso de la divulgación.

Considerada superficialmente, dice Carlos López Beltrán, la divulgación es, sin duda, representable como una cuestión de mero trámite burocrático, de simple “caja negra” donde se introduce “la ciencia” y sale un producto vulgarizado, fácilmente digerible por cualquiera. Deja de lado, entre otras muchas cosas, la especialización que implica dominar cualquiera de los territorios que, como la divulgación, sirve a dos amos: el rigor y la amenidad.

La postura de Carlos López Beltrán es drástica; en su texto seminal “La creatividad en la divulgación de la ciencia” propone que la divulgación no es un apéndice del mundo científico ni un periodismo especializado. Es un discurso autónomo y creativo, secundario sólo en el sentido de que su razón de ser es el conocimiento científico. La divulgación debe transformar la ciencia de la que parte; es una forma especial de transmitir el conocimiento científico: la recrea o la reproduce, la parafrasea; es algo paralelo al conocimiento científico.

Los conceptos que se manejan en la divulgación no son los mismos en un sentido estricto que los de las ciencias. Pero eso no es trágico, como algunos (sobre todo investigadores, puntualizo) piensan, continúa López Beltrán; al contrario, en esto se finca la autonomía de la divulgación. Al divulgar las ideas científicas, se cambia siempre el significado estricto que los conceptos tienen en el seno de su disciplina; esto ocurre siempre que se traduce, recrea, parafrasea o redacta algo de modo distinto. La operación de reducción implica necesariamente la pérdida de detalles; implica también la necesidad de tomar decisiones que excluyen complejidades, especialización, datos, fórmulas y jerga, sin las cuales, a ojos de los investigadores, a menudo las ideas se desvirtúan, los conceptos desmerecen.

Martín Bonfil en “Los derechos del divulgador” pelea el derecho a no mencionar todos los detalles acerca de un tema dado:

La divulgación de la ciencia [...] no necesariamente está obligada a respetar el nivel de detalle que sería requerido en, digamos, un informe de investigación. Por el contrario: el divulgador, en cumplimiento de su objetivo supremo –la comunicación de las ideas científicas a un público– debe esforzarse por adaptar su mensaje a las necesidades, intereses y características propias de ese público. Esto muchas veces quiere decir que tendrá que seleccionarse sólo aquella información que sea pertinente y accesible a quien va a recibirla. No debe considerarse que la necesidad de podar la información que va a divulgarse sea una pérdida, pues lo que se sacrifica en amplitud, profundidad y precisión de los datos, se gana en claridad, interés y cantidad de público.

La divulgación no divulga el conocimiento científico en sí, sino otra cosa, pero esto no significa que esa cosa sea una ciencia rebajada.

Carlos López Beltrán, aludiendo a la queja de Ernesto Sábato en *Uno y el universo*, en el sentido de que la divulgación desemboca en algo que “ya no es más la ciencia”, contesta: “Tiene razón, pero no en pensar que porque la divulgación es otra cosa, esa cosa es peor, una distorsión, una calumnia”. Son precisamente los recursos utilizados para que la ciencia sea accesible a más gente los que hacen hermosa y creativa a la divulgación. Son recursos más que eficaces que logran sortear elegantemente el problema de trasladar (transformando pero no desvirtuando) los conceptos trasladables de una construcción teórica abstracta a un lenguaje natural. Este es uno de los mayores retos del divulgador: localizar lo trasladable, recreable, e inventar los recursos, el lenguaje mismo, para hacerlo.

En la concepción peyorativa de la divulgación como “actividad de tercera mano” (donde los lugares primero y segundo los ocupan la investigación y la docencia), se asume que la divulgación es, en el mejor de los casos, una “ciencia simplificada”. En “La divulgación por escrito”, Alicia García Bergua dice que la divulgación no se diferencia del texto científico sólo por su estilo más claro o por su terminología bien definida, o por no abusar de las fórmulas, sino por su finalidad y su intención. No se trata, como dice López Beltrán, de hacer fácil lo difícil, ni de dar el conocimiento masticado a quien no quiere hacer el esfuerzo. La divulgación no es una ciencia fácilmente digerible. Así, podemos añadir a nuestra descripción en negativo que la *divulgación no es una ciencia rebajada*.

Aun así, este sacrificio de la amplitud, la profundidad y la precisión, ¿puede ser ilimitado? Insistamos: ¿cuáles son los grados de libertad de la recreación? ¿No son *serio* e *imaginativo* conceptos opuestos?

La creatividad

Por lo antes expuesto, y aunque pueda parecer lo contrario, dice López Beltrán, la divulgación es una de las actividades que más creatividad e imaginación exige a sus practicantes. Por un lado debe extraer su materiales del cerrado ámbito científico, y por el otro, debe interesar y hasta entusiasmar al lector común. La crítica es dura por ambos lados: el científico exige no ser traicionado y el lector exige claridad y calidad. Sólo un ejercicio a la vez serio e imaginativo de reescritura puede construir el puente entre la ciencia y el ciudadano común.

En gran medida, la comunicación humana se basa en la capacidad que se tiene de transmitir y recibir información que no se ha adquirido de “primera mano”. La ciencia (la información científica; la realidad científica a la que alude Fernando del Río), como cualquier elemento de la experiencia humana, puede ser transmitida a quienes no la “viven”. Pero cuando se parte, para narrar algo, de un material previo dado, apunta López Beltrán, no se puede (o no se debe) deformar arbitrariamente la sustancia inicial. La mayor parte de las cosas que deben ser comunicadas nos imponen (si pretendemos ser fieles) determinadas restricciones. Hay formas y fondos que deben satisfacerse, y la información científica está entre los más exigentes de los fondos.

Puede parecer en lo anterior, advierte López Beltrán, que hay una contradicción entre la autonomía reclamada para la divulgación y la dependencia que se desprende. Divulgar la ciencia lleva implícito, por ello, un reto formal apasionante; es un espacio donde se puede salir airoso sólo conjuntando conocimiento y creación. Tener límite o reglas no implica, como algunos piensan, desterrar a la imaginación. Entonces, ¿cómo pasar de un lugar a otro sin deformar, sin mentir? No hay recetas, pero el primer paso es darse cuenta de que la intención (objetivo, público, forma y contenido) de ambos discursos es distinta, por lo que los recursos de los que se debe disponer son también distintos. La divulgación debe prescindir de los lenguajes científicos y utilizar sólo las herramientas del lenguaje natural para recrear los conceptos del primero. Debe ser fiel pero para serlo debe ser creativa. *Recrear, traducir, transcodificar, reelaborar y reformular* son todos términos que describen el meollo de la labor divulgativa; pero *recrear* me parece más sugerente porque su núcleo es *crear*.

A continuación transcribimos, para ejemplificar lo que puede ser *recrear*, tres extractos de otros tantos textos que versan sobre el mismo tema: la contracción de la longitud/dilatación del tiempo de la teoría relativista.

Entre las consecuencias de la teoría de la relatividad especial encontramos fenómenos que parecen contradecir la lógica. Con ayuda de las transformaciones de Lorentz, encontramos que al determinar la longitud de una vara que se mueve a una velocidad próxima a la de la luz, ésta disminuye en comparación con la de una vara idéntica que permanezca en reposo. La expresión de dicha contracción relativista de la longitud viene dada como: $L_v = L_0 \sqrt{1 - v^2/c^2}$, donde L_v es la longitud para la velocidad v próxima a la de la luz, y L_0 es la longitud en reposo. Dado que hay equivalencia entre las coordenadas espaciales y temporal, el efecto se produce también para los intervalos temporales, es decir, el tiempo transcurre con mayor lentitud en el caso de un reloj que se mueve a velocidad próxima a la de la luz que en el de un reloj que se encuentra en reposo, con un factor igual a $\sqrt{1 - v^2/c^2}$. (*Enciclopedia Estudiantil.*)

Cuando abrió los ojos nuevamente, se encontró parado en una esquina de una hermosa ciudad antigua. Sospechó que estaba soñando, pero para su sorpresa, no ocurría nada fuera de lo común a su alrededor; hasta un policía parado en la esquina opuesta tenía el aspecto que los policías suelen tener. Las manecillas del gran reloj de la torre calle abajo apuntaban casi al mediodía y las calles se encontraban prácticamente vacías. Tan sólo un ciclista venía bajando lentamente por la calle y, cuando se aproximó, los ojos del Sr. Tompkins se agrandaron por la sorpresa; la bicicleta y el joven que la montaba estaban increíblemente aplanados en la dirección del movimiento, como vistos a través de una lente cilíndrica. El reloj de la torre dio las doce y el ciclista, evidentemente apurado, pedaleó con más fuerza. El Sr. Tompkins no notó que ganara más velocidad, sino que, como resultado de su esfuerzo, se aplanó aún más y siguió por la calle dando exactamente la impresión de una figura recortada en cartón. Entonces, el Sr. Tompkins se sintió muy orgulloso porque podía comprender lo que le estaba sucediendo al ciclista: era simplemente la contracción de los cuerpos en movimiento, sobre la cual justamente acababa de leer. (George Gamow, *El Sr. Tompkins en el país de las maravillas*, 1953.)

De la misma manera, las casas no se venden basándose en su tamaño y su diseño, sino también en su velocidad; pues mientras más rápidamente viaja una casa, más lentamente hacen tic tac los relojes en su interior, y hay más tiempo disponible para sus ocupantes. Dependiendo de la velocidad, una persona en una casa rápida podría ganarle en un solo día algunos minutos a sus vecinos. Esta obsesión por la velocidad continúa por la noche, cuando se podría perder, o ganar, valioso tiempo mientras se duerme. Por la noche, las

calles tienen todas las luces encendidas para que las casas que van pasando puedan evitar las colisiones, que siempre son fatales. Por la noche, la gente sueña con velocidad, juventud, oportunidad.

En este mundo a gran velocidad, hay un hecho que ha sido apenas lentamente apreciado. Por razones tautológicas, el efecto del movimiento es completamente relativo; porque cuando dos personas se cruzan en la calle, cada una percibe a la otra en movimiento, así como un hombre que va en un tren percibe que los árboles pasan volando por la ventana. Consecuentemente, cuando dos personas se cruzan en la calle, cada una se percata de que el tiempo de la otra fluye más lentamente. Cada uno ve que el otro gana tiempo. Esta reciprocidad es enloquecedora. Más enloquecedor es que, mientras más rápido cruza uno frente al prójimo, más rápido parece viajar el prójimo. (Alan Lightman, *Sueños de Einstein*, 1993.)

El tema es el mismo, pero los textos difieren ya notablemente. Quizá no podemos definir *divulgación* porque no conocemos el límite permitido a la recreación: en qué consiste la fidelidad, ya que, en efecto, la divulgación es un discurso sobre otro discurso, pero que goza de una inquietante libertad. Tenemos una buena idea de cuándo un discurso es científico, y cuándo no lo es, pero no cómo y por qué deja de serlo, puesto que su frontera es borrosa y no podemos sistematizar los pasos intermedios. ¿Significan lo mismo *precisión* y *rigor*? La preocupación de cuándo la divulgación deja de ser "científica", aunque pueda aplacarse en apariencia fácilmente respondiendo: cuando ya no habla de ciencia "ortodoxa" o "legítima", es tan profunda que ocupará una buena parte del resto de este libro.

Regresemos brevemente, como broche de esta sección, al artículo "De fantasmas a fantasmas". Ahora resulta más claro decir que su contenido no es ciencia, sino otra cosa. Y a la pregunta: entonces, ¿qué es un neutrino?, la respuesta podría ser "una partícula fantasmal", dándole la razón a Carlos López Beltrán cuando dice que "en divulgación y en poesía no es la vaguedad o la precisión lo que cuenta, sino la lucidez que permite obtener el efecto deseado".

Los clásicos

La divulgación escrita de la ciencia es un discurso no sólo autónomo y creativo, sino que por su fin y por su exigencia está *más cerca de los textos literarios*. Esta afirmación de Carlos López Beltrán, emitida en 1983 y novedosa en ese momento, no pasó inadvertida para algunos,

interesados más en la amenidad que en el rigor. Los estudiosos de la divulgación empezaron a preguntarse en qué consistía, fuera de la mera intuición, esa mayor cercanía a la que se refiere la afirmación, y si estaría relacionada con lo que se considera “buena divulgación”. Una forma de responderlo fue tener en cuenta la permanencia temporal de los textos/autores, y la frecuencia de su selección en las antologías que, para fines de esa década, empezaban a publicarse. Este criterio, no obstante ser subjetivo, permitía acumular las subjetividades de muchos para tratar de explicar las coincidencias.

Dice Luis Estrada en un manuscrito inédito (Los clásicos de la divulgación): “Como la investigación científica misma, la investigación para la comunicación de la ciencia sólo puede ser eficaz con la retroalimentación de la experiencia. Existen también, como en la ciencia, obras ejemplares de comunicación de la ciencia donde se ven claramente expuestas las distintas características y actitudes que puede cobrar esa actividad”. A continuación mencionaremos algunas de las diversas compilaciones de textos de divulgación en lengua inglesa (sobre esta decisión, ver el último párrafo del preámbulo), y las cualidades que hicieron que los antologadores los juzgaran como dignos de figurar. Para no complicar la nomenclatura, he traducido el término *science writing* como “divulgación”. (Nótese, de pasada, la variedad de “definiciones” de divulgación en los títulos de las antologías.)

Martin Gardner, *The Sacred Beetle and other Great Essays in Science* (1984):

Los buenos divulgadores transitan sin dificultad entre las dos culturas. No intentan enseñar ciencia ni poner al día al lector, sino desplegar ante sus ojos, sea su interés en la ciencia apasionado o ligero, un suntuoso festín de gran escritura, absorbente, motivadora de reflexiones. Tienen algo importante que decir sobre la ciencia y lo dicen bien. Como forma literaria, el ensayo no tiene fronteras definidas; su única regla es que debe estar hermosamente escrito.

Bernard Dixon, *From Creation to Chaos* (1989):

Los textos fueron seleccionados sólo bajo el criterio de calidad literaria, es decir, que no tenían defectos como los siguientes: un texto poco atractivo que no sostiene nuestro interés; prosa dura e inflexible que transcurre sin dirección ni propósito; jerga gratuita; el contenido se estanca entre los escollos de la sintaxis impenetrable; frases tediosas, muy largas, verbosas, aburridas; fallas estilísticas grotescas que saltan a la vista con fuerza.

Richard Flaste, *The New York Times Book of Science Literacy* (1991):

El periodismo puede ser un medio más efectivo que la literatura científica profesional, que a menudo oscurece lo que tiene que decir por su mala escritura, su presentación llena de fórmulas y su insistencia en no plasmar el proceso real de la aventura científica. Un buen relato periodístico no sólo debe tener claridad, sino que debe facilitarle al lector conceptualizar los temas tratados. En los textos elegidos se observan las siguientes características: jerga raramente permitida; conceptos no familiares definidos en lenguaje ordinario; interesante desde el primer párrafo; aun el tema más complejo debe poder hacerse comprensible.

John Carey, *The Faber Book of Science* (1995):

Los textos informan con seriedad y al mismo tiempo son disfrutables. Comparten una experiencia de iluminación científica, una ingeniosa solución a un problema. Exponen principios científicos con ejemplos poderosos e ilustrativos. Algunos usan el animismo como recurso extraordinariamente útil que, para un científico, puede parecer ridículo. Cada escritor tiene su estilo y su personalidad. Aparecen inevitablemente los asuntos humanos; en particular, los científicos hablan de sí mismos.

Edmund Blair Bolles, *Galileo's commandment, an anthology of great science writing* (1997):

Se trata de textos de científicos dedicados a los no especialistas. Los científicos no están acostumbrados a considerar sus más acabados textos como literatura. Utilizan sus talentos literarios para hacer contribuciones a la ciencia. La divulgación no se toma en serio como literatura, pero siempre tiene algo importante que decir; inspira a los lectores. Se despliegan imaginaciones disciplinadas por una honradez incommovible: no hay ninguna contradicción entre imaginación y verdad. Los divulgadores transforman los esfuerzos científicos en logros literarios. Los textos nos ponen en contacto con una mente activa e inquisitiva; estamos en presencia de una vívida imaginación. La divulgación puede tener la grandeza de los otros géneros, y al mismo tiempo ser fresca, placentera. Esta escritura imaginativa produce una voz literaria única, el estilo, que inspira una sensación subjetiva en el lector.

Nemesio Chávez Arredondo, *Todo por saber, textos de cultura científica* (1998):

Los textos seleccionados muestran amor a la precisión en la expresión; cuidado en la selección de los temas; énfasis en la sustancia breve y eficaz; humor seco, siempre mordaz e iconoclasta; condensación de los conceptos científicos y sus múltiples posibilidades de presentación; gozan de una manera amable y sorpresiva, con la ambición de ser aceptables por doctos y legos. Hacen cultura científica con carácter libre y lúdico; despliegan inteligencia y buen gusto, así como cuidado estilístico.

A continuación abordamos la serie de antologías de textos de divulgación *The Best American Science Writing*, que ha aparecido anualmente desde 2000. Además de la variedad de estilos y de que suelen tratar cuestiones de actualidad, la introducción a cada número está escrita por divulgadores de primera magnitud; veamos algunas de sus ideas.

James Gleick, *The Best American Science Writing* (2000): “No hay una definición rigurosa de la divulgación: la brecha entre ciencia y arte no es tan ancha como parece”.

Timothy Ferris, *The Best American Science Writing* (2001):

Escribir es difícil, pero la divulgación tiene sus obstáculos particulares: es necesario explicar constantemente al tiempo que se mantiene la atención del lector y transcurre la narración y, a la vez, tener la suficiente maestría en los temas como para describirlos en términos claros y simples. Por ello, selecciona la mejor escritura, independientemente de su tema.

Matt Ridley, *The Best American Science Writing* (2002):

La posibilidad de que una idea nueva sea un factor que cambie al mundo es una verdad que hasta hace muy poco había escapado a los divulgadores. Pensaban que su labor era conducir al lector a través del catálogo de los hechos ya conocidos. Pero a esto se le llama “educación”, y nadie lo hace por placer. Hoy la divulgación es diferente; lleva al lector hasta el borde del abismo de la ignorancia, y le grita: “un día, todo esto podría ser tuyo”.

Dava Sobel, *The Best American Science Writing* (2004):

Mis criterios para elegir los textos son esencialmente dos; primero y más importante, que estén extremadamente bien escritos, lo que significa que imparten genuino placer vía la elección de las palabras y el ritmo de las fra-

ses; mi reacción frecuente ante un texto elegido es ¡quisiera haberlo escrito yo! Algunos podrían incluso aparecer en una antología de la “best writing” sin importar la parte “science”. Pero su tratamiento de la ciencia, el hecho de que puedan considerarse “science writing”, es mi segundo criterio.

Los criterios de selección, aunque subjetivos, no son tan variables como era de esperarse: hay coincidencias en las cualidades de los textos y los talentos de los autores, y podemos destacar las siguientes:

- Imaginación
- Interesa e inspira al lector; mantiene su atención
- Maestría en los temas
- Innovación al presentar los conceptos
- Placentera
- Talento literario, estilo
- Tránsito fluido entre culturas

Hay ciertos autores que aparecen constantemente en las antologías (1950-1990, aproximadamente); de esta lista que presentamos, los nueve nombres marcados con un asterisco están frecuentemente presentes:

Isaac Asimov*	Julian Huxley
Peter Atkins	Fred Hoyle
Nigel Calder	Arthur Koestler
Rachel Carson	Primo Levi*
Paul Colinvaux	Alan Lightman*
Erwin Chargaff	Peter Medawar
Philip Davis	Oliver Sacks*
Richard Dawkins*	Carl Sagan*
Freeman Dyson	Charles Sherrington
Albert Einstein	Lewis Thomas*
June Goodfield	Colin Tudge
Stephen J. Gould*	Steven Weinberg
J.B.S. Haldane*	D’Arcy Thompson
Dorothy Hodgkin	Edward O. Wilson
Douglas Hofstadter	Lewis Wolpert
Miroslav Holub	

Permítaseme un comentario con cierta dosis de obviedad: en las recopilaciones anuales, muchos de estos consagrados ya no aparecen, por

decisión no de los editores sino de la Parca. No sólo eso: el número de divulgadores anglófonos actuales cuyos textos merecen figurar (independientemente de quien los seleccione) se ha incrementado notablemente, de modo que las repeticiones de nombres son mucho menos frecuentes que en las antologías “históricas”.

En resumen, retomando a Martin Gardner: los textos selectos despliegan ante el lector “un suntuoso festín de gran escritura, absorbente, motivadora de reflexiones; tienen algo importante que decir sobre la ciencia y lo dicen bien”. Pero, ¿en qué consiste escribir bien o muy bien, más allá de la gramática y la retórica?

El común denominador de todas las obras de divulgación en las que es posible encontrar una gran calidad es que en ellas hay a la vez un profundo y apasionado conocimiento de la ciencia y una firme voluntad de crear vínculos comunicativos confiables con el público general; ambas cuestiones se plasman tanto en el uso estilístico del lenguaje, como en la humanización de la ciencia. Observamos pues que, si bien no hay una definición puntual de la “buena divulgación”, sí hay un consenso al reconocer sus cualidades, y un acuerdo: la “esencia” de la buena divulgación es de índole literaria. ¿Qué significa esto?

Divulgación y literatura

¿Por qué hay tan pocos científicos que escriban sobre ciencia para los no científicos?, se pregunta Alan Lightman en “La ciencia en la literatura”.

Se me ocurren varias posibles razones. A los científicos les resulta difícil conectar con la gente; además, pierden credibilidad frente a sus colegas si llaman la atención pública; otro factor es que los científicos están especializados.

Si los escritores profesionales sobre ciencia tienen problemas para establecer la conexión de la ciencia con la gente, a los mismos problemas se enfrentan los propios científicos. Los científicos nos pasamos la vida aprendiendo a cuantificarla, hacer que todo sea exacto, objetivo. Los criterios estéticos tienen su encanto, pero son secundarios para llegar a la solución correcta. La medida última del éxito en la ciencia no es conmover a la gente, influir en sus pensamientos, hacerla reír o llorar: se trata exactamente de predecir el resultado de los experimentos.

Los resultados experimentales se consideran válidos sólo si son reproducibles, las teorías son convincentes si pueden generalizarse y destilarse en incorpóreas ecuaciones. Hemos despojado a la ciencia de todo lo humano. Y

éste es el problema para escribir sobre ella, porque ¿cómo podemos preservar la objetividad y la integridad del tema y conseguir todavía despertar sentimientos en la gente? ¿Cómo combinar lo cuantitativo con lo cualitativo, lo calculado con lo emocional, el mundo de la realidad con el mundo de la realidad percibida? ¿Cómo podemos contaminar de nuevo la ciencia con lo humano? No existe una receta para la escritura de ciencia literaria, pero la reconocemos cuando estamos frente a ella. Resulta esclarecedor comparar la escritura sobre ciencia con las de otras formas de conocimiento. No es sorprendente que la mayoría de los escritos no ficcionales se refieran a las personas en una u otra forma. Evidentemente, es más fácil conectar con la gente cuando ésta es el tema central del material. No insinúo que eludamos la ciencia cuando escribamos sobre ciencia, sino que aludamos a los intereses de la gente.

En esencia, lo que considero ideal de la escritura en torno a la ciencia como literatura: escritura literaria combinada con altos patrones intelectuales, escritura que conecta con la gente con la mayor amplitud posible y que, al mismo tiempo, muestra un profundo conocimiento de la materia que trata.

¿Cuándo calificamos de literaria una escritura? Los criterios nunca son objetivos ni constantes, aunque en términos muy generales podemos decir que en la literatura intervienen la imaginación, un uso especial del lenguaje y la intención del autor. Esto podría referirse también, claro está, a los textos científicos; la diferencia residiría entonces en la capacidad expresiva del lenguaje. No existen definiciones únicas de literatura ni de lo literario; esta cualidad puede considerarse como las diferentes formas en que la gente se relaciona con lo escrito. La literatura, como obra de arte, implica un vínculo cambiante entre quien la produce, y quien la lee y experimenta; pero en la tradición literaria generalmente atañe a nuestras preocupaciones e intereses humanos, a lo que nos conmueve y agita, a lo que nos rodea.

En el caso del escritor de divulgación “literaria”, lo representado en su texto produce una respuesta emocional equivalente, más allá de la “conexión con la vida cotidiana”. Por lo visto, la lectura de un texto de Gould, de Dawkins, de Sagan o del mismo Lightman, devela nuevas posibilidades de ser en el mundo, nos ayuda a saber quiénes somos y cuál es el sentido de nuestras experiencias privadas; parafraseando al propio Dawkins, la buena divulgación cambia nuestra vida. Esta forma de abordarla violenta las interpretaciones tradicionales, donde los textos de divulgación de la ciencia son únicamente textos de consulta inmediata de conceptos científicos, o de propaganda institucional, o de guía vocacional o de enseñanza de la ciencia.

Las interpretaciones que las antologías de la divulgación han hecho de los textos de los grandes divulgadores en el sentido de que *exhiben talento literario*, han comenzado a cambiar el punto de vista desde el cual hemos leído tradicionalmente estos textos como *no* literarios. Estas interpretaciones tienen efectos sobre nuestra historia (personal y social) y sobre nuestras antiguas miradas hacia la labor de divulgación de la ciencia: ahora la divulgación puede ser *además* concebida como literatura. Y esta concepción es la que me parece que ha asegurado la aceptación y la permanencia de los “grandes escritos de divulgación”: aquella que toma recursos literarios, que involucra preocupaciones humanas (más allá de las cotidianas), que recrea a la ciencia, en el sentido de darle nueva forma de expresión a algo ya existente; la que no mira a la ciencia como conocimiento aislado sino que la sumerge en el mar de las inquietudes intelectuales que los seres humanos comparten; la que no se limita a mostrar lo que se *debe* saber para que su lector sea considerado científicamente culto; ésta parece ser la divulgación exitosa: la explicación de la realidad nos incluye e incluye el significado de nuestra existencia.

Pero la naturaleza literaria de la “buena” divulgación, esta libertad de creación artística en torno a la ciencia, admirable como puede parecerse, presenta la cuestión problemática del rigor; pensar a la divulgación como literatura implicaría verla como un arte, sólo que limitado a la imposición del discurso científico a partir del cual se construye, lo que da lugar a problemas prácticos para el divulgador. ¿Cómo sabe que no se transmitió un efecto erróneo, desde el punto de vista de la ciencia? A esta problemática nos dedicaremos en una buena parte del último capítulo.

¿EXISTE UN MÉTODO PARA HACER DIVULGACIÓN?

Entre el esquema “reducción-inclusión-textualización” y el ideal de la divulgación como arte, media un abismo (puenteado por la quebradiza mancuerna rigor-amenidad) que aparentemente sólo puede salvarse con inspiración. ¿Será posible que una de las tareas más democráticas, la que consiste en hacer a todos partícipes del conocimiento científico, dependa en primera instancia del talento, cuya repartición es un asunto nada democrático? Si bien algo de esto es verdad, y se aplica por cierto a cualquier labor intelectual creativa, mucho puede aprenderse escuchando la voz de la experiencia y practicando, puesto que la búsqueda de “el método” para divulgar, por todo lo dicho hasta ahora, es una empresa vana. Sin embargo, desde hace más de seis décadas los divul-

gadores activos, muchos de ellos distinguidos, han intentado facilitar la vida de las generaciones siguientes emitiendo consejos y hasta “recetas” para ejercer la divulgación.

Consejos y recetas pueden ser puntuales o muy generales; cuerdos o cercanos al absurdo; teóricos en exceso o exageradamente prácticos; a continuación mencionamos extractos de algunos.

Consejos generales

Manuel Calvo Hernando, Decálogo del divulgador de la ciencia:

1. Poner esmero en difundir el conocimiento científico ubicándolo y valorando su importancia.
2. Combatir la desconfianza hacia la ciencia.
3. Crear conciencia pública de la importancia de la investigación.
4. Insistir en que la ciencia no es una empresa personal, sino colectiva.
5. Hacer ver que la ciencia no es misteriosa, ni secreta ni terrorífica, sino una obra de sabiduría, razón, paciencia, tenacidad.
6. Denunciar la superchería de las falsas ciencias.
7. Tratar a la ciencia con respeto, pero con familiaridad.
8. Presentar la ciencia de modo sugestivo.

Manuel Calvo Hernando, Nuevo decálogo de la divulgación:

1. El divulgador debe ser cuidadoso y exigente; está obligado a transcribir conceptos complejos en palabras sencillas que pueda entender el público.
2. Es importante que sepa explicar a un público que no tiene ningún conocimiento previo.
3. El comunicador debe aprender de los científicos el rigor; el científico aprender del periodista la sencillez, la claridad y hasta el sentido del humor.
4. Reconocer sus responsabilidades y su obligación de informar de manera precisa, clara, completa, independiente, honesta e íntegra.
5. Mostrar aspectos éticos de la ciencia y la tecnología.
6. Pensar en el público; dirigirse a la sociedad no desde la suficiencia sino desde la modestia; dar una información inteligente y a la vez inteligible. Advertir constantemente los riesgos: trivialidad, efectismo, demagogia, prisa, confusión entre ensayos y resultados reales.
7. Promover el análisis reflexivo ante los descubrimientos científicos.

Carl Sagan, *The Demon-Haunted World*:

¿Cuál es el secreto para divulgar? Yo creo que sólo hay uno: no se dirija al público general como lo haría con sus colegas científicos. Hay términos que transmiten instantánea y precisamente lo que usted quiere decir a sus colegas expertos. Pero a un público de no especialistas sólo lo deja perplejo. Use el lenguaje más simple posible. Sobre todo, recuerde cuánto le costó comprender lo que ahora trata de explicar. Recuerde los malos entendidos en los que incurrió, y hágalos notar explícitamente. Tenga muy en mente que hubo una etapa en que usted tampoco comprendía el tema. Recapitule los primeros pasos que lo llevaron de la ignorancia al conocimiento. Nunca olvide que la inteligencia está bien distribuida en nuestra especie.

El esfuerzo requerido es poco, y muchos los beneficios. Entre los peligros potenciales están la sobresimplificación, la necesidad de economizar la información, las insuficientes distinciones entre analogías útiles y la realidad. Sin duda hay que negociar mucho.

Mientras más divulgación haga, más claro será cuáles enfoques funcionan y cuáles no. Hay una selección natural de metáforas, imágenes, analogías, anécdotas. Pronto encontrará que puede llegar casi a cualquier objetivo sobre pasos probados. Entonces puede afinar su producto según las necesidades de un cierto público.

Como algunos editores y productores de TV, hay científicos que creen que el público es muy ignorante o muy estúpido como para entender de ciencia, que la empresa de la divulgación es de entrada una causa perdida, o incluso que es fraternizar con el enemigo. Aparte de su insufrible arrogancia y de que ignora todos los ejemplos de divulgación exitosa, este juicio también tiene el defecto de ser autoconfirmativo. Y para los científicos involucrados, autoderrotista.

Llamadas juiciosas al divulgar: es importante no deslumbrar nada más; tampoco hay que ser condescendiente. No ofrecer falsas expectativas. La buena divulgación debe, primero, encender tan sólo una chispa de admiración. Para esto es suficiente permitir un vistazo a los hallazgos científicos sin explicar de cabo a rabo cómo se llegó a ellos. Donde sea posible, el divulgador debe mencionar los errores, las pistas falsas y la confusión, aparentemente desesperanzadora, en el camino; de vez en cuando, dejar que los lectores saquen sus propias conclusiones. Esto transforma la asimilación obediente en descubrimiento personal, y esto es inolvidable.

Richard Dawkins, *Unweaving the Rainbow*:

A menos que los científicos tengan los talentos de un Sagan o un Atkins, no debieran cultivar un estilo deliberadamente literario [prosa poética en el original] en sus exposiciones. La claridad simple y sobria será suficiente, dejando que los hechos y las ideas hablen por sí mismas. La poesía está en la ciencia.

Recetarios

J. B. S. Haldane, "Cómo escribir un artículo de divulgación científica":

1. La escritura de un artículo de divulgación tiene su técnica y su arte.
2. Tenga presente al lector. No lo trate como si fuera tonto.
3. Se trata de emocionar o interesar al lector, no de darle la información completa. No escriba resúmenes ni "respuestas a un examen".
4. Pase de los hechos no familiares de la ciencia a los de la experiencia cotidiana. Ayude al lector a relacionar el tema con el resto de sus conocimientos.
5. Emplee párrafos cortos; y no rellene por rellenar.
6. El artículo debe incluir alguna novedad.
7. Deje reposar el texto y vuélvalo a revisar.

Asociación Ciencia Hoy Argentina/Uruguay:

1. Evitar la jerga técnica; recurrir al lenguaje cotidiano.
2. Si la comprensión de un tema requiere algún conocimiento previo, explicarlo.
3. Evitar el uso innecesario de expresiones matemáticas o químicas.
4. Dar el texto a alguien ajeno al tema y verificar que lo entiende.
5. Usar el lenguaje más sencillo posible.
6. Ilustrar el texto.
7. No incluir notas a pie de página.

Pierre Laszlo, *La vulgarisation scientifique*:

1. La información científica es indigesta para el hombre común, que no tiene forma de identificarse con lo que lee. Hace falta tener la paciencia de reconstruir para él una historia. El formato natural de la divulgación es el libro. Cualquier forma literaria sirve, pero una de ellas prevalece: el relato autobiográfico. El héroe, falsamente

ingenuo, recuerda sus aventuras progresivamente, como en etapas, hacia una verdad que en ningún momento pudo prever (ej.: La doble hélice de Watson).

2. El título adecuado es muy importante. El lector debe saber qué es lo que va a leer, y con mayor razón lo que evitará. Junto a títulos atractivos, divertidos, sugerentes, brillantes por su sencillez (Los tres primeros minutos de Weinberg) o por su lado enigmático, existen títulos aburridos y mediocres (en vez de “La adquisición del control de la voz”, “Cómo volverse la Reina de la Noche”). Imagínense que a *El azar y la necesidad* Monod lo hubiera titulado Cuestiones filosóficas de la biología molecular, o Wienberg a su libro *Introducción a la cosmología*, o Jay Gould *Crónicas paleontológicas* en vez de La sonrisa del flamenco. Al público se le conquista de entrada por el título breve, vivo, colorido, centrando el tema en el universo familiar de los lectores. Otra táctica es evitar una transparencia absoluta (evitar “El misterio de...”). También funcionan los títulos binarios un poco inesperados: El pulgar del panda, La medusa y el caracol, y los títulos con metonimia: El hombre neuronal, El gen egoísta. La asociación de ideas excita el interés.
3. El subtítulo: no debe ser demasiado largo ni duplicar el título sin añadir más información (como en “Un escáner médico en geología” y luego “De la medicina a la geología, la transferencia de tecnología parece prometedora: a imitación de la exploración petrolera, la geología adopta, a su vez, el escáner en su panoplia de herramientas de observación”). Consejos: completar la información que aporta el título; evitar la redundancia entre ambos; 10 palabras a lo más; evitar las frases hechas; resistir la hipérbole.
4. Entrada en materia. No abrir con una frase inútilmente complicada, engreída, barroca, con nociones de importancia desigual (“Si existe un grupo de mamíferos todavía poco conocido tanto por el público como por los zoólogos, es el de los dermópteros, al que no debe confundirse con los dermápteros” en lugar de “Los dermópteros son mamíferos poco conocidos”). Consejo: dejar al autor en la sombra.
5. Títulos de los apartados. Se dejarán sólo los absolutamente necesarios, pues son casi siempre una abominación. Sin embargo, a veces pueden dar estructura al texto permitiendo cambios bruscos de puntos de vista y reavivar el interés, pero sin interrumpir el hilo de la lectura. Desempeñan un papel positivo cuando al leerlos aisladamente su secuencia resume el argumento del artículo, picando la curiosidad; el lector anticipa su lectura.

6. Párrafos cortos. Los lectores son como urracas: todo lo que se mueve, todo lo que brilla les atrae. Un párrafo corto atrae, intriga, suscita el interés; su longitud le da el ritmo al texto. Consejos: conectar con el párrafo precedente, sutura discreta con el siguiente; coherencia en el desarrollo; integrar el lenguaje común; cada tanto, reavivar el interés.
7. Estructuras sintácticas simples. No invertir el orden natural, no oscurecer, no incluir cosas superfluas.
8. Frases cortas. El esfuerzo de comprensión por parte del lector no debe duplicarse por el esfuerzo de lectura. Sin embargo, un estilo complicado da encanto a algunos textos.
9. Palabras corrientes y cortas. Incluir en el texto palabras raras enriquece el vocabulario del lector, pero no hay que exagerar para no caer en la ilegibilidad. Una de las claves de la vulgarización es utilizar más palabras usuales que raras.
10. Redundancia. Hace falta, aunque debe ser discreta. Es esencial para la enseñanza. Intentar la explicación de diversas maneras, pero cuidándose de la paráfrasis sistemática. No exasperar al lector introduciendo una expresión especializada seguida de su definición. Volver al punto periódicamente.
11. Concisión. Lo que el contenido pierde en originalidad, es compensado por la forma en la divulgación, pero no al precio de la prolijidad.
12. Evitar las siglas. Es un recurso comprensible de los científicos, es parte de su lenguaje, pero la vulgarización se dirige a los no especialistas. Son impronunciables, no se retienen, causan confusión.
13. Evitar los términos técnicos. Aligerar el texto en lugar de hacerlo pesado lastrándolo con términos técnicos que habrán de explicarse.
14. Ilustración explicativa. En la vulgarización escrita, la ilustración puntualiza el texto; lo aclara y descansa la vista.

Hay numerosos ejemplos más, que no expondremos aquí por falta de espacio (y porque carecen de elementos novedosos). Citemos algunos otros: A. M. Sánchez, "Sobre la elaboración de artículos de divulgación científica. El trabajo en solitario"; H. Dallanhol, "Los diez mandamientos del divulgador de la ciencia"; R. Sánchez Ocaña, "El divulgador científico"; M. Calvo, "Estrategias para comunicar el conocimiento" (1 al 5).

En la mayoría de los recetarios y consejos, se acepta implícita o explícitamente que la divulgación de la ciencia es importante, puesto que, en palabras de Dallanhol: “pocos dudan que la ciencia es la manera más fiable de conocer la realidad material hoy”. Otro punto de convergencia es que la labor no es fácil, por lo que se resaltan las cuestiones técnicas, fundamentalmente para realizar la divulgación escrita, y se insiste en la necesidad de escribir bien, con énfasis en el estilo y las posibilidades comunicativas del lenguaje. También se comparte la importancia del público al que se dirige, y la necesidad de ponerse en su lugar y de no subestimarlos: no agobiarlos con datos pero no sobresimplificar; utilizar recursos del lenguaje que ayuden a la comprensión de los conceptos; tener presentes los aspectos humanos de la ciencia. En cuanto a la formación profesional, se insiste en que el divulgador ha de tener cultura científica y cultura general.

Finalmente, se puede plantear que hay dos tipos de recomendaciones: las que hacen referencia a cuestiones de carácter técnico, y las que son reflexiones generales sobre la actividad, su ética y sus objetivos, como por ejemplo la concepción de ciencia tras los ejercicios de divulgación. La coincidencia más notable es que no existe un método único para hacer divulgación, y mucho menos uno que garantice el éxito; curiosamente, ningún recetario menciona un punto clave: la lectura de los divulgadores clásicos.

Consejos y recetas son producto de un trabajo intenso, basado en las experiencias de muchos, dedicado a detectar y aislar algunas características compartidas por los trabajos de divulgación; el resultado es una variedad de consideraciones prácticas a las que, al menos por ahora, no podemos llamar *método*. Pero si pensamos a la divulgación, ya no como práctica, sino como fenómeno de comunicación, ¿será posible llegar a un conjunto de razonamientos que expliquen dicho fenómeno e, incluso, a una síntesis que contenga los conocimientos obtenidos al investigarlo, una *teoría de la divulgación*?

LA DIVULGACIÓN COMO OBJETO DE INVESTIGACIÓN

Por ahí de mediados de los ochenta, cuando empezó a gestarse la preocupación por el papel de la ciencia en la sociedad y porque la divulgación participara en la preparación científica del ciudadano informado, al tiempo que nacían los movimientos Public Understanding of Science y Communication Scientificque Publique, no es una casualidad que

comienzan a darse los primeros estudios teóricos sobre la divulgación.

Hasta entonces, la divulgación era una labor que se hacía de manera espontánea, voluntaria y azarosa. Había científicos y periodistas que intuitivamente lograban productos buenos que a menudo servían de modelo e, incluso, se elevaban a la categoría de “clásicos”. Pero nadie sabía y pocos se preguntaban en qué residía que un producto fuera “bueno” y muchos menos cómo se podía lograr.

Últimamente se reconoce que la divulgación va más allá de la simplificación del discurso de la ciencia para hacerlo accesible al gran público. De entrada, las propias nociones de *comunicación* y de *información* remiten a una multiplicidad de teorías, conceptos y modos de operar que deben tener en cuenta las exigencias específicas de la comunicación científica. La sola mención de los términos *accesible* y *público*, por ejemplo, nos indica la complejidad de esta actividad. Por otra parte, la enseñanza formal de la divulgación y en consecuencia la profesionalización de la labor no pueden prosperar sin el estudio profundo de los procesos y las prácticas que le atañen.

Es necesaria aquí una nota precautoria: no confundir la búsqueda de un método para hacer divulgación (o una teoría para explicarla), con la metodología para investigar la divulgación.

La reflexión sobre el quehacer

Según Manuel Calvo, los primeros autores que plantearon la reflexión teórica sobre la divulgación fueron Baudouin Jurdant en 1969, y Philippe Roqueplo en 1974, y a partir de entonces empieza a tomar cuerpo la escuela franco-canadiense. Hoy se trabaja en varios países en la investigación y el análisis de los problemas de diverso orden que plantea la divulgación de la ciencia y la tecnología, teniendo en cuenta el papel decisivo que una y otra desempeñan en el desarrollo de la sociedad contemporánea; el tema es muy amplio y exige un estudio colectivo y multidisciplinario.

En 1988 Daniel Jacobi y Bernard Schiele reúnen en *Vulgariser la science. Le procès de l'ignorance* los temas de investigación del momento; y aunque no es posible hacer una revisión exhaustiva de todas las investigaciones publicadas hasta entonces sobre la vulgarización, afirman que éstas se limitan a tres temas: el enfoque comunicativo, el sociológico y el sociolingüístico: “El punto común de todos los estudios franceses y de un número importante de trabajos extranjeros se sitúa en la articulación de las interacciones socia-

les y las prácticas discursivas que las califican. La investigación se dirige a la producción o a la recepción del mensaje de vulgarización, a los factores culturales, sociales y cognitivos que modulan estas operaciones, y a las propiedades escritas o habladas del mensaje mismo.”

El antecedente de esas investigaciones es que, a pesar de la abundante producción divulgativa, no se reflexiona sobre la práctica, que es espontánea, “se vive”; esto es patente, por ejemplo, en la elección de los temas tratados. Esta ausencia de reflexión, dicen Jacobi y Schiele, perpetúa las ambigüedades y las vacilaciones de la divulgación como dominio de estudio. Para el investigador, la divulgación es un objeto de análisis: se esfuerza en atribuir significados y contenidos a las prácticas inscritas en el campo social. Para el divulgador activo, es una práctica autosuficiente que sólo requiere de algo de técnica, y que da lugar a una producción.

En términos generales, los investigadores se preocupan por las dificultades que implica convertir una cierta información científica en un material que resulte apto para su difusión pública en medios de información general. En el estudio de la expresión de los contenidos científicos para el público confluyen un conjunto de disciplinas: lingüística, semiótica, lógica, sociolingüística; ética, sociología, psicología, antropología; las teorías de la información y de la comunicación; la filosofía y la historia de la ciencia; las artes plásticas y gráficas, y la literatura; las tecnologías de la comunicación; y otras más.

Por ejemplo, se analizan comparativamente los discursos científicos y los divulgativos; se estudia la relación entre información y medios, y la divulgación como fenómeno comunicativo; se analizan también los problemas específicos de las distintas disciplinas científicas en lo que se refiere a su difusión al público; otro aspecto que interesa es el de la imagen. Últimamente se aborda el estudio de la “aceptación pública de la ciencia”, que comprende el intento de conocer las preferencias del público para diseñar y orientar mejor la información científica que se divulga.

La historia de la divulgación científica empieza a considerarse como absolutamente indispensable para la historia y la filosofía de la ciencia. Por qué, en una determinada sociedad, una disciplina se difunde en el tejido social de una época y en qué grado su uso se ha generalizado y sus beneficios han sido aprovechados por un grupo mayoritario, por pocos o por nadie. La historia de la divulgación se investiga ya en algunos países, y se abordan temas de esta naturaleza en los congresos de divulgación y de historia de la ciencia.

Esbozaremos brevemente la concepción y el desarrollo de esta actividad de reflexión en nuestro país, en particular la que se lleva a cabo en la Universidad Nacional Autónoma de México.

Investigación mexicana sobre la divulgación

En 1986 aparece el último número de la revista *Naturaleza*, y está dedicado a los problemas de la comunicación de la ciencia. En él se publica el artículo de Carlos López Beltrán, "La creatividad en la divulgación de la ciencia", que se va a convertir en cita obligada de los estudiosos del texto de divulgación en México (una muestra de ello se encuentra en el subcapítulo "La recreación"). Dos años después (coincidentalmente con el texto de Jacobi y Schiele) circula un documento colectivo del Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia, "Aspectos de investigación en la comunicación de la ciencia", con Luis Estrada a la cabeza. Las tendencias europeas aún no nos habían alcanzado, pero ya se intuía la necesidad de realizar la divulgación de manera más profesional, más metódica y ordenada, convirtiéndola en objeto de investigación multidisciplinaria. A continuación expongo resumidos los puntos más importantes de dicho documento.

La comunicación de la ciencia requiere "encontrar las formas más eficaces de establecer el puente comunicativo entre el auditorio y los conceptos de la ciencia, o la recreación que se haga de éstos. Un espíritu crítico, analítico, que posibilita evaluar la eficacia y la originalidad de las obras de divulgación".

En la labor de comunicación de la ciencia profesionalmente se realizan diversas actividades de investigación que en términos generales tienden a caer en dos grandes grupos: estudios y análisis de las disciplinas científicas mismas y de las formas y medios para comunicar la ciencia. Un aspecto de la investigación de las formas de comunicar la ciencia consiste en indagar las características e intereses del público a quien se dirige el mensaje, estudiar las respuestas a este mensaje y buscar los medios que garanticen la retroalimentación permanente en el proceso de comunicación buscado.

La labor de comunicación de la ciencia establece líneas generales de investigación que se dedican fundamentalmente a:

1. Descubrir nuevas facetas del conocimiento científico.
2. Descubrir relaciones entre temas de distintas disciplinas.
3. Visualizar la ciencia de manera diferente.
4. Crear una atmósfera cultural que incluya a la ciencia.

5. Revisar y criticar la presentación de la ciencia.
6. Analizar ante el público la información científica.
7. Discutir en términos accesibles los problemas conceptuales básicos de una descripción científica.
8. Desarrollar un lenguaje científico en español.
9. Crear sistemas de evaluación acerca de la adaptación y la captación de la información científica.

Claro está que las líneas mencionadas suelen trasladarse.

En 1989 Jorge Flores se hace cargo del Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia y logra un acuerdo con la revista de la Academia Mexicana de Ciencias, *Ciencia*, para que publique una sección dedicada a “estudios en divulgación”. (Por cierto, este nombre de *estudios* es un indicio de que el *establishment* se opone a considerar investigación algo que no sea la propia investigación científica.) Dicha sección se inaugura en 1991 con el primero de una serie de cinco artículos titulada “Sobre la elaboración de artículos de divulgación científica”, de quien esto escribe; intercalados aparecen uno de Martín Bonfil y Martha Tappan, otro de Aarón Alboukerk y M. Tappan, y uno último, de María Trigueros, A. M. Sánchez y E. Vázquez. Dado el éxito inicial (sugerido por los arbitrajes, el número de citas y su utilización en los primeros cursos de divulgación escrita), se propone la creación de una revista internacional de estudios en divulgación surgida de la UNAM (no existe todavía *Arbor*; *PUS* sólo publica hasta entonces estadísticas comentadas; *Social Studies in Science* no se dedica propiamente a la divulgación) como necesaria para el avance de la comunidad. Pero el proyecto se congela; el CUCC se convierte en Dirección General de Divulgación de la Ciencia, desaparecen los investigadores y la sección de *Ciencia* muere de inaniación. Con el advenimiento de José Antonio Chamizo como director se crea, gracias a la iniciativa de Juan Tonda, la colección Divulgación para Divulgadores, que publica libros que abordan, desde diversas perspectivas, los problemas de la divulgación y del periodismo científico. En los congresos nacionales que organiza la Somedicyt se presentan trabajos de análisis de algunos aspectos de la divulgación, que suelen publicarse en las memorias correspondientes.

Temática y patrones de investigación

En “El investigador en comunicación de la ciencia”, un reciente documento colegiado por iniciativa de Julia Tagüeña, se muestra “la impor-

tancia fundamental de la investigación comunicativa, la cual no sólo permite desarrollar nuevos modelos y poner a prueba los ya existentes, sino que también permite adaptar contextualmente el problema al entorno social en donde éste tiene lugar”.

En el mismo documento se enumeran las 44 revistas dedicadas actualmente a estudiar, de manera estrecha o incluso lejanamente relacionada, los problemas de la comunicación de la ciencia. Aunque hoy es todavía más difícil revisar todas las investigaciones publicadas, es notable la coincidencia con los grandes temas que en su momento agruparon Jacobi y Schiele: comunicación, interacciones sociales y prácticas discursivas, dentro de los cuales podemos ubicar cuestiones políticas, técnicas y profesionales en torno a la divulgación, y estudios de actitudes públicas hacia la ciencia.

Para ilustrar lo anterior, relacionemos primero algunos de los temas de investigación que aparecen en *Arbor*, una revista internacional de origen español dedicada a estudiar los problemas de la comunicación de la ciencia:

Opinión pública y desarrollo científico; propuestas técnicas (redacción y buena selección de la información) para los medios masivos; historia del periodismo científico; utilización del género del reportaje por los periodistas científicos; fuentes noticiosas de ciencia; el equipo científicos-comunicadores; la divulgación como labor de expertos; análisis del tratamiento que hacen los medios a los temas científicos; el periodismo científico y su uso como material escolar; el problema del rigor contra la comprensión; la desnaturalización de los conceptos científicos al ser divulgados; problemas sociales y políticos en torno a la divulgación; explicaciones al protagonismo de las noticias de biología y medicina en los medios; análisis de contenidos de los diarios; el problema de la selección de la información; narrativas de los congresos de periodismo científico; imágenes de la ciencia en la prensa; análisis del lenguaje expositivo en la ciencia.

A continuación, una relación de temas extraída de la revista internacional de origen británico *Public Understanding of Science*:

La opinión pública y la biotecnología; análisis del contenido científico en la prensa popular; estudio de la producción de noticias sobre tópicos científicos de actualidad; estudios de actitudes públicas hacia la ciencia; modelos de participación ciudadana en temas científicos; análisis de la brecha entre científicos y público; análisis de contenidos científicos en la televisión; género, comunicación y multimedia; análisis de cursos de escritura científica; la divul-

gación a los políticos; las actitudes del público hacia la ciencia en diversos países; la imagen como herramienta; el debate como medio de cambio en la actitud del público; las políticas de la divulgación de temas de actualidad; implicaciones de la educación en ciencias; la ciencia cuestionada en el cine; el papel de los medios en la controversia sobre la fusión fría; los medios y el origen del ambientalismo; comprensión pública de la ciencia y comprensión pública de la investigación científica.

Aunque, como ya dijimos, no son estos dos los únicos canales para publicar resultados de la investigación en divulgación, quizá sean los más especializados, puesto que en otras revistas la divulgación no es el tema único ni principal (como p. ej. en *Social Studies of Science*). También se publican nacional o internacionalmente estudios de la divulgación presentados en diversos congresos, o números de revistas interdisciplinarias dedicados especialmente a la problemática de la divulgación, en particular a la lingüística (es el caso de la *Revista iberoamericana de discurso y sociedad*).

Destaquemos, mediante ejemplos, algunos de los diversos patrones que sigue la investigación en divulgación:

- “La comunicación de la ciencia como un fenómeno de transporte” (J. Palacios): teniendo en cuenta la complejidad del proceso de comunicación en el cual participan el emisor y el receptor, utiliza un modelo de acarreadores (procedente de la fisicoquímica), cada uno de los cuales transporta mensajes por medio de un canal.
- Génesis y expectativas de la divulgación científica y técnica en América Latina (A. Saladino): investigación historiográfica orientada a construir el proceso de la conformación de la divulgación científica y técnica en América Latina; hace un inventario de publicaciones y sus contenidos, y de los hombres de ciencia dedicados a popularizar.
- “Los campos modales en el discurso de divulgación científica” (G. del Rosal): el divulgador le asigna valores a las construcciones lingüísticas y utiliza tiempos verbales que determinan qué debe creerse, qué puede cuestionarse y qué es forzoso poner en duda.
- “El paradigma como base para el estudio de la divulgación escrita” (J. R. Martínez *et al.*): toman el concepto de *paradigma* de Kuhn y en el contexto de la obra de Thom proponen un marco teórico para encuadrar los escritos científicos con carácter de divulgación y establecer su papel dentro de la comunicación de la ciencia.

- “Una teoría de la divulgación de la ciencia” (A. Marcos y F. Calderón): proponen cambiar el modelo de déficit por un nuevo marco teórico para la divulgación de la ciencia. Abordan brevemente el contexto, las funciones y la estructura de la divulgación, y emiten la tesis de que la mejor forma de teorizar la divulgación es pensándola como un sistema abierto, adaptativo y social, con fines de carácter constitutivo y sometido a tensiones internas.
- “The gender gap in science attitudes, parental and peer influences: changes between 1987-88 and 1997-98” (G. Breakwell y T. Robertson): investigan si hay diferencias genéricas en las actitudes hacia la ciencia en ciertas escuelas de Gran Bretaña durante los años mencionados, mediante un cuestionario y su correspondiente estadística. No encuentran ningún cambio significativo.

Las cuestiones que aquí nos interesan son las siguientes: ¿pertenecen estos (y otros) patrones (de contenido o de forma) de los ejemplos a uno más amplio? ¿Es la calidad homogénea? Independientemente de que es un objeto de estudio válido, ¿se obtienen resultados interesantes? Y, en especial, si la investigación en divulgación ha logrado algún impacto en el trabajo profesional de los divulgadores.

¿Qué sentido tiene investigar la divulgación?

Para intentar responder a lo anterior, vamos a suponer (con fines de simplificar) que la manera de proceder, tanto en la investigación científica como en la de divulgación, se refleja en los artículos en revistas especializadas; que, aunque internamente sea muy heterogénea, sólo para fines de comparación consideraremos que la investigación en ciencias naturales es un solo cuerpo homogéneo; y que no tenemos en cuenta el modelo de *ciencia* detrás. En lo que sigue me basaré en dos textos: La investigación en divulgación de la ciencia y la investigación en ciencias naturales: algunas diferencias y algunas coincidencias, de Liliana Valladares, y *Public Knowledge*, de J. M. Ziman.

Lo que encontramos es que los resultados de estas investigaciones son desiguales y a veces contradictorios. Hablando en general de los estudios publicados, e independientemente de la disciplina de la que parten, es notoria la variedad “metodológica” y de calidades. Hay análisis que se destacan por sus propuestas originales y su conocimiento del oficio, y que sirven verdaderamente de punto de partida para reflexiones posteriores. En cambio, algunas de las propuestas son análisis

superespecializados (sobre todo los lingüísticos, usualmente plagados de una jerga que los divulgadores no comparten); otras son ejercicios multidisciplinarios (a menudo barrocos o francamente forzados); otras más son exageradamente locales (sin importancia para una comunidad amplia) o bien triviales (lugares comunes, intrascendencias). La crítica principal se refiere a que, en su mayoría, los resultados carecen de aplicabilidad, unos porque son demasiado puntuales (p. ej., resultados de aplicar un programa de divulgación de un tema ecologista a un grupo de niños de un grado de una escuela de una zona de un país), sin posibilidades de generalización, y otros porque son tan esotéricos que son inaplicables a casos concretos. (Claro está que todo lo anterior podría decirse de la investigación científica convencional.)

¿A qué clase de investigación pertenece la que toma como objeto de estudio a la divulgación? Partamos de que sobre el producto primario de la investigación científica surge como producto secundario (en sentido secuencial) la divulgación de la ciencia, y sobre ésta se aplica de nuevo la actividad investigadora, dando como resultado la investigación de la divulgación.

A diferencia de la investigación en ciencias naturales, donde hay una tendencia a explicar los hechos subsumiéndolos como casos particulares de leyes o teorías más generales, con resultados preferentemente predictivos, en divulgación la investigación parece dirigirse generalmente a describir, y si acaso a encontrar algunos patrones. Otra característica de la primera es el recurso a la creación de una situación experimental repetible, que parece no ser parte metodológica característica de la segunda, pues en ésta, hasta ahora, no parecen establecerse explícitamente hipótesis que se sometan a prueba y que guíen la investigación, no se definen variables dependientes e independientes, y no se recurre a instrumentos o estadísticas como herramienta común de validación de los resultados. Sin embargo, una peculiaridad de buena parte de los reportes de investigación en divulgación es que tienen el típico corte del artículo científico. Y aunque haya estudios estadísticos con variables demográficas, finalmente están destinados a evaluar las *actitudes* hacia la ciencia, u otras respuestas para las que es cuestionable la posibilidad de controlarlas y repetirlas. ¿Qué están tratando de “medir” mediante encuestas, entrevistas y tratamiento estadístico?

Es claro, como dice Alicia Castillo en sus observaciones al documento El investigador en comunicación de la ciencia presentado en el Consejo Técnico de la Investigación Científica (CTIC) de la UNAM, que las metodologías y los métodos de análisis en la investigación en comunicación

de la ciencia provienen de las ciencias sociales puesto que la base del problema de la definición del objeto de las ciencias humanas se encuentra en que éste realmente es una construcción (“constructo”), un sistema de conceptos que a menudo se confunde con objetos empíricos y concretos, confusión que se da precisamente en el estudio de la divulgación.

La crítica a esta búsqueda de “cientificidad” se aplica, sin duda, a la investigación en divulgación de la ciencia. De los artículos revisados nos percatamos de que, en efecto, no basta con incluir estadísticas, o ecuaciones, o los rubros “introducción, hipótesis, método, desarrollo y conclusiones”, o un lenguaje especializado, para darle al análisis de la divulgación un carácter “científico”. Como bien lo señalan algunos autores, la investigación en divulgación es una reflexión sobre los productos de una actividad intelectual-artesanal, sin posibilidades predictivas o generalizadoras, en situaciones irrepetibles.

La investigación en divulgación no puede, entonces, caracterizarse como un solo cuerpo homogéneo. El problema es el objeto de estudio: la mezcla ciencia-otra cosa. Hasta ahora, la práctica no refleja el conocimiento obtenido a la luz de la investigación porque no es claro dicho objeto de estudio.

En los intentos de llegar a una teoría de la divulgación se ha querido subsanar las persistentes deficiencias en la definición del objeto a través de la insistencia en el método; legitimar utilizando técnicas como la formalización, la cuantificación, la estadística o el modelaje. En la divulgación, incluso, se ha discutido la noción de una divulgación científica no como término tautológico sino referido a la propuesta de que utilice el método científico para lograr sus objetivos. En este sentido, y suponiendo que tal método existiera, la divulgación sería más una cuestión de técnica que de inspiración, y sería necesario y hasta posible descubrir sus mecanismos de funcionamiento, cosa que aún no acontece. Pero por ahora, “difícilmente un divulgador puede ignorar que para que se defina, se configure y se legitime una teoría de la divulgación no basta con asignarle el nombre de teoría a un intento de explicación”.

Por todo lo antes dicho, tras más de 20 años de trabajo de análisis por parte de una comunidad internacional en crecimiento constante, y como sucede en muchos otros asuntos referentes a la divulgación, aún no hay un acuerdo en cuanto a la existencia de una “teoría de la divulgación”. Para algunos miembros de las comunidades española y mexicana, existe la teoría, aunque sólo sea en grado de tentativa: la de definir un objeto de estudio y un método específico, problema que continúa abierto.

Así, parecería que la vulgarización es autosuficiente por su sola práctica, por el *savoir faire* técnico. El conocimiento teórico de la práctica divulgativa proviene principalmente de campos que le son externos. Y esta tentativa externa de constituir teóricamente el objetivo de la vulgarización constituye en sí un problema, pues tiene que ver con la cuestión de su legitimación. (Recuérdese la preocupación profesional de Fuller de que quienes dictan las normas de la divulgación son los científicos y no los divulgadores.) En sentido inverso podemos añadir que también está directamente relacionado con la imposibilidad de definir la divulgación como disciplina, pues, de otra manera, ¿cómo sabemos cuáles son los “campos externos” a ella? Y también surge una pregunta profesional: ¿los divulgadores deben/pueden investigar el quehacer en el que están inmersos? Para nuestros fines, la conclusión más importante de *Vulgariser la science* es la afirmación rotunda de que no existe la teoría de la divulgación en el sentido estricto del término, sino un conjunto de trabajos multidisciplinarios y convergentes que delimitan un campo de investigación, y que obedecen a distintas metodologías.

Mi inquietud sempiterna es muy elemental: ¿qué es precisamente lo que estamos buscando? Me parece que la teoría literaria puede acudir en nuestra ayuda. En *Las vanguardias literarias latinoamericanas y la ciencia*, Rodolfo Mata menciona que en el caso de la teoría literaria se puede decir que no son las obras literarias particulares en sí las que deben constituir el objeto de estudio, sino la idea que se tiene de ellas. El ejemplo más claro e inmediato de este planteamiento es el de la “literaturidad” (la “calidad de literario”) cuya búsqueda transcurre entre una definición de las propiedades de los textos y una definición de las convenciones y de los presupuestos con los que se aborda el texto llamado *literario*, perspectivas que en modo alguno están en contradicción. En el caso de la “teoría de la divulgación”, la similitud es muy precisa: el objeto de búsqueda sería la “divulgatoridad”, aquello que hace que una obra sea considerada de divulgación, búsqueda basada también en las propiedades de los textos y en las convenciones y presupuestos con que se abordan.

Para terminar este capítulo, debemos decir que, pese a las deficiencias generales de índole práctica o teórica, el estudio de la divulgación ha permitido en algunos rubros, si no solucionar, por lo menos plantear problemas que anteriormente pasaban inadvertidos; trataremos algunos en lo que sigue.

.4.

PROBLEMAS DE LA DIVULGACIÓN

Podría parecer irónico que, tras enunciar en los tres capítulos anteriores las grandes dificultades conceptuales que rodean a la divulgación de la ciencia, titulemos *problemas de la divulgación* a este último capítulo, como si todo lo anterior fuera coser y cantar. La justificación (artificiosa, si se quiere) es que en este espacio que nos queda mencionaremos problemas concretos que se derivan de esas dificultades, relacionados con la práctica, y que pueden ilustrarse de forma más directa, así como cuestiones referentes a la figura profesional del divulgador.

LA FIDELIDAD AL CONCEPTO CIENTÍFICO

Retomemos por un momento algunas ideas de Carlos López Beltrán:

La divulgación sirve a dos amos: el rigor y la amenidad. La divulgación es un ejercicio a la vez serio e imaginativo. La divulgación debe ser fiel pero creativa. La fidelidad implica no deformar arbitrariamente la sustancia inicial.

Hemos llamado “mancuerna quebradiza” a la combinación rigor-amenidad, que en términos del periodista científico equivale a precisión-claridad; ¿se trata de conceptos contradictorios? De entrada no lo parece, a menos que se tenga el modelo mental de que la ciencia (rigor, precisión, seriedad) es aburrida (nada amena, cero imaginativa, incom-

prensible) y entonces es necesario “sacrificar amplitud, profundidad y precisión para ganar en claridad, interés y cantidad de público”. Más bien se trata de dos ingredientes de combinación difícil, y *arbitrariamente* es el término clave, pues ya dijimos que en la divulgación de la ciencia que estamos considerando, la razón de ser, la sustancia inicial, es justamente la ciencia natural de tradición occidental. Pero, ¿quién puede decir qué tan arbitraria es la deformación? Cuando hablamos de “sacrificar” estamos refiriéndonos al investigador científico que supone una especie de fórmula donde *rigor* (precisión) es el negativo de *amenidad* (claridad), y quitar de uno implica poner de la otra. Pero si pensamos que el objetivo de la divulgación es más que nada dejar una impresión, producir un efecto, entonces lo arbitrario, el grado de esa deformación, se vuelve algo totalmente subjetivo, a menos que la transformación contenga datos erróneos. Por ejemplo: “el neutrino es un fantasma” sería una expresión inadmisibles en un artículo especializado en partículas subatómicas, no así en divulgación; en cambio, ni en divulgación sería permitido afirmar que el neutrino posee carga eléctrica (un dato contrario al conocimiento aceptado por la comunidad especializada).

Todo lo anterior viene a cuento porque uno de los consejos recurrentes para hacer divulgación es “utilice metáforas y otras figuras retóricas”; es evidente que el precepto es muy atendido, pues los análisis de los lingüistas incluyen de aquéllas muchos ejemplos. Además, se trata de una propuesta atinada, puesto que la metáfora permite comprender los conceptos más abstractos a partir de los más concretos, y relacionar un dominio conceptual en términos de otro. Es una poderosa herramienta creativa que revela similitudes entre las entidades del mundo, ideal para producir un efecto; si la metáfora es impactante, puede ser inolvidable. Pero además las metáforas, al crear nuevas asociaciones con el conocimiento previo, nos comunican información (a decir de los divulgadores ortodoxos, éste es el objetivo principal de las metáforas en la divulgación y es lo que las diferencia de las ordinarias, con las que sólo intentamos producir un efecto; obviamente se está definiendo *información* en el sentido de datos técnicos, pues imposible pensar que al causar un efecto no se transmita información).

Analogías y metáforas

Miguel Alcívar (“De agujeros, espirales inmortales y guerreros: una aproximación al estudio de la metáfora en ciencia y divulgación científica”) nos recuerda que el lenguaje científico de cada campo requiere de una termi-

nología que no dé lugar a equívocos, y que por ello no admite la sinonimia ni la polisemia: es denotativo, unívoco y con vocación de universalidad. En cambio, el divulgador dispone de todos los recursos creativos que el lenguaje pone a su alcance; como cualquier escritor, trabaja con el idioma y su objetivo más inmediato es trasladar el lenguaje de unos pocos al lenguaje de todos, como ya nos lo ha hecho saber en su momento M. Calvo. Al utilizar el lenguaje ordinario, el discurso divulgativo está sujeto a sus mismas características, como la ambigüedad y la polisemia, y tiene a su disposición la expresividad de los usos comunes y los recursos para facilitar la transmisión del conocimiento; entre estos recursos están las figuras retóricas, como la analogía y la metáfora, que ayudan a comprender lo que es lejano y abstracto mediante lo más cercano y conocido.

Manuel Calvo nos ofrece en su *Manual de periodismo científico* una descripción de las figuras más utilizadas, que a continuación ejemplificamos con líneas del artículo "De fantasmas a fantasmas" (ver el capítulo II.4):

Transposición: trasladar hechos o conceptos a otras áreas del pensamiento. "El fantasma de Canterville era mucho menos etéreo que el neutrino".

Analogía: opera (al igual que la metáfora) mediante la evocación de una imagen asociada, una representación mental pero con mayor solidez concreta. La similitud expresa una relación cualitativa: "parecido a"; "semejante a"; "del mismo modo que". "Los electrones son como los zorrillos del bosque: dejan rastros por doquier".

Metáfora: traslado de sentido por sustitución analógica. "La forma del Universo quedaría en manos de los neutrinos".

Paráfrasis: explicación o ampliación de un texto. "Una idea se basa en la conjetura de que el neutrino oscila, es decir, que cambia de clase periódicamente".

Paradoja: expresiones contradictorias o absurdas que se presentan con apariencia de verdaderas. "Nada mejor que un espectro para atrapar a otro".

Metonimia: designar una cosa con el nombre de otra con la cual tiene alguna relación. "Árbol genealógico conocido como diagrama de Feynman".

Sinécdote: emplear una palabra con el nombre de otra alterando su significado. "El espectro de energías nada tiene que ver con los fantasmas".

Comparación: engloba los términos comparativos de superioridad, inferioridad e igualdad; los dominios se relacionan de manera cuantita-

tiva y sólo se comparan realidades comparables. “La distancia entre las partículas es menor que 10^{-14} cm, es decir, diez veces menor que el tamaño de un núcleo”.

Personificación: consiste en atribuir a las cosas inanimadas o abstractas o a los seres irracionales acciones o cualidades de persona; se puede expresar con metáforas, metonimias o sinécdoques (tomar una parte por el todo o viceversa). “Al neutrino nada lo amedrenta”.

Las figuras a veces se traslapan, o las diferencias son tan tenues que en ocasiones se toman por equivalentes. Por ejemplo, toda analogía se refiere implícitamente a una metáfora y puede ser parafraseada como tal (“el neutrino es como un fantasma” tiene la misma función que “el neutrino es un fantasma”). La similitud entre el sujeto de la metáfora y la categoría subordinada se determina siempre contextualmente.

Con el uso de las figuras, apunta Alcívar, se produce un vínculo entre dos objetos distintos: el término real y el metaforizado, hasta llegar a la identificación de los dos. Sin embargo, tales equivalencias no reflejan la realidad íntegra a la que aluden, sino que sólo son afinidades parciales del objeto que tratan. De esta forma, la metáfora se refiere sólo a una propiedad que define parcialmente al objeto y que se quiere destacar, descartando en el proceso otras propiedades. “En este sentido, la metáfora es un arma de doble filo puesto que acentúa ciertos aspectos de la realidad y tácitamente oculta otros. Sin embargo, aunque parcial, de una buena metáfora se pueden extraer inferencias insustituibles.” Su utilidad estriba en que representa algo distinto, pero no completamente distinto. Actúa iluminando el núcleo más profundo de la realidad y deslumbrando al provocar un desplazamiento emocional e intelectual, como puede constatarse en el siguiente ejemplo:

Las verrugas son estructuras maravillosas. Pueden aparecer de un día para otro en cualquier parte de la piel, como hongos en un terreno húmedo, completamente desarrolladas y espléndidas en la complejidad de su arquitectura. Vistas al microscopio en cortes teñidos, constituyen la más especializada de las disposiciones celulares, como construidas a propósito. Ahí están, como baluartes de torres blindadas con sustancia córnea densa e impenetrable; inexpugnables, creados para la defensa contra el mundo exterior.

En cierto sentido, las verrugas son útiles y esenciales, pero no para nosotros. Resulta que las exuberantes células de una verruga son el elaborado aparato replicador de un virus.

Cabría pensar, a juzgar por su aspecto, que las células infectadas por el virus de las verrugas emplean su complicada estructura como una poderosa defensa contra el virus, y quizá, incluso como una manera de hacerse más desagradables; pero no es así. La verruga es lo que desea realmente el virus, que sólo puede florecer en células que sufren precisamente esa hipertrofia. De ninguna manera es una defensa, sino una bienvenida calurosa, una acomodación entusiasta que cubre las necesidades de más y más virus. (Lewis Thomas, *La medusa y el caracol*, 1974.)

En ocasiones, una metáfora usada en la divulgación es tan efectiva, que “regresa” a formar parte del acervo científico; por ejemplo, “la llave y la cerradura” (un sustrato que encaja en una enzima específica), el “agujero negro” (materia tan compactada que su atracción gravitatoria impide la salida de radiación); el “efecto de la reina roja” (todo cambia para quedar como estaba antes); la “carrera de armamentos” (escalamiento de estrategias ataque-defensa entre depredador y presa). La anterior pertenece a una larga lista de metáforas de corte bélico que se observan en disciplinas como la biología molecular, la sociobiología, la etología y la inmunología principalmente, que se han también adueñado de un lenguaje militar para describir fenómenos, junto con la personificación; esta última busca persuadir al lector mediante el recurso de una experiencia compartida aunque, advierte Alcívar refiriéndose a *Viaje a las hormigas* de E. O. Wilson, puede hacer creer al lector que (en este caso) el comportamiento de las hormigas es teleológico, es decir, tiene una finalidad. Si comparamos la obra divulgativa de Wilson con sus libros técnicos, continúa el analista, se aprecia claramente que la retórica militar es escasa y las personificaciones desaparecen; por el contrario, afloran los tecnicismos. Las contadas metáforas bélicas que el autor despliega, o bien se han lexicalizado o forman parte del nombre vulgar de algunas especies. El lenguaje divulgativo goza de una libertad creadora vedada a la retórica oficial de la ciencia.

Una metáfora ya clásica es la del “gen egoísta” (que personifica al conferir sentimientos humanos a una molécula). Richard Dawkins ha dicho: “Los poetas pueden ser oscuros, a veces con buenas razones, y con todo derecho se declaran inmunes a la obligación de explicar sus líneas. En cambio, un científico espera con razón que se le pregunte ¿en qué sentido puede ser egoísta un gen? Nuestro lenguaje debe intentar iluminar y explicar, y si no podemos transmitir el significado que queremos mediante un enfoque, debemos trabajar con otro.”

La aplicación de las figuras retóricas en la divulgación es un campo de investigación muy amplio. A continuación referimos algunos estudios interesantes sobre su uso en los medios de comunicación en tres temáticas que ya mencionamos por su constante presencia en ellos: biotecnología, genética y ambientalismo.

Las metáforas y los medios

En "Pandora's Box or Panacea? Using metaphors to create the public representations of biotechnology", Miltos Liakopoulos dice que, en los debates muy especializados, las cuestiones importantes a discutir consisten a menudo en aspectos técnicos que sobrepasan por mucho el nivel educativo del público meta. La metáfora desempeña un papel crucial en el proceso cognitivo, pues en tanto pieza del imaginario colectivo, es básica para incorporar nueva información: es vehículo para familiarizarse con las nuevas ideas, y responsable del impacto psicológico del debate, como el centrado en la biotecnología, por ejemplo.

Con el descubrimiento de la estructura del ADN comenzó la era de la biotecnología, cuyo tremendo potencial se consideró "la gran promesa". El intenso debate científico que comenzó a principios de 1970 capturó la atención de los medios, y los intentos de popularizarlo a menudo tocaron la ciencia ficción. El concepto de *gen* fue reacuñado prácticamente como *el destino*. En la década de 1980 las imágenes promovidas por los medios sustituían "la gran promesa" por "Frankenstein". El uso de conceptos metafóricos para comunicar el nuevo conocimiento resultaba natural en esas circunstancias.

Liakopoulos analizó los medios británicos y agrupó las metáforas bajo categorías subordinadas de acuerdo con similitudes conceptuales entre los dominios. Tales categorías pueden explicar las asociaciones intrínsecas que crean las metáforas: la biotecnología como revolución ("abre puertas antes cerradas"), como causante de miedo (la "caja de Pandora"), como eugenesia (creará los "leprosos del siglo XXI"); con imágenes de otras ciencias (la gente "programada" por sus genes, la "biblioteca" de los genes humanos); como milagrosa (las "drogas de Lázaro"), creadora de monstruos ("quimeras" biológicas) y alienígenas (la "amenaza de Andrómeda"), con genes personificados ("genes de cuellos largos", "genes gay", el "gen de Caín") y genes "bajo diseño". Todas estas metáforas cubren una gran área de la vida social y cultural para introducir nuevos conceptos a un público más amplio.

La personificación de los genes ha producido periódicamente actitudes tanto positivas como negativas. Por ejemplo, la metáfora del “gen gay” la han utilizado tanto grupos de extrema derecha para promover la idea de que los homosexuales son genéticamente inferiores, como los grupos homosexuales para declarar que su comportamiento es el resultado de la necesidad y no de la elección. David Miller ha estudiado esta imagen, y en “Introducing the ‘gay gene’: media and scientific representations” relata que cuando se anunció el descubrimiento de una relación entre la genética y la homosexualidad humana, de inmediato la prensa empezó a hablar del “gen gay” con una postura en general liberal y exenta de homofobia.

En cuanto a la temática ambientalista, Sheldon Ungar analiza en “Knowledge, ignorance and the popular culture: climate change versus the ozone hole” la confusión generalizada entre *calentamiento global* y *agujero de ozono*; este último fenómeno ya es parte de la conciencia pública, y la gente considera que está relacionado con el efecto invernadero; sin embargo, la pérdida del ozono es un concepto más sencillo y con menos consecuencias que el calentamiento global. La asimilación del efecto invernadero al modelo de la pérdida del ozono es un ejemplo de sincretismo, en el que la nueva información es asimilada para que encaje en los conceptos familiares ya existentes. Pero este problema conceptual conduce a inferencias incorrectas por parte del público lego.

La ventaja del concepto de *agujero de ozono*, apunta Ungar, es que puede contenerse en una simple y familiar metáfora, que constituye un puente precientífico: se construye en torno a la horadación de un escudo que se deteriora, noción muy accesible al sentido común. La importancia de las metáforas mundanas se puede ver si se compara con el cambio climático. Es patente para cualquiera que el “agujero” es una aberración, algo que un escudo protector no debería tener. El efecto invernadero, en cambio, es un fenómeno benigno y natural. El calentamiento global (o cambio climático) es una extensión de este fenómeno, producto de variables y complejos procesos. Aparentemente no hay en la cultura popular metáforas ya confeccionadas que proporcionen un esquema simple para entender el cambio climático; al no haberlas, para Ungar no es de sorprender que una gran cobertura mediática del cambio climático no haya producido una mayor comprensión del fenómeno. La pérdida del ozono da lugar a una sensación de amenaza personal cotidiana. En contraste, el cambio climático parecía (al menos hasta el año 2000) tan cosa del futuro lejano que no creaba una crisis personal.

Analogías y modelos

El hombre tiende a concebir el mundo en términos analógicos y esto se nota en todas las manifestaciones del lenguaje; el científico no es una excepción, y las analogías están presentes en los modelos, las imágenes y las explicaciones de los fenómenos.

La metáfora es indispensable no sólo en la divulgación sino incluso en el desarrollo de la propia ciencia, pues permite romper los límites establecidos o formalizados, y probar nuevos caminos de descubrimiento y explicación. Es sabido que muchos científicos desarrollan nuevas teorías o líneas de investigación que comienzan con una metáfora, por ejemplo el modelo atómico que compara los electrones con planetas que giran alrededor de un núcleo; así, viejas palabras e imágenes refrescan su sentido y amplían nuestro universo discursivo. Paul Feyerabend, refiriéndose a las metáforas en la ciencia, menciona que al intentar describir y comprender nuevos fenómenos tenemos que recurrir a las formas de hablar que ya existen, pero éstas tienen que ser deformadas, empleadas mal y forzadas para aprehender lo nuevo. Es también común en la historia de la ciencia el traslado de un concepto como metáfora a otro campo para desarrollar nuevas teorías.

Tomemos de la física algunos ejemplos de modelos-analogías muy conocidos: el modelo de la red cristalina de un sólido (“como un cubo formado de resortes, en cuyos vértices se encuentran los átomos”); el modelo nuclear de capas (el núcleo “como una cebolla”); la analogía de los orbitales atómicos (“como una red de autopistas en un espacio tridimensional, donde los electrones pueden circular con mayor o menor facilidad”); el átomo de Thomson (“como un panqué de pasas”); la analogía del experimento con el que Rutherford descubrió el núcleo (“como si uno enviara una bala de cañón contra una cartulina y la bala saliera rebotada hacia atrás”).

Ni las analogías ni las metáforas tienen necesariamente un significado inamovible; por ejemplo, las que se han utilizado con referencia al átomo han sufrido variaciones al evolucionar el concepto científico de *átomo*: la estructura “atómica” de la luz (corpúsculos indivisibles llamados *fotones*); el núcleo tiene estructura “atómica” (estructura interna compuesta de partículas fundamentales); quarks y leptones, los “átomos modernos” (indivisibles y constituyentes de la materia); los gluones, “átomos” de la fuerza nuclear; los fotones, también “átomos” de la fuerza electromagnética. Y se podría, sin duda, hacer referencia a la extensión del concepto “atómico” al habla popular, en su acepción de “moderno” (la “pluma atómica”).

La metáfora, además de embellecer el lenguaje y acicatear la imaginación del lector, tiene un papel fundamental en la explicación y la comprensión de un discurso. Pero el uso de las metáforas en la divulgación está lleno de problemas: hay metáforas que explican, aclaran, atraen o cautivan, pero otras que confunden, enredan o complican. Las metáforas son imágenes y no descripciones (no se deben tomar al pie de la letra); son en esencia representaciones, y muchas veces éstas resultan poco útiles o hasta triviales para aproximarnos a los procesos, los fenómenos o los hechos de la ciencia.

En la divulgación también sucede que la metáfora misma toma el lugar de la explicación, ocultando tras su brillo lo que en realidad querríamos decir. Si han de funcionar, las metáforas y las analogías van siempre dentro de una red de relaciones textuales que las incorporan al discurso. Como bien dice Manuel Calvo, para el divulgador lo importante no es sólo detectarlas o inventarlas, sino rechazar las absurdas o no fructíferas y tomar las útiles. El riesgo es llevarlas demasiado lejos y no someterlas a una autocrítica rigurosa y exigente, pues existe la posibilidad de, por un lado, tomarlas literalmente, y por otro, hacer inferencias equivocadas a partir de ellas. El divulgador inteligente entenderá los límites de la metaforización, aunque perderá el control de los usos fuera de contexto y de los abusos; es el caso de la entropía como metáfora.

No debe sorprendernos que, al hacerse la ciencia y la tecnología fuerzas dominantes en la sociedad contemporánea, escritores, artistas y hasta los mismos científicos han recurrido a la ciencia en busca de metáforas. Por ejemplo, la *entropía* es uno de los conceptos que, originados en la ciencia, más se han malinterpretado fuera de ésta. Tony Rothman (*Science à la Mode*) ilustra este abuso metafórico con ejemplos puntuales de distintas procedencias. La entropía indica, en cierto modo, el grado de desorden de un sistema termodinámico. Rothman muestra cómo de un concepto original pueden derivarse desde analogías verosímiles hasta monstruos discursivos que pretenden legitimarse con el adorno de la jerga científica y “vestirse a la moda”. Entropía y falta de información se han vuelto sinónimos; la metáfora tiene su origen en la teoría de la información (o de la comunicación) desarrollada sobre todo por C. Shannon, quien usó el término *entropía* para describir el número de bits requerido para transmitir un mensaje dado; pero no son lo mismo. En biología, la interpretación de la evolución como “entropía” es un error que se ha propagado; la entropía, al igual que la energía, es una cantidad y no un proceso. Finalmente menciona Rothman las absurdas metáforas de J. Rifkin, ecologista a ultranza, como “entropía material” para significar “basura”.

Steiner advierte sobre el mismo problema: las palabras del lenguaje científico tomadas del común, al regresar a éste parecen metáforas, pero sólo son ilusiones. Cuando alguien intenta aplicar el principio de incertidumbre para discutir el uso de la improvisación en la música contemporánea, por ejemplo, no está relacionando dos esferas de la experiencia: está simplemente diciendo incoherencias.

Los límites del lenguaje metafórico

Miltos Liakopoulos sintetiza todo lo anterior cuando reitera que el uso de la metáfora no puede ser arbitrario, y que quien la utilice debe tener en cuenta que no es un discurso literal. En cada metáfora hay algo de falso, que puede compararse con la fantasía. La metáfora nos atrae porque se parece a la verdad pero también a la mentira. La distinción entre realidad y fantasía evoca un sentimiento de placer, y la metáfora es un reto a nuestra predisposición a detectar errores, a nuestra creatividad para descubrir relaciones, y hasta a nuestra inventiva para descubrir la verdad subyacente. Su papel en la creación de conocimiento es curioso debido a su grado de falsedad. La paradoja se resuelve porque se toma en cuenta el contexto en que se presenta la información, así como el conocimiento previo del receptor. A menudo se dice que la metáfora puede generar nuevo conocimiento al cambiar las relaciones entre las cosas designadas. Pero, ¿qué sucede con la ciencia cuando el conocimiento previo es nulo o incorrecto o se desconoce el contexto auténtico; cuando la metáfora lleva a una inferencia equivocada?

Un ciego paseaba un día caluroso con un amigo; el amigo dijo: "Qué diera por beber un fresco vaso de leche". "Sé lo que es beber", dijo el ciego, "pero ¿qué es leche?". "Un líquido blanco". "Sé qué es un líquido, pero ¿qué es blanco?". "Blanco es el color de las plumas del cisne". "Sé qué son las plumas, pero ¿qué es un cisne?". "Un pájaro con cuello torcido". "Sé lo que es cuello, pero ¿qué es torcido?". El amigo tomó el brazo del ciego y lo extendió. "Esto es recto", dijo y luego, doblandole el brazo "esto es torcido". "¡Ajá!", exclamó el ciego, "ya entiendo lo que es la leche". (Graves and Hodge, *The Long Weekend*; citado en Nemerov, *On Metaphor*).

En sus procesos creativos, dice Rodolfo Mata, la ciencia y la literatura continúan atravesando un campo común: la metáfora. "Uno de los resultados de este cruce es la divulgación, que se nutre en gran medida de la metáfora, de modo que la permeabilidad importante y productiva

se da aquí en las tres direcciones. Pero así como el escritor suspende la vigilancia estricta que el científico mantiene sobre las 'ficciones heurísticas' para reemplazar abstracciones y formulaciones matemáticas con fines de comprensión y manipulación, el divulgador no se puede dar por completo este lujo y debe pagar necesariamente el precio que significa la vigilancia constante para evitar la intromisión exagerada de la fábula filosófica o de la alegoría literaria en la búsqueda racional de una verdad. Este es un tema obligado en el análisis de la divulgación..."

Baudouin Jurdant ("Vulgarisation Scientifique et idéologie") ha llamado la atención sobre el peligro del lenguaje altamente metaforizado en la divulgación científica, poniendo indirectamente el índice en un aspecto de la producción textual, cuya importancia resulta cada vez más evidente: los mecanismos de control de la producción de sentido en el proceso de escritura, aspecto descrito por John R. Hayes y Linda S. Flower, y en el de asignación de sentido en el acto de lectura, abordado en *La divulgación de la ciencia como literatura*, de quien esto escribe.

La gran dificultad de transmitir conceptos abstractos con el recurso de la analogía (y la posible pérdida de sentido científico) se puede ver en dos ejemplos: los pares de Cooper de la teoría BCS de la superconductividad ("dos manzanas en una red elástica"; curiosamente, es la misma analogía que se utiliza para explicar la deformación espacio-temporal debida a la presencia de masa) y el espín del electrón ("el electrón se comporta como si fuera un pequeño imán"). Los conceptos originales son extremadamente abstractos y se desprenden de sendas teorías matematizadas cuyos nexos con la realidad cotidiana son remotos. Todos entendemos los límites de la conocida analogía "dientes como perlas" e, incluso, podemos hacer inferencias correctas de la metáfora "el neutrino fantasmal". Pero son patentes las limitaciones cognitivas de "el electrón se comporta como un pequeño imán", o "los electrones forman pares como dos manzanas en una red elástica".

Otros ejemplos igualmente interesantes, y hasta jocosos, se encuentran en algunos museos de ciencia: un modelo del globo terráqueo cubierto por un domo de plástico que pretende mostrar el efecto invernadero; tras ser vandalizado, quedó un orificio en el domo, que para una parte del público ejemplifica el agujero de ozono. O bien un equipo que permite relacionar la forma de los picos de los pinzones darwinianos con diferentes pinzas de uso cotidiano, pero algunos visitantes encuentran una relación de fuerza, y no de forma.

Podemos atisbar ahora la amplitud del campo de estudio de la aplicación de las figuras retóricas a la divulgación de la ciencia, aunque sólo

las consideremos singularidades, es decir, las chispas de ingenio que salpican un texto mesurado y correcto, ameno y bien escrito. Pero, ¿qué sucederá si tenemos una situación invertida, un texto ficcional donde las chispas sean los conceptos científicos?

CONFUSIONES EN TORNO A LO *LITERARIO* DE LA DIVULGACIÓN

Ya discutimos la idea de una divulgación que recrea la ciencia con recursos literarios en un ejercicio imaginativo cuya única restricción es la fidelidad a la “materia prima”. Pero esta imposición singular implica problemas no sólo creativos (posibilidad de incluir fantasía, p. ej.) sino de clasificación (la divulgación como *género literario*), que nos regresan a una de las preguntas de partida: ¿cuál es el objetivo de la divulgación? Y es que, paradójicamente, cuando ésta se sublima y se vuelve arte, puede dejar de ser divulgación de la ciencia para convertirse en literatura inspirada en la ciencia (razón por la cual la expresión *science writing* es muy cómoda por su amplitud, aunque no evidencia las sutilezas del caso). ¿Hay alguna forma de saber cuándo se ha cruzado el umbral? ¿Se puede concluir algo sobre la *intención* del autor? La narrativa puede ayudarnos a intentar un esbozo de respuesta.

La narrativa como recurso

Nuestra vida está tejida de relatos, dice Luz Aurora Pimentel en *El relato en perspectiva*: a diario narramos y nos narramos el mundo; nuestra acción anda siempre en busca del relato. “Nuestra memoria e interés nos llevan a operar una incesante selección de incidentes a partir de nuestra vida, de la vida de los otros, del mundo que nos hemos ido narrando; una selección orientada de nuestra experiencia, para llevar a cabo una ‘composición’ que signifique y/o resignifique esa experiencia.” La experiencia humana, nuestra vida cotidiana incluida, tiene una suerte de narratividad esencial; cita a Paul Ricoeur: “Entre la actividad de narrar una historia y el carácter temporal de la experiencia humana existe una correlación que no es puramente accidental, sino que presenta una forma de necesidad transcultural”. O, por decirlo de otra manera, el tiempo deviene tiempo humano en la medida en que se articula en un modo narrativo.

Susan Strauss (*The Passionate Fact. Storytelling in Natural History and Cultural Interpretation*) aconseja a los divulgadores neófitos, en vista de

que “la ciencia y la mitología son dos grandes narraciones”, que entretengan ambas esferas; que encuentren una anécdota que dé expresión a un arquetipo que también esté presente en alguna información científica, pues éste, ahora reflejado entre la experiencia humana y el pensamiento científico, se torna pronunciado, y la información científica es más memorable. El potencial educativo de esto, dice la autora, se debe a que crea una relación entre lo que es humano y lo que es científico, que la mayoría de la gente considera entidades separadas.

Pierre Laszlo, a quien ya nos referimos, sugiere con fines literarios abordar el método científico como “relato de misterio”. Se puede revelar una gran cantidad de información científica al tratar de solucionar un enigma, lo que además resultará en una efectiva narración científica. Hay que evitar el deseo de dar demasiada información: sólo la necesaria y la que se formula mediante preguntas que se hace el detective. Estas preguntas son, según Laszlo, los ganchos que mantienen interesado al público.

La escritora J. C. George ha seguido estos consejos y publicó en los noventa tres novelas que clasifica de “misterios ecológicos”, donde el personaje principal es un Sherlock Holmes ambientalista que descubre las causas de los problemas, modelando su estrategia para resolverlos mediante el método científico. Y en esta modalidad, Camille Minichino trabaja en una serie de novelas policíacas cuyos títulos corresponden a cada uno de los elementos de la tabla periódica. El personaje principal es encantador: mujer, de ascendencia italiana, cincuentona, física jubilada, dama sentimentalmente vulnerable y excelente detective, pues razona de manera científica.

Éste y otros ejemplos de éxito nos ayudan a entender por qué muchos de los divulgadores actuales escriben en forma de narrativa (de misterio, de aventuras o cualquiera otra modalidad): se ha sugerido de un tiempo acá que quien no escriba así no será leído y que, aun si no se asume que la divulgación puede llegar a tener características literarias, esta noción es aprovechable como un modelo que permite un acercamiento más amable a los temas científicos. En este caso, la narrativa se considera simplemente como un recurso para despertar y sostener el interés de sus lectores legos, a los que se supone que les repele o por lo menos les aburre la ciencia. Pero, ¿son neutros los efectos de la narrativa?

En su texto “MythematiCS: In Praise of Storytelling in the Teaching of Computer Science and Math”, C. Papadimitriou menciona el hecho de que la narrativa es una modalidad epistémica fundamental. La psicología narrativa reconoce dos modos básicos de pensamiento:

el razonamiento paradigmático (lógico-deductivo y clasificatorio) y el razonamiento narrativo (ilación de un relato), de suma importancia para la memoria; así, el autor propone que el relato es una herramienta indispensable para la enseñanza no sólo de la ciencia computacional, sino de cualquier otro material, ya sea científico, técnico, social o humanístico.

Es por lo anterior que muchos recetarios y manuales aconsejan a los docentes, y de paso a los divulgadores, utilizar ese estilo o recurso en beneficio de su público. Sin embargo, pocos investigadores han examinado de manera práctica si en efecto las narraciones funcionan como facilitadores; si el estilo “al grano” (directo, prescindiendo de elementos literarios o narrativos) es poco atractivo para los lectores, como se ha sugerido. ¿El estilo narrativo tiene efectos positivos en la comprensión y en la percepción de la importancia de los temas o es contraproducente, y en qué grado? Los contados estudios de los estilos de escritura han producido resultados contradictorios en cuanto a lo que se gana epistémicamente. Algunos encuentran que el uso de narrativa no hace más creíbles los contenidos; otros afirman que el estilo “al grano” es menos eficaz, o menos seductor. Jean Kelly y su equipo (“Straight/Narrative? Writing Style Changes Reader’s Perceptions of Story Quality”) hicieron una prueba con lectores dándoles dos versiones del mismo contenido, una directa y otra como historia de detectives. El estilo narrativo fue calificado como “mejor” que el directo en la evaluación de las características de la historia, pero no en interés, precisión, amenidad o credibilidad. Aquiles Negrete y Cecilia Lartigue (“Science via fictional narratives: communicating science through literary forms” y “Learning from education to communicate science as a good story”) han medido la eficacia de la forma narrativa literaria para comunicar información científica y encuentran que, si bien ésta es más atractiva y disfrutable que el texto escolar tradicional, a la larga la cantidad de información retenida por el lector es equivalente (conclusión que se opondría al supuesto estatus privilegiado del relato). Estos resultados pueden ser de interés para los divulgadores que suponen que están sacrificando la fidelidad cuando adoptan un estilo narrativo, pero temen ahuyentar al lector si son directos.

Sean cuales fueren las razones de fondo, epistémicas o nemotécnicas, nadie deja de entender y aplaudir este gesto de amabilidad en busca de más lectores, preocupación que comparten divulgadores, docentes, periodistas y editores. Pero según Ron Curtis, la narrativa no es un recurso neutro, ni epistemológica ni social ni profesionalmente. Para

el autor de "Narrative form and Normative Force: Baconian Story-Telling in Popular Science", el estilo narrativo es muy utilizado en la divulgación porque tiene un objetivo extra: permite al divulgador hacer subrepticamente juicios de valor sobre asuntos científicos mientras aparenta solamente describirlos.

Para responder a la cuestión de por qué los divulgadores fraguan su material en forma narrativa, Curtis examina el ya mencionado género de la historia de detectives, muy socorrido en la divulgación porque según él "proporciona un repertorio interpretativo y un espacio cognitivo donde se expresa y apoya tácitamente una versión muy específica del método científico". La ciencia es baconiana, dicen estas historias, y progresa mediante el método de inducción por eliminación. Sólo tendrá éxito en su investigación el científico que siga este método, mensaje dirigido no sólo al público lego. La divulgación escrita en modo narrativo es un instrumento poderoso para promover una visión normativa y particular de la ciencia al tiempo que la hace inmune a la crítica. Es una forma de moralizar aparentando que sólo se describe. Por ello, afirma, el relato es casi universal en la divulgación. Curtis se pregunta si hay narrativas que puedan fortalecer la divulgación al permitirle, al contrario de la narración baconiana, reflejar distintas interpretaciones críticas de la práctica científica. Propone que otras formas textuales pueden ser más apropiadas y padecer menos constricciones, de modo que logren transmitir concepciones diferentes de la racionalidad científica. Para desarrollar una nueva visión crítica de lo que es la ciencia, la divulgación necesita explorar otras formas literarias, en particular el diálogo socrático, radicalmente antibaconiano, porque finalmente, dice Curtis, en eso consiste la ciencia. En un diálogo de esta clase (o en una plática para intercambiar opiniones) no hay nada concluyente: la indagación científica empieza y termina con preguntas; no hay resoluciones. Los divulgadores suelen rehuir esta forma literaria que representa el "conflicto del pensamiento con el pensamiento" y, al hacerlo, muestran que las ideas baconianas predominan en la divulgación. Describir a los científicos enfrascados en debates en lugar de lograr la unanimidad, es violar la "norma baconiana". Los divulgadores dicen siempre y cada vez con mayor insistencia que el público necesita que se le hable más sobre el proceder de la ciencia, pero rara vez se le dice cuál es, excepto que la ciencia funciona por ensayo y error, algo que cualquier escolapio puede repetir.

Pero hay otra razón del escaso uso del diálogo, advierte Curtis: este es una especie de combate donde el lector es a la vez espectador y juez.

Involucrar al lector es un peligro para quienes conciben a la divulgación como la *encargada de relaciones públicas* de la ciencia, que le transmite al público sólo la idea de acuerdos exentos de conflicto, ocultándole además que el “verdadero” conocimiento científico sólo es accesible a los propios científicos. Así se promueven el entusiasmo y el apoyo públicos, mas no la *public understanding* y mucho menos el *partage du savoir*. En esta visión, el público puede ser un espectador, jamás un juez.

Narrativa y ficción

Independientemente de la crítica social-epistemológica a un género muy familiar, no puede negarse que el estilo narrativo en la divulgación es una poderosa herramienta tanto por su poder de atracción como por su naturaleza persuasiva. Pero, ¿qué hay con el uso de la ficción en la narrativa de divulgación? La narrativa requiere necesariamente de elementos ficcionales para armar el relato y lograr atraer y persuadir; como bien lo ha expresado Graciela Montes en *La frontera indómita*, requiere una indisoluble mezcla de ficción y de verdad, de artificio y de función vital, de lo natural y lo extraordinario. ¿A dónde conduce la paradoja de incorporar elementos imaginarios a un discurso que, por definición, intenta transmitir una realidad, *la realidad científica*? Si atendemos, por ejemplo, a la sugerencia de Curtis, es decir, utilizar el diálogo para mostrar de mejor manera el razonamiento científico, tendremos que construir una serie de personajes que sirvan de vehículo para lo que se discute, y un escenario donde transcurra el intercambio de ideas. ¿Cómo darle al relato una forma literaria sin restar credibilidad al tema científico que se trata? Pues, como ha dicho R. Barthes (citado en Puig), “la función del relato no es la de ‘representar’ sino la de montar un espectáculo que sea muy enigmático pero que no puede ser de orden mimético; la ‘realidad’ de una secuencia no está en la sucesión ‘natural’ de las acciones que la componen sino en la lógica que en ellas se expone, se arriesga y se cumple”. Una compleja yuxtaposición: el contenido científico y las situaciones ficticias, evidenciada en los ejemplos que veremos a continuación.

La nube negra (Fred Hoyle)

Un solitario astrofísico se comunica mediante la radioastronomía con una entidad inteligente: una extraña nube viajera que ha acumulado sabiduría cósmica. El intento de traspasar el conocimiento de la nube al humano conduce al fracaso debido a la incapacidad del cerebro humano para contenerlo.

El gambito de Bourbaki (Carl Djerassi)

Un conjunto de científicos de primera magnitud y edad madura, a los que el sistema intenta relegar en beneficio de los más jóvenes a pesar de su productividad y su experiencia, se conjuran para hacer, con un nombre individual ficticio, un descubrimiento trascendental: la reacción en cadena de la polimerasa (PCR). ¿Quién merecerá el premio Nobel?

El quinteto de Cambridge (John L. Casti)

En 1949, C. P. Snow invita a cenar a sus habitaciones de Cambridge a algunos de los grandes intelectos que han examinado el problema de hacer máquinas que piensen: Schrodinger, Wittgenstein, Haldane, Turing, capturando no sólo sus personalidades sino sus puntos de vista sobre este apasionante tema. La obra relata una velada donde se discuten los problemas que plantea la inteligencia artificial.

El tío Petros y la conjetura de Goldbach (Apóstolos Doxiadis)

La historia de un tipo excepcional, medio genio y medio loco; un matemático, oveja negra de una próspera familia griega, cuya obsesión es resolver la conjetura de Goldbach; está narrada por su sobrino, al que el propio Petros trata de impedir que sea matemático.

En busca de Klingsor (Jorge Volpi)

Narra la historia de un joven teniente que recibe la orden de capturar al científico que controló las investigaciones atómicas del III Reich. Klingsor, su nombre clave, supervisaba la organización secreta de físicos y místicos de la SS dedicada a resolver la construcción de la bomba atómica.

“Los mapas de la abuela” (Juan Manuel Ruisánchez)

En este cuento se habla sobre el teorema de los cuatro colores, cuya demostración todavía es rechazada por algunos matemáticos. Mediante dos personajes, la abuela matemática y la nieta curiosa, se ilustra cómo se aplica el teorema en el plano y la esfera.

“Todo en un punto” (Italo Calvino)

Apretados como sardinas en la materia concentrada antes del Big Bang, los personajes debaten el concepto de *cercanía*, y tratan de anticipar su futuro, a la vista de la expansión del universo.

El viajero científico (Carlos Chimal)

Tres insurrectos adolescentes van de viaje con su tío, un científico, en peregrinación por los lugares cuna del pensamiento racional. Lo que al principio les parece a los jóvenes una molesta obligación, termina en una feliz integración a la cultura científica.

He mostrado ejemplos de dos géneros clásicos de la narrativa, el cuento y la novela, dentro de una gama que va desde la divulgación vestida de ficción (de la que posteriormente hablaremos más), hasta la literatura inspirada en la ciencia. Entre los extremos encontramos ciencia ficción, ciencia en la ficción y ficción científica.

A sabiendas de que la taxonomía literaria es una empresa riesgosa, haremos el intento de describir burdamente estas categorías que se derivan o nutren de la ciencia y la técnica tal como a éstas las hemos definido, razón por la que no consideremos la fantasía científica, de la cual diremos algo después; y, aunque participen de la ciencia, tampoco trataremos aquí el relato biográfico (p. ej., *Los cazadores de microbios* de P. de Kruif; *La doble hélice* de J. Watson; *Las musas de Darwin*, de J. Sarukhán) ni la historia de la ciencia (una muestra sería *Los sonámbulos*, de A. Koestler), cuando las obras ya hayan sido clasificadas en su rubro tradicional.

- Divulgación de la ciencia: su razón de ser y su fuente es la ciencia, e intenta hacer accesible el conocimiento científico al público; es la única categoría con este objetivo primario. Tan importante es lo que dice como la forma en que lo hace, así como su grado de apego a la ciencia al recrearla. Una consideración sumamente ilustrativa, si bien subjetiva, es decir que la intención del autor es lo que cuenta (aunque después matizaremos esta difícil cuestión). Ejemplos diversos: *El quinteto de Cambridge*, "Los mapas de la abuela", *El viajero científico*.
- Ciencia en la ficción: es muy ilustrativo conocer la propuesta de Carl Djerassi, eminente científico transformado en literato por decisión propia. Sus novelas pertenecen al género que él ha llamado no "ciencia ficción" sino "ciencia en la ficción", cuyo objetivo es hacer llegar la ciencia al público no científico e incluso al anticientífico; para ello recurre a tramas que toquen aspectos de la ciencia y de la vida de personajes, que en su mayoría son científicos, tanto reales como imaginarios. Este nuevo género, todavía poco común en la narrativa de ficción actual, pretende lograr que el conocimiento,

la cultura y el comportamiento de los científicos sean visibles y comprensibles. Ejemplos: *El gambito de Bourbaki*, *El tío Petros y la conjetura de Goldbach*.

- Ficción científica: toma la ciencia como inspiración y la transforma de muchas maneras y en distintos grados; aun así, la ciencia sigue siendo reconocible. Su objetivo primario no es transmitir conocimiento, ni tiene en cuenta, en ese sentido, al público receptor; lo que intenta crear en él es una impresión, al igual que cualquiera otra obra literaria. Su mérito principal no es instruir sino deleitar. Ejemplos: *En busca de Klingsor*, "Todo en un punto".
- Ciencia ficción: Maurice Goldsmith dice ("Science fiction: truth and reality") que la ciencia ficción se basa en la expresión de las leyes físicas de la naturaleza definidas por las ciencias duras, y este es el constreñimiento esencial: es la ciencia y su método al servicio de una forma artística. Por su parte, Manuel Calvo ("Realidad de la ciencia-ficción") define la ciencia ficción como una especulación realista sobre acontecimientos posibles, sólidamente basados en un conocimiento adecuado del mundo real; es una historia edificada alrededor de seres humanos, con un problema humano y una solución humana, que no habría tenido lugar sin su contexto científico, lo que excluye de esta definición a la literatura fantástica y a la terrorífica, cuyo constreñimiento básico es lo irracional (el mito y la superstición, lo sobrenatural) como opuesto a lo racional en la ciencia ficción. Ejemplo: *The Black Cloud*. Es muy común preguntarse qué relación guardan la ciencia ficción y la divulgación; el primero es un género literario dentro de la tradición, y puede ser un vehículo divulgativo en la medida en que las obras se apeguen al rigor científico.

En la divulgación, el primer rubro de estas narrativas que tocan la ciencia, se integran elementos de ficción y de realidad científica. Los textos resultan seductores porque no van al grano hablándonos llanamente sobre el tema que se quiere divulgar (p. ej., lo que se sabe de la inteligencia artificial en la obra de Casti), sino que utilizan múltiples recursos que pertenecen a la literatura; pero al hacerlo, dejan establecido que la ciencia de la que hablan es "auténtica", y lo reiteran mediante marcas, directas o indirectas. Por ejemplo, es muy común encontrar irrupciones del texto científico-didáctico en el texto narrativo. Para la escritura de este tipo de narrativa, la decisión más importante, literariamente hablando, es el grado de detalle con el que se abordan los conceptos científicos.

La ciencia en la ficción, nuestro segundo rubro, presupone que el lector de divulgación se puede sentir repelido por dichas irrupciones, de modo que el anzuelo es la historia que se va a relatar. Dice Djerassi: “La mayoría de las personas sin educación científica se acobardan ante la ciencia. Levantan una barrera en el momento en que saben que algunos hechos científicos están por caerles encima. Es a esta porción del público a la que quiero llegar. En lugar de empezar con el agresivo preámbulo ‘permítanme hablarles sobre mi ciencia’, prefiero dar comienzo con el más inocente ‘permítanme contarles una historia’ y luego incorporar a la trama ciencia realista y a científicos parecidos a los de la vida real”. Curiosamente, en este género el grado de detalle con que se tratan los conceptos puede ser un poco más generoso, pues se intenta lograr un efecto realista.

En cuanto al tercer rubro, al referirse a la novela de Volpi (*En busca de Klingsor*), Guillermo Cabrera Infante acuña otra denominación: “Esta obra es una muestra ejemplar del arte que quiero llamar ciencia-fusión. Fusión de la ciencia con la historia, la política y la literatura para conformar eso que llamamos cultura.” Aquí se combinan también elementos reales y de ficción, y el efecto deseado es la verosimilitud como se entiende en la narrativa; pero la finalidad ya no es transmitir la ciencia: ésta se convierte en pretexto, en tema de inspiración. A este respecto, es interesante lo que ha dicho el escritor Valerio Massimo Manfredi: “...yo no escribo una novela con intentos didácticos, para eso hay ensayos académicos. En una novela el aspecto cultural puede ser muy fuerte, pero implícito. Porque una emergencia más explícita del contenido cultural mataría la carga de fascinación y emoción, que es el primer objetivo de la novela. Yo no he escrito esta obra para enseñar historia ni tampoco para difundir la cultura. La he escrito para vivir una aventura formidable y para dar a mis lectores la misma oportunidad: vivir al máximo una vida paralela, una aventura única”.

Una cuestión muy interesante dentro de la ficción es el recurso de lo fantástico, entendido como una irrupción insólita en el mundo real, que aparece sobre todo en los productos de divulgación dedicados a niños y jóvenes. A los divulgadores les preocupan los límites de la fantasía, sobre todo cuando se pretende que la labor recreadora se apegue a los mensajes científicos. Una conversación oída por casualidad en el teatro de Universum: sobre el escenario, los glóbulos rojos cantaban y bailaban tomados de las manos al ritmo de los latidos del corazón. Una mamá le advirtió al oído a su pequeño, sentado junto a mí: “no te lo creas, los glóbulos son chiquititos y no bailan”. Me dije: “seguro es

una científica". Para involucrar a este público de corta edad se recurre especialmente a la antropomorfización, que ya hemos visto criticada por su tendencia teleológica. Para un científico, una célula cumbanchera puede parecer ridícula, pero sean cuales fueren nuestras reservas, este recurso es muy útil para los divulgadores (como Richard Feynman, un gran expositor que recurre a una especie de animismo en sus descripciones sobre cómo "decide" un fotón irse por una de muchas trayectorias posibles). Toda la ciencia, no sólo la divulgación, inevitablemente está teñida de concepciones y presupuestos humanos, y no podemos salirnos de los patrones, escalas, formas y simetrías que corresponden a nuestras percepciones. Desde este punto de vista, decir que el fotón "decide" no es menos absurdo que decir que "los glóbulos rojos bailan al son del pulso" o que las hormigas "se plantean" estrategias o que el hierro "respira".

En general la preocupación se refiere a la supuesta incapacidad del público para percibir como fantasía lo que es fantástico o irreal, en contraposición a la realidad que la ciencia describe. Se llega a creer que, por ejemplo, un niño enfrentado a un modelo del átomo compuesto por envases plásticos terminará por creer que los átomos "son de ese tamaño", "tienen tapa" o, en el peor de los casos, "son de plástico", preocupación que no surge en el escritor de cuentos infantiles fantásticos sin tema científico (donde los lobos hablan y las alfombras vuelan). Sin embargo, pensemos nuevamente en el modelo planetario del átomo: ¿qué tan cercano es a la "realidad" (científica o natural)? Hasta el esquema más sobrio requiere de la imaginación para ser interpretado; ¿quién ha *visto* un átomo?

Sin embargo, no todos los intentos por antropomorfizar son igualmente exitosos: la combinación ciencia-fantasía puede presentar muchas dificultades, como se hace patente en el cuento *Triptofanito* de J. Frenk. Triptofanito (el personaje central) y sus amigos viajan por el cuerpo de un granjero con el fin de conocer el mundo. En aras de lo narrativo, el autor ha hecho de escalas, niveles y funciones una mezcla que contradice la información científica: un aminoácido peleando con un áscaris puede ser una licencia literaria, pero la ciencia pierde la batalla. Adicionalmente, el autor aprovecha el animismo para moralizar, sobre todo al tocar el tema de la reproducción, y transmitir contenidos ideológicos muy discutibles y juicios de valor plagados de conservadurismo.

Hay géneros, como el teatro en vivo, donde la fantasía es una exigencia elemental, y lo importante de aquél como medio divulgativo es la sensación de acontecer y la posibilidad de interactuar con el público.

(No trataremos aquí el teatro; al lector interesado lo referimos a “Una experiencia de teatro como medio para la divulgación de la ciencia”, de M. Trigueros *et al.*)

Finalmente, unas palabras sobre la tajantemente excluida “fantasía científica”. Richard Dawkins hace pedazos una “forma bastarda de ciencia ficción” en la que los físicos se codean con los magos, los alienígenas interplanetarios escoltan princesas montadas en unicornios, y las estaciones espaciales con miles de puertos-agujero de gusano conviven con castillos medievales. Se trata de “el mito maquillado a la Tolkien”, donde la ciencia auténtica es reemplazada por la magia, que es la salida fácil. La buena ciencia ficción no tiene nada que ver con conjuros de cuentos de hadas; puede jugar con las leyes de la naturaleza, pero no puede ignorar que existen. La mala ciencia ficción se basa en el “cualquier cosa puede pasar”, y la peor clase se da la mano con lo paranormal.

Para Manuel Calvo, tanto la ciencia ficción como el resto de las formas literarias inspiradas en la ciencia cumplen una misión positiva y enriquecedora dentro del desarrollo de la cultura científica, pues inducen en el lector una curiosidad estimulante e, incluso, logran habituarlo a cierto tipo de conceptos.

Es preciso hacer hincapié en que cualquier modalidad (incluidas, ahora sí, autobiografía e historia) puede divulgar, así como en literatura cualquiera puede encontrar en un texto una enseñanza, historia, filosofía o cualquiera otra cosa; pero partimos de suponer que la literatura no tiene un propósito pragmático, al contrario de la divulgación. Si la intención del autor se desconoce, o se disfraza, es finalmente el receptor quien la clasifica y la “utiliza”. Por ejemplo, yo podría “informarme” sobre el principio de incertidumbre en la novela de Volpi, o “saber” qué dice la conjetura de Goldbach en la de Doxiadis. Pero así como las obras que tratan de ciencia pueden tener (o no) valor literario, pueden (o no) tenerlo científico.

Hagamos ahora la pregunta inversa. Vamos a suponer que toda obra donde intervenga la ciencia es divulgación. ¿Cabe la posibilidad de considerar un “género divulgación” dentro de la literatura?

¿Es literatura la divulgación?

Digamos que todo ese conjunto de textos conforman un género, es decir, obedecen a reglas específicas que permiten a los lectores reconocer no sólo su buena factura sino también la clase de texto que están leyendo.

¿Puede la divulgación de la ciencia ser considerada como un género literario, cuyas reglas podrían formularse explícitamente? Algunos analistas han intentado ya resolver esta cuestión.

Baudouin Jurdant ("Popularization of science as the autobiography of science") parte de suponer que la divulgación es un género literario y se pregunta cómo puede reconocerse que un texto pertenece a tal género: es necesario extraer las reglas a las que obedece. Lo primero que propone es comparar la divulgación con otros tipos de obras literarias que tengan algún contenido científico, y encuentra que la ciencia ficción es la forma literaria más afín; tanto que, según él, no puede identificarse ninguna diferencia formal entre ambas: comparten explicaciones, términos y datos, presentados como resultado de argumentos científicos, de modo que la diferencia entre esos dos tipos de textos debe residir en otra característica que no es el uso específico del lenguaje de la ciencia.

Jurdant hace notar que cuando uno comienza a leer ciencia ficción en forma de novela o de cuento, se le hace saber, a partir de claves integradas dentro del texto, que la lectura no está orientada hacia la adquisición de conocimiento: la ciencia ficción está concebida para entretenimiento y placer literario. Los textos de divulgación, en cambio, incluirán también claves formales, pero que están diseñadas a propósito para poner al lector en una disposición de ánimo diferente. El texto busca despertar la curiosidad; está construido para presentar conocimiento científico genuino en definido contraste con sus ideas previas acerca del funcionamiento de las cosas.

La referencia a la *verdad científica* (la descripción que la ciencia genuina hace de los fenómenos; lo que los divulgadores llamamos *fidelidad a los conceptos científicos*) parece ser esencial para describir apropiadamente la divulgación. Y es justamente esta particular pretensión de veracidad lo que da a este género literario su lugar propio y su estatus dentro del conjunto de la literatura, y no la forma literaria por sí misma. Pero esto, advierte Jurdant, nos deja con un grave problema. De acuerdo con algunos críticos literarios, la literatura tiene que ver con el parecido o la verosimilitud, no con la veracidad; pero si a la literatura no le concierne la verdad, ¿significa esto que la divulgación no es literatura?

Dicha suposición contradice el principio según el cual todo texto escrito es necesariamente parte de la literatura, pero va de acuerdo con la noción de que la forma literaria no es un componente esencial de la divulgación. Si, además, la pretensión de veracidad es incompatible con la literatura, y si los textos de divulgación quedan fuera de la crítica literaria pues sólo aparentan algo distinto a lo que son, ¿tenemos que

abandonar la idea de que la divulgación es literatura? ¿Es realmente imposible descubrir las reglas implícitas que nos permitirían darle algún estatus dentro de la literatura?

Según Jurdant, la divulgación está diseñada para llenar las expectativas del lector haciendo referencia al género, es decir, el texto le advierte al lector sobre lo que va a leer, al igual que sucede con el género de la "autobiografía genuina". Lo que hace difícil encontrar reglas para ambos géneros es la ausencia de límites predeterminados, tanto de espacio como de forma, para administrar el interés o las expectativas del lector. Entonces hablamos no de reglas sino de estilo, es decir, el elemento personal o singular de la escritura literaria.

¿Cómo puede definirse dicho estilo para la divulgación? Propone Jurdant que el autor nos hace partícipes de su verdad al tiempo que combina el lenguaje ordinario con palabras técnicas. Los términos científicos dan a las narraciones su "sello de verdadero"; garantizan el origen del texto, su credibilidad como producto genuino de la actividad científica. También hay un "efecto de realidad basado en una poderosa entidad con vida propia llamada ciencia", efecto que se produce no para los legos, sino para los propios científicos. Al multiplicar las presentaciones posibles para dar a conocer los resultados científicos, los divulgadores comunican el sentimiento de que hablan de algo que puede tratarse desde diferentes ángulos sin que se cambie su definición. Al entrar las palabras de la ciencia en el reino del lenguaje ordinario, es decir, al ser confrontadas con públicos legos, la nueva realidad se vuelve parte de la vida cotidiana y cumple así una "función autorreferencial para la ciencia".

Entonces, para diferenciar ficción y realidad, literatura y divulgación, algunos autores, conscientes de que se ha acercado tanto como es posible a la literatura, se deslindan de ella; por ejemplo, añadiendo un subtítulo que deje bien claro de qué se trata; mediante declaraciones al principio de los textos de modo que no puedan pasarle inadvertidas al lector; al autenticar a sus personajes; al insistir en el carácter especulativo de la narrativa; al exhibir su plan de acción para trabajar el texto. ¿Qué impresión nos darían si no hicieran todas esas aclaraciones? ¿Tomaríamos la narrativa *al pie de la letra*, en la creencia de que todo lo que se relata es auténtico, genuino, verdadero?

Como miembro que soy de una tribu (la científica), me exijo cierto grado de exactitud y verosimilitud que impriman a mi relato un elemento importante de realidad en la ficción. Aparte de algunas concesiones inevitables que

impone la narrativa, [mantengo] un alto nivel de verosimilitud [...] Salvo por alguna pequeña predatación en la cronología (de modo que se ajuste a la trama de mi novela), ningún aspecto importante [de la temática científica] es inventado. Tampoco [lo es] el comportamiento de los varios científicos protagonistas [...] Para mí, una novela sólo puede ser tratada como ‘ciencia en la ficción’ si toda la ciencia (es decir, *qué* es lo que hacemos) y la mayor parte de la conducta idiosincrásica de los científicos (es decir, *cómo* lo hacemos) ahí descritas son verosímiles. Ninguna de estas restricciones se aplica a la ciencia ficción. Pero si uno realmente desea hacer uso de la ficción para deslizar hechos científicos en la conciencia de un público científicamente lego, entonces es crucial que los hechos que subyacen en el quehacer científico se describan con precisión. De no ser así, ¿cómo podrá el lector que carece de formación científica distinguir entre lo que se le presenta como ciencia para el entretenimiento y lo que es información? (Extractos de los prefacios de Carl Djerassi a sus novelas *Inmaculada concepción furtiva*, *El gambito de Bourbaki*, *La semilla de Menachem*, *El dilema de Cantor* y *NO*.)

Djerassi acepta que ha escrito novela, aunque con especiales características que apelan a la *verdad científica*. En cambio, Casti niega de entrada, en fina sintonía con lo que ha dicho Jurdant, que su obra pertenezca a dicho género literario.

El libro que tienes en tus manos no es una novela, pero sí una obra de ficción. [...] Aunque contiene elementos ficcionales, es más bien una crónica, en este caso, una obra [cuyo] objetivo primordial es exponer de manera vívida y comprensible las incertidumbres emocionales e intelectuales que implica darle forma al futuro del conocimiento humano. [...] Para separar los hechos de la fantasía en esta clase de especulaciones, suponemos que [...] Snow arregla una cena informal en el Christ’s College, a la que invita a Turing y a otros pensadores seminales cuyos diversos antecedentes e intereses bordan en torno a la cuestión general de si será posible construir máquinas que realmente piensen. Lo que sigue es un recuento especulativo de las ideas que circularon en torno durante esa cena en ese atardecer de junio de 1949. (Prefacio a *El quinteto de Cambridge*, de John L. Casti.)

Como puede verse, y contrariamente a lo que esperaríamos de un novelista convencional, Casti nos exhibe su plan de acción e, incluso, nos confiesa cómo es que ha trabajado los parlamentos: “...no deberá sorprender al lector que en el relato ficcional de la reunión hipotética –pero posible– que aquí presentamos, los personajes se verán haciendo

afirmaciones que a veces se apartan de lo que podríamos imaginar que hubieran dicho basándonos en sus trabajos publicados”.

¿Qué impresión nos daría si no hiciera todas esas aclaraciones? ¿Creeríamos los lectores que la cena fue real, y que sucedió y se dijo todo lo que se relata? Supóngase, por ejemplo, que no fueran Snow, Schrödinger, Wittgenstein, Turing y Haldane los personajes, sino unos comensales perfectamente desconocidos, ni siquiera científicos. ¿Podrían hablar y opinar de la misma manera sobre la inteligencia artificial? ¿Nos parecería igual de correcta la analogía “La neurona puede considerarse como una especie de apagador primitivo que en un momento dado sólo puede estar en ‘ON’ o en ‘OFF’” si la dijera cualquier hijo de vecino?

Djerassi supone haber resuelto el dilema *ficción (entretenimiento)-verdad (ciencia)* mediante “la descripción precisa de los hechos científicos” (que es otra manera de decir que no se los ha inventado), en tanto que Casti pretende librarlo mostrándonos sus cartas creativas desde el comienzo. Aun así, para el lector carente de información científica, ¿basta lo anterior para distinguir lo “inventado” de lo “real”? ¿De qué puede estar seguro?

El lector tiene ante sí un problema insoluble (tal vez hasta indetectado), y por lo mismo es víctima potencial de una injusticia. Pero el divulgador consciente le ofrecerá algunos asideros, como las *marcas de veracidad* y las *costuras evidentes*.

Intención y marcas delatorias

Para dejar en paz a Djerassi, digamos que por el solo hecho de haber declarado que escribe novelas, leeremos sus obras como tales. Aunque la ciencia que presenta sea cuidada, precisa y legítima, esto en principio no nos incumbe como lectores de novela. Claro que su segunda intención declarada (en realidad la sustancial) es llegar al lego, pero la tomaremos en el sentido en que una novela inglesa del XIX nos deleita y a la vez, si queremos, nos instruye sobre psicología, sociología, género, política (con ciertos límites, desde luego). Dicho de otra manera, lo literario no se identifica con un objetivo práctico, como ya mencionamos. A la literatura no le preocupa que el texto se lea como otra cosa, ni tampoco le compete el dilema *amenidad-veracidad*; como dice Eagleton en *Una introducción a la teoría literaria*, el escrito nace literario pero nada puede asegurarse sobre su futuro.

La negativa de Casti a que *El quinteto de Cambridge* sea clasificada como novela, en cambio, nos lleva a otro tipo de consideraciones. Dicho

por el propio autor, se trata de una obra de divulgación (*popular science writing*), pero no es convencional porque contiene elementos de ficción. En este caso, el dilema cobra importancia, pues la divulgación sí tiene un objetivo práctico, una intencionalidad declarada: comunicar la ciencia al público lego. No sólo debe, por las razones que apunta Jurdant, negar su pertenencia a la literatura, sino que ha de certificar que proviene de la ciencia legítima. Nos preocupa que la comunidad científica juzgue que hemos dejado irreconocible la “ciencia legítima”, y también que nuestros lectores sean incapaces de distinguir entre la “realidad” y la ficción.

La negativa consiste (como ya hemos visto) en la clasificación que el autor hace de su obra y en la serie de advertencias sobre las situaciones hipotéticas y ficticias. La “garantía del origen del texto”, su credibilidad como “producto genuino de la actividad científica”, se logra mediante los términos científicos utilizados y también gracias a la bibliografía comentada que ofrece (y que sirve para el lector que desee una información más amplia o profunda). Pero hay otras marcas o evidencias de veracidad que tienen relación con la “función autorreferencial” para la ciencia y con la noción de que los divulgadores escriben más que nada para sus colegas científicos: la formación del escritor (como científico, datos disponibles en la solapa del libro), su pertenencia a la comunidad (miembro de prestigias instituciones científicas, ver la solapa) y su fama pública como divulgador (obras anteriores y alabanzas de miembros destacados de la comunidad, como suele constar en la cuarta de forros). Pueden verse muchas muestras de esto mismo en los números de la colección *La Ciencia desde México*, escritos preferentemente por investigadores científicos, en donde se favorecen las credenciales científicas por sobre las cualidades comunicativas. Todas estas marcas atestiguan su *seriedad*, sobre todo a los ojos de los científicos, pues, como puede imaginarse, esta información es prescindible para el lego. Como ya esperábamos, la veracidad sólo puede ser juzgada por el especialista, el que domina el tema científico, pero al que menos (aparentemente) le podría interesar como lector.

Por otra parte, sabemos que la literatura no es una calca de la realidad; pero aun dentro de su ficcionalidad, los personajes, los hechos y el mundo que se describe deben ser verosímiles. Sin embargo, una práctica muy extendida entre los divulgadores es la ruptura (deliberada o no) de la prosa literaria para intercalar la información referente a la ciencia, con la finalidad de darle el toque de seriedad necesario y de evitar en lo posible la violación al mandamiento de fidelidad a la ciencia

(lo que antes llamamos “irrupciones en el texto narrativo”). Dentro de este estilo didáctico-informativo de *costuras a la vista* (que en los textos literarios suele ser una característica indeseable), los adolescentes hablan como citando sus libros escolares, los tíos siempre son científicos y disponen de tiempo para explicar, y las amas de casa arrojan parrafadas sabihondas, todo intercalado con parlamentos comunes. Para que esto se pueda dar, el divulgador inserta oportunamente una visita a un museo, la asistencia a una conferencia (como el Sr. Tompkins, del que Gamow tuvo que inventar que soñaba después de haber escuchado una conferencia sobre la relatividad), la consulta de un libro (preferentemente una enciclopedia), el encuentro casual con un científico de renombre, y situaciones similares. Tales artilugios ahorran mucho diálogo banal y permiten ir al grano. ¿Por qué no mejor ir al grano y evitar por completo el diálogo banal? ¿Por qué no mejor hablar de ciencia y ya? ¿Por qué introducir argumentos forzados? Como el payaso que hacía piruetas, nos arrancaba una carcajada, y luego decía con voz jocosa: “Y como dijo Einstein, $E = mc^2$ ”.

Veamos algunos ejemplos de costuras visibles. En *El quinteto*, a punto ya de terminar la sopa, cuando la discusión se ha centrado en la solución de problemas matemáticos mediante máquinas y Wittgenstein se inconforma con la idea de que una de esas máquinas pueda llegar a razonar como ser humano, Turing se dirige a sus interlocutores (quienes, no lo olvidemos, son algunas de las mentes más brillantes del siglo y además le han estado dando vueltas al mismo problema, razón por la que Snow los ha invitado):

Aspirando el aire, Turing hizo una pausa momentánea, remontándose a sus numerosas lecturas y conversaciones sobre neurofisiología y procesos biológicos. Finalmente, le ofreció al grupo un recuento comprimido y simplificado del funcionamiento del cerebro.

El cerebro humano está compuesto de un gran número de elementos llamados neuronas, diez mil millones o más según algunos cálculos. Estas neuronas están conectadas entre sí mediante una extremadamente densa red de “cables” llamados axones y dendritas.

Pasemos a *El viajero científico*. Poli, Tibi y Mario, los viajeros adolescentes de la obra de Chimal que se pasan el tiempo rezongando (y que han declarado: “Si apesta, es química. Si se retuerce y pica, es biología. Si está en blanco, es matemáticas. Si no tiene sentido, es economía o psicología. Si no funciona, es física”) y peleando entre ellos y con el

tío científico, tienen que abordar inesperadamente un autobús por la noche.

Bajo la lluvia pertinaz dormitamos mientras un autobús nos llevaba a todos los pasajeros, la mayoría franceses furiosos.

—¿Siempre están de mal humor? —preguntó Tibi desde el otro lado del estrecho pasillo del autobús, tratando de hacerse una idea de lo que le esperaba en aquel país al otro lado del canal de La Mancha.

—Sólo cuando no se ríen —agregó Mario.

—Eres elemental como una pared del metro —contestó la hermana menor.

Para descabezar las agujas producto del cansancio, dije:

—¿Saben quién descubrió la circulación de la sangre?

—¿El doctor Frankenstein? —dijo Mario. Su gemela se rió, tal vez porque estaba pensando en lo mismo.

—Otro médico, William Harvey, quien nació en 1578. Estudió en Cambridge y en Padua, con el famoso anatomista Girolamo Fabrici. Su actitud científica lo llevó a enmendar muchos errores de la medicina, que hasta entonces era un arte de curar más que una ciencia. Sus conclusiones observacionales las reforzó con implacables cálculos numéricos...

Ahora vayamos a un extracto tomado de *La nube de Magritte*, de Mónica Lavín. Tres jóvenes han sido elegidos para rescatar una cuenca perturbada; la preocupación por el futuro todavía no se ha instalado en ellos, cuando aparece Elvira, personaje algo misterioso, para advertir que:

—El agua es cada vez más escasa y contaminada en nuestro país, y el verde debiera ser un ocre que revelara los suelos desnudos desprovistos de vegetación.

Y diciendo esto se puso seria y circunspecta, como si ella misma fuera la superficie de árboles sin tierra y las cuencas sin agua.

—Me duele —subrayó—. Me duele por ustedes y por los hijos de ustedes.

Cada vez estaba más consternada, aunque nosotros no habíamos pensado en nuestros hijos, porque eso era cosa de otra edad. Pero siguió:

—La disponibilidad promedio de agua dulce per cápita en México en 1955 era de 11,500 m³/año, equivalente a una disponibilidad alta. En 1999, teníamos 4,964 m³/año, lo cual es una disponibilidad baja...

En estos ejemplos, es obvio que el personaje en turno no se dirige a sus copersonajes, sino al lector. Las costuras evidentes, defectos creativos

que cumplen su función en la divulgación, convirtiendo lo que parecía un defecto literario en una necesidad, a veces no nos impiden exclamar “¡pero qué bien escrito está!”; a veces lo logran a tal grado que ni las notamos, en una especie de “crimen perfecto”. En muy contadas ocasiones, lo que resulta es pura literatura, independientemente de que el tema de fondo sea la ciencia. O bien, lo hacen tan al pie de la letra que los remiendos casi nos saltan a la vista.

En la literatura de ficción hay una convención, un pacto asumido: la deliberada suspensión de la incredulidad por parte del lector; pero no se le puede exigir a éste ilimitadamente. Por ejemplo, los personajes deben ser creíbles, aun dentro de su ficcionalidad: los adolescentes no suelen hablar citando sus libros escolares. Es preferible una imposibilidad verosímil a una posibilidad increíble.

Mis alumnos han acuñado al menos un par de términos para aludir a los efectos que se producen cuando 1) a lo que prometía ser un buen cuento se le mete ciencia con calzador, o lo que es peor, tono científico-didáctico: efecto “lobo feroz”; 2) a un tema científico se le convierte a la fuerza en cuento: efecto “cangrejo fractal” (inverso a “lobo feroz”). Ambos términos se refieren a ejemplos tomados de la vida real; el primero, a un corto sobre los peligros del tabaquismo, donde un simpático personaje, un lobo petimetre, fuma sin cesar mientras explica con términos médicos especializados y esquemas de libro de texto los “daños celulares a nivel de parénquima de las células epiteliales de los bronquios”; el segundo, a un intento de elaborar un cuento para niños cuyo tema fuera los fractales, y donde unos cangrejos náufragos recorrían sin cesar el contorno fractal de la isla que les servía de refugio. Para los divulgadores que han intentado la ficción, y los lectores que han sufrido tales intentos, es claro que la solución de continuidad no es fácil de lograr.

Estas dificultades técnicas nos hacen pensar que quizá la novela y el cuento no sean los géneros, como medio de divulgación escrita, más adecuados. La forma del ensayo, que no implica personajes sesudos ni interrupciones para dictar cátedra, es más fluida y puede hablar-nos de ciencia de manera menos artificiosa, y quizá por ello el ensayo es el género más abordado por los grandes divulgadores. Como dijo Dawkins, si no se tiene talento literario, la claridad simple y sobria será suficiente. Talento y claridad, sin embargo, se combinan en los dos siguientes fragmentos, el primero debido a la pluma del propio Dawkins: “The ergast’s tale” de *The Ancestor’s Tale*.

Está en la naturaleza de la roca sedimentaria el que sus materiales se reciclen continuamente. Las montañas antiguas, como las tierras altas de Escocia, han sido trituradas lentamente por el viento y el agua, produciendo materiales que después se sedimentan y pueden eventualmente elevarse de nuevo en otro lado formando montañas como Los Alpes, y el ciclo se reanuda. En un mundo de tanto reciclaje, debemos refrenar nuestras inoportunas exigencias de un registro fósil continuo que abarque cada paso de la evolución. No es sólo mala suerte que a menudo haya fósiles faltantes, sino una consecuencia inherente de cómo se forman las rocas sedimentarias. Definitivamente sería preocupante que no existieran huecos en el registro fósil. Las rocas antiguas, junto con sus fósiles, están siendo destruidas activamente mediante el mismo proceso que produce rocas nuevas.

En el ensayo “Un teorema es para siempre” (*Las orejas de Saturno*), Sergio de Régules habla de las verdades absolutas y eternas, que no se dan en las ciencias naturales pero sí en las matemáticas.

En la era de las observaciones astronómicas hechas desde el espacio con instrumentos como el telescopio espacial Hubble son comunes las noticias que empiezan con *oops*, pero éstas no son exclusivas de los últimos tiempos. Las teorías científicas están hechas para superarse. [...] En matemáticas no hay *oops*. Jamás veremos en los periódicos una noticia que diga “¡Un matemático descubre el sexto sólido pitagórico!” ni “¡Aparece en China un triángulo cuyos ángulos suman más de 180 grados!”. ¿Por qué? Porque estos resultados son teoremas matemáticos bien formados, y los teoremas, como los diamantes, son para siempre.

Entonces, ¿cómo leer la divulgación?

Tal vez, dice Jurdant, la razón de que la divulgación no forme realmente parte de la literatura es que no posee reglas que la hagan un género literario como cualquier otro. La forma escrita es una de las posibilidades que utiliza para comunicar las nuevas definiciones científicas de la realidad, pero esta forma no es, y no debe parecer, esencial: debe darle al lector la impresión de que la realidad contenida en su presentación no depende de la forma literaria (pues algo demasiado literario haría inverosímil la autoridad científica). La única forma de transmitir esta idea al escribir requiere de una especie de negación de la relevancia de lo que podría considerarse literario. Y si la realidad que se crea desde la ciencia no depende del texto que se lee, sino de la ciencia por ser ciencia,

un texto de divulgación no puede ser considerado propiamente como literario, aun cuando éste posea ciertas propiedades literarias, como la de proveernos de nuevos significados (emocionales, sociales, humanos, etc.) sobre el mundo y sobre nosotros mismos.

En resumen, es difícil que la divulgación sea considerada parte de la literatura porque debe negar que pertenece a ella. Sin esta negación, sus pretensiones de veracidad no serían plausibles, y su referencia a la realidad se volvería vacía. Tal vez por ello sea más apropiado y menos problemático clasificar la divulgación como un estilo narrativo que, en muchos casos y paradójicamente, incorpora componentes de ficción.

Todo lo anterior nos lleva, una vez más, a preguntarnos cuál es la finalidad de la divulgación: ¿despertar interés, dar información, lograr un aprendizaje, causar disfrute? La solución del dilema literatura-ciencia es inalcanzable si no se considera el objetivo, o dicho de otra manera, *la intención* de cada acto de divulgación; ¿qué sentido tiene elegir el género novela si tenemos que estar poniendo a cada momento un aviso de *legítimo* o *inventado*; si recurrimos a diálogos forzados o banales para explicar un tema; si nuestros personajes son impostados científicos que todo lo saben, o si la ciencia pierde terreno ante lo ameno de la mera narrativa?

Con todo, hay quienes se animan a transitar por el sendero literario sin dejar ver las dificultades anteriores, como auténticos artífices de alta costura. Suele ocurrir entonces que lo que resulta es simplemente literatura, independientemente de que el tema de fondo sea la ciencia; no tiene un objetivo práctico que lo limite, ni disyuntiva fidelidad-recreación. Ejemplos destacadísimos de lo antes dicho son *El sistema periódico* de Primo Levi, *Sueños de Einstein* de Alan Lightman, y *Cosmicómicas* de Italo Calvino. Calvino nos dice en el prólogo, a propósito de la mezcla de datos científicos e invención fantástica en sus cuentos: “Yo quisiera servirme del dato científico como de una carga propulsora para salir de los hábitos de la imaginación y vivir incluso lo cotidiano en los confines más extremos de nuestra experiencia. Cada ‘cosmicómica’ encuentra su punto de partida en una frase leída en un libro científico allí donde una imagen logra cobrar forma y desarrollarse y vivir con una vida autónoma”.

Si queremos leer ciencia legítima o explicarnos algún tema, como la singularidad espaciotemporal antes de la Gran Explosión, quizá lo conveniente no sea leer *Cosmicómicas*, sino recurrir a libros de texto, a un ensayo de divulgación o, incluso, a un artículo especializado. Como escritores, si dejamos de lado el objetivo principal de la divulgación, nos deja de preocupar el problema de la fidelidad, como ocurre con

cualquiera otra obra literaria. Claro que en este caso, y con toda razón, ya nadie nos considerará divulgadores legítimos.

Por otra parte, apunta Liliana Valladares en *Un nuevo reto: el arte de aprender a leer la divulgación de la ciencia como literatura*, tratar de entender a la divulgación como arte literario implicaría no sólo, por ejemplo, preguntarse cuestiones sobre el género, sobre el uso de figuras como las metáforas, analogías, comparaciones, personificaciones, sino también sobre lo que no es dicho en el texto, sobre lo que no puede ser dicho, sobre la naturaleza consciente e inconsciente de los límites impuestos en el escrito, sobre la relación entre forma y contenido de los argumentos, y sobre la relación entre el lector y el escritor, y entre el lector y lo escrito. Las respuestas a estas cuestiones, nos dice Ludmilla Jordanova en *Languages of Nature...*, no pueden más que ayudar a reconstruir, en sentido amplio, el contexto social y cultural que se encuentra condicionando tácitamente la interpretación de un texto por un lector individual.

Sería un error suponer que cualquier lectura de un texto es posible, puesto que hay ciertos límites dentro de los cuales un texto se escribe y se lee. Un mismo trabajo puede ser leído de maneras muy distintas por diferentes individuos y grupos, quienes seleccionarán las resonancias, los significados y los conflictos que evocan asociaciones para ellos. Estas asociaciones cambiarán a través del tiempo, y cada nuevo contexto histórico producirá una lectura condicionada tanto por el presente, como por la conciencia de implicaciones pasadas.

H. G. Gadamer, en *Verdad y método: Fundamentos de una hermenéutica filosófica*, advierte que la dependencia del lector a un contexto condiciona y limita toda su interpretación o lectura. Consecuentemente, el propósito de recuperar un significado original y objetivo resulta una quimera, más allá de las posibilidades de comprensión de cualquier sujeto. No hay significados auténticos sino sólo interpretaciones subjetivas, que a la vez son un producto objetivo en tanto que son susceptibles de ser criticados y analizados por diferentes personas. Unas interpretaciones resultarán, por lo tanto, siempre mejores que otras. Y serán mejores aquellas que están abiertas a la voz propia del texto, aquellas que se dejan decir algo por él. Lo que importa es mantener la mirada atenta a lo que nos dice el texto, aun a través de todas las desviaciones a que se ve constantemente sometido el intérprete en virtud de sus propias ocurrencias. El discurso se realiza en el diálogo entre lo escrito y el lector, y al oír la voz del texto dejamos que éste nos imponga su propia realidad. Y esto se aplica, por supuesto, a la divulgación.

EL AMBIENTE CULTURAL

Además de los problemas conceptuales y prácticos, los divulgadores se enfrentan a obstáculos surgidos del ambiente educativo-cultural y social-político (mencionados someramente en el preámbulo), y a retos profesionales derivados de la indeterminación propia de su labor.

Abordaremos aquí de forma breve la actitud anticientífica de nuestra cultura aldeana (por más que se le califique de global), que según algunos se debe a una visión del mundo que no propicia el pensamiento científico; otros piensan que es resultado del cuestionamiento al “contrato social” entre tecnociencia y sociedad. Hablaremos también del sentimiento ambivalente hacia la ciencia, que se manifiesta, entre otros ámbitos, en la cultura popular, plasmado en la figura estereotipada del científico frío, amoral y poderoso, o con suerte despistado, y en la creencia de un método científico infalible y único.

Asimismo veremos que existe de un tiempo acá un cuestionamiento a la ciencia proveniente de un sector académico importante; llevado al extremo, dicho cuestionamiento se puede ver como una moda que por una parte utiliza la jerga científica por el prestigio que confiere la ciencia, y por otro, se adhiere a un relativismo epistemológico que puede desembocar en un escepticismo radical.

Mencionaremos también otros dos obstáculos propios del ambiente educativo-cultural que enfrentan los divulgadores: la presencia constante de la seudociencia, y la influencia nociva de los medios de comunicación.

La ciencia que no tenemos

Marcelino Cerejido (“México ha logrado desarrollar una investigación excelente, ahora debería desarrollar la ciencia, cambio cultural que constituye un reto formidable a sus divulgadores”) ha insistido desde hace tiempo en que no es lo mismo desarrollar comunidades de investigadores científicos y de divulgadores, que crear un ambiente que promueva el razonamiento científico.

Ya es hasta un lugar común afirmar que los países que no cuenten con un vigoroso aparato científico-técnico-productivo no podrán ser independientes en un escenario internacional donde se compite con base en el conocimiento. El error consiste en creer que podremos desarrollar dicho aparato con sólo impulsar la investigación, sin cambiar nuestra visión del mundo.

México ha logrado, en efecto, desarrollar una excelente comunidad de investigadores profesionales; paralelamente, ha creado lugares donde

se hace divulgación y expertos en hacerla. Ahora debe emprender una segunda etapa: desarrollar la ciencia, lo que requiere una profunda transformación de la visión del mundo que tiene nuestra sociedad. En esta tarea, afirma Cereijido, la divulgación deberá desempeñar un papel mucho más importante que la propia investigación.

Hasta ahora, nuestra divulgación se basa en el aspecto informativo, en los datos. Debemos ampliar este horizonte y hacer que el destinatario de la divulgación entienda:

1. Que la ciencia es un proceso social que no cualquier cultura puede generar.
2. Que la ciencia cambia continuamente sus apoyaturas epistemológicas, métodos, enfoques, sociología, conexión con la producción y relación con el poder.
3. Que el vastísimo acervo de conocimientos científicos no es una simple acumulación informativa, sino que está sistematizado por el sentido que le fue confiriendo la cultura occidental.
4. Que en ciencia es más importante el cómo se conoce, que el qué o cuánto se conoce.
5. Que ni en la ciencia ni en la democracia impera el principio de autoridad, pues las cosas no valen porque alguien así lo mande sino porque se pueden demostrar.

Según Cereijido, en el siglo XVI un proceso divide a Occidente en dos regiones: por un lado, los países protestantes, que pasan a ser el núcleo de lo que hoy llamamos el primer mundo, región que habitan los que inventan, saben, tienen, mandan; y por otro, los países católicos, cuyo nivel científico, técnico y económico va disminuyendo de ahí en adelante. Sucedió que en la primera región "se hizo insostenible la estrategia de evitar contradicciones entre el estudio del mundo y las creencias religiosas y, en lugar de ir confrontando la información que brindaba la ciencia con las afirmaciones bíblicas, los científicos, historiadores, economistas y estadistas prefirieron ir creando un espacio laico y democrático en el que trabajan sus sabios y sus gobiernos, aun cuando en su fuero interno se continuara creyendo y practicando la religión".

De modo que mientras el primer mundo atravesaba una etapa iluminista, nuestra región sufría una oscurantista. Hoy el tercer mundo no sólo carece de un aparato científico-técnico-productivo eficaz, sino que tiene una visión del mundo que no lo propicia. Por eso es difícil creer que la diferencia entre el primero y el tercero sea puramente económica, o que

la brecha desaparezca con sólo incrementar nuestra investigación. Y justamente la tarea de divulgar los aspectos informativos de la ciencia nos hace dejar de divulgar aspectos culturales e ideológicos de la misma.

México necesita incorporar a su cultura una visión científica de la realidad, y la divulgación debe sumarse a ese esfuerzo transformador. Cereijido sugiere concretamente que:

1. Deberíamos profundizar nuestra divulgación. No limitarnos al aspecto informativo, dar otros contextos.
2. La divulgación debe incluir la evolución de los conceptos.
3. Deberíamos proporcionar conocimiento científico a quienes debaten temas candentes de actualidad en los medios.
4. También la naturaleza y la estructura de la ciencia deben ser objeto de divulgación.
5. Es urgente divulgar la ciencia entre los mismos científicos.

La confusión ciencia-tecnología

Además del ambiente que pinta Cereijido, hay una confusión continua entre ciencia y tecnología, remachada por los medios masivos y por los propios divulgadores. Para la mayoría de la gente, la ciencia es sinónimo de sus aplicaciones.

Lewis Wolpert (*The Unnatural Nature of Science*, "Technology is not Science") dice que como mucha de la tecnología moderna está basada en la ciencia, esta asociación impide ver sus diferencias cruciales, y la confusión entre ciencia y tecnología ha oscurecido en gran manera la naturaleza de la ciencia. Para ponerlo en pocas palabras: la ciencia produce ideas, mientras que la tecnología resulta en la producción de objetos utilizables. Pero la distinción es difícil en la práctica.

La tecnología (las artes prácticas) es mucho más antigua que la ciencia; sin la participación de ésta, la tecnología originó la agricultura y la metalurgia, la ingeniería china, las catedrales renacentistas, y aun la máquina de vapor. Fue hasta el siglo XIX cuando la ciencia tuvo impacto en la tecnología.

La tecnociencia surge, según Javier Echeverría *et al.* (*Percepción social de la ciencia y la tecnología en España*), en la década de 1980 como producto de la introducción de un nuevo sistema científico-tecnológico que depende de políticas internacionales, y es financiada por el Estado y privadamente. La vinculación entre ciencia, tecnología y empresa se intensifica al punto de que la producción del conocimiento se convierte

en un nuevo sector económico: las nuevas tecnologías. Existe, incluso hoy, aparte de la filosofía de la ciencia una filosofía de la tecnología (considerada esta última una forma de actuar más que de conocer) que distingue el significado antropológico o metafísico de la técnica, y las realizaciones técnicas en sí. Estas últimas son definidas por Miguel A. Quintanilla (“Un programa de filosofía de la tecnología...”) como “un sistema de acciones humanas intencionalmente orientado a la transformación de objetos concretos (y relaciones) para conseguir de forma eficiente un resultado valioso”.

Dice Luis Estrada (Divulgación de la ciencia ¿para qué?): “Como en nuestros países se acostumbra unir a la ciencia con la tecnología, al menos al hacer referencia a alguna de ellas, no sobra dedicar algunas líneas para revisar sus diferencias. Lo que hasta aquí he dicho alude sólo a la ciencia, que es un conocimiento (y por lo tanto algo intrínsecamente útil). Como sabemos, la tecnología es el aprovechamiento de un saber, científico o no [...] es un factor de desarrollo humano que cobra cada día mayor importancia ya que es la manera concreta actual de modificar la vida. Su relación con la ciencia es ahora muy estrecha ya que las tecnologías más espectaculares (la microelectrónica, la ingeniería genética, los satélites artificiales, por ejemplo) son producto directo del conocimiento científico. No es éste el lugar para tratar asuntos que pudieran reunirse bajo un título como ‘la divulgación de la tecnología’ y sólo añadiré que muchos gobiernos de nuestros países apoyan la ciencia solamente porque creen que así obtendrán lo que se ha dado en llamar ‘tecnología de punta’. Lo que cabe aquí señalar es que la divulgación de la ciencia sirve también para que el hombre entienda el mundo que está construyendo la tecnología contemporánea”.

Veamos un extracto que ejemplifica esa estrecha relación de la que habla Estrada:

Durante la última década los científicos y tecnólogos de alimentos han estudiado un extraño fenómeno conocido como la “paradoja francesa”. [...] el efecto preventivo que pueden tener los fotoquímicos descubiertos en un gran número de alimentos, han dado lugar a nuevas tendencias en la ciencia y tecnología de alimentos. (A. López Munguía, “Alimentos funcionales: salud a la carta”, *¿Cómo ves?*, 2002.)

A continuación, el comienzo de un artículo de la sección “Ciencia para policías” de la revista *Scientific American*, donde, para fines de los medios masivos, *ciencia* y *tecnología* son términos intercambiables:

Lo confieso: soy adicto a [la serie de TV] *Law & Order*. [...] Pero, como otros millones de *fans*, me he preguntado a veces qué tan realista es el *show*. En particular, dudé de aquella escena de cajón (que ocurre casi en todos los episodios) donde el técnico *nerd* del laboratorio policiaco revela una evidencia que resuelve de golpe el caso. (M. Alpert, "Science for Cops", *Scientific American*, 2003.)

Finalmente, un extracto de una entrevista a una experta en biología del desarrollo (VNP):

—¿Qué utilidad tienen los descubrimientos que se han obtenido a través de la biología del desarrollo?

—Primero que todo es necesario entender cómo de una célula terminas teniendo millones y cómo éstas se organizan para hacer algo coherente. Sería ideal que pudiéramos saber la fórmula que la naturaleza emplea a través de las células para dar por resultado un organismo, de esta manera podríamos colaborar con la regeneración de órganos para ayudar a las personas que lo necesitan. [...] Su comprensión es clave para entender y eventualmente tratar múltiples patologías como las de los procesos cancerígenos. (S. Pérez Sabino, "Programados para Morir", *Hypatia*, 2005.)

El ejemplo anterior resulta iluminador por varias razones: una, marca el interés de los medios por mostrar la aplicabilidad de la ciencia, dando por sentado la participación de la tecnología; dos, las razones que motivan, ante la descripción de una línea de investigación básica, una preocupación social, puesto que la sociedad financia la ciencia y en esa medida merece no sólo ser informada y participar en ella, sino ser retribuida con un producto útil; y tres, desde el punto de vista de la práctica divulgativa, los asideros que se consiguen y el interés que se logra al mencionar uno de los temas favoritos del público: tecnología de la salud.

Según Morris Shamos, el esfuerzo de difundir el conocimiento científico sólo ha contribuido a la adaptación de los ciudadanos a una sociedad tecnologizada; sin embargo, el uso de la tecnología o el conocimiento de la técnica no es cultura científica. Saber utilizar la computadora o la televisión o el horno de microondas no es saber de ciencia, no es participar en la empresa del conocimiento; y la tecnología es sólo el producto más visible y consumible de esta empresa.

Por su parte, Tim Folger (*The Best American Science Writing 2004*) menciona algo extraño: que aun quienes hacen mofa de la visión cien-

tífica del mundo tienen computadoras, vuelan en jets, usan teléfonos celulares o ven televisión vía satélite, aparentemente sin nunca considerar que todo esto surgió de la misma fuente que nos dice que el universo está expandiéndose y que la vida evoluciona.

Para Kevin Kelly ("The Third Culture") ha surgido otra cultura hija de la ciencia, pero no es la de Snow ni la de Brockman: es una cultura popular basada en la tecnología y para la tecnología, controlada por ésta y con fuerte influencia en las culturas científica y humanística.

En este apartado sólo hemos señalado de pasada la punta de lo que parece un gran iceberg: es posible que buena parte de los ejercicios de divulgación lo sean de la tecnología y no de la ciencia o que, a sabiendas, utilicemos la primera como gancho para referirnos a la segunda. El tema de la divulgación de la tecnología debería configurar una línea de investigación que, por ahora, aún no se anuncia.

La seudociencia

A decir de Richard Dawkins (*Unweaving the Rainbow*) parece no haber límites a lo que la gente puede creer tan sólo por verlo impreso o en los medios masivos; la televisión es el medio más poderoso y estamos viviendo una epidemia de propaganda paranormal en televisión, sin ningún cuestionamiento crítico.

Debido al prestigio de la tele y los diarios, asuntos como la astrología, lo paranormal y las visitas de ovnis tienen un lugar privilegiado en la conciencia popular (para un delicioso, si bien preocupante, recuento de estos fenómenos, recomendamos *El mundo y sus demonios* de Carl Sagan). Esta tendencia explota nuestro apetito natural por lo asombroso, que según Dawkins puede llenarse más satisfactoriamente con la ciencia.

Se puede hacer mucho dinero engañando a los crédulos, y sabemos que la tendencia de la televisión es eminentemente comercial. Las productoras de televisión son dispuestas colaboradoras en el engaño: es bueno para el *rating*.

Al enfrentarnos a una historia sorprendente o milagrosa, aconseja Dawkins, debemos empezar por preguntarnos si nuestro informante tiene motivos para mentir; también, sobre su reputación; y luego, indagar cuál es la alternativa más probable. Es verdad que nuestro actual conocimiento científico es todo lo que se puede saber, y que no podemos desdeñar ciertos fenómenos sólo porque la ciencia no puede explicarlos. Por ejemplo, las cosas que hoy nos parecen comunes, como la

radio, a nuestros ancestros les habrían parecido tan increíbles como una aparición espectral. Como dice Arthur C. Clarke, cualquier tecnología suficientemente avanzada es indistinguible de la magia; muchos científicos destacados advirtieron en su tiempo sobre imposibilidades tecnológicas que hoy son cotidianas, como los aeroplanos; el escepticismo exagerado tampoco es lo más recomendable. Pero entonces ¿cuál es la diferencia entre éste y el escepticismo hacia la astrología, y la reencarnación? ¿Cómo saber cuándo está justificado el escepticismo y cuándo es dogmático, una miopía intolerante? Si alguien afirma haber sido testigo de una levitación, ¿debemos creerle a pie juntillas basándonos en que aquellos de nuestros antecesores que dudaron la posibilidad de la radio resultaron estar equivocados? Claro que éste no es un argumento suficiente para creer en la levitación; lo dicho por Clarke no funciona en sentido contrario: no se sigue que “cualquier supuesto hecho mágico que alguien alegue conocer en cualquier época es indistinguible de un avance tecnológico que vendrá en el futuro”.

Pero, insiste Dawkins, ¿cómo distinguir la pseudociencia? ¿Cómo puede el divulgador alertar críticamente a su público ante la incursión, solapada o abierta, de la pseudociencia? Esta pregunta es relevante porque, como ya hemos visto, muchos consideran que uno de los objetivos de la divulgación es desterrar la superchería.

Radner y Radner nos ofrecen algunos asideros en *Science & Unreason*; en particular, he aquí algunas de las condiciones suficientes para entrar en sospecha:

1. Pensamiento anacrónico. Los pseudocientíficos utilizan lo que la ciencia ha desechado; los argumentos que esgrimen han sido refutados hace mucho tiempo.
2. En busca de misterios. Al investigar, los científicos a menudo se encuentran con anomalías: cosas que no resultan como la teoría lo anticipaba. La primera reacción del científico es tratar de que la anomalía encaje en la teoría aceptada. Puede ser que al final esto lleve a abandonar la teoría a favor de otra con la que se pueda explicar el acontecimiento antes anómalo. Pero el trabajo científico no es buscar anomalías; tampoco se rechaza una teoría a favor de otra cuya única ventaja sea que explique el evento anómalo; debe hacer que lo anómalo sea normal; debe tener un poder explicativo más amplio.
3. Recurso a los mitos. A menudo los pseudocientíficos se descubren por la forma en que usan los mitos; éste es un patrón de proceder

común. Parten de mitos e historias de épocas remotas y los toman como reportes de acontecimientos reales; consideran que el mito proporciona evidencia a favor de su hipótesis.

4. El enfoque “todo cabe” al considerar las evidencias. Mientras más evidencias apoyen una hipótesis, mayor será su grado de confirmación y de aceptación. Pero si casi todos los casos son cuestionables, entonces no importa cuán grande o cuán variado sea el conjunto de casos: no confirman la hipótesis.
5. Hipótesis irrefutables. Cualquier hipótesis que pretenda ser científica debe ser refutable, aunque no necesariamente refutada en la realidad; es decir, debe haber circunstancias o estados de cosas que, de obtenerse, podrían contar en contra de la hipótesis.
6. Argumentos de similitud aparente. Una estrategia común para hacer que la pseudociencia se vea respetable es alegar que los principios en que se basa son parte de la ciencia legítima.
7. Explicación por escenario. En toda teoría científica hay un aspecto de generalidad que es indispensable para que la teoría tenga poder explicativo. Si sólo se tiene una historia o trama, lo que se llama “un escenario”, entonces no se trata de una teoría. Para explicar científicamente un fenómeno se debe mostrar que surge de leyes generales.
8. Investigación por exégesis. La interpretación literaria de textos, o exégesis, no tiene nada que hacer en la ciencia.
9. Negación a revisar a la luz de la crítica. Los pseudocientíficos se jactan de que nunca se les ha demostrado que están equivocados. Creen que la ciencia se encuentra en desventaja porque sus teorías se revisan cada tanto. Consideran como defecto esta fortaleza de la ciencia: escuchar la crítica y tener en cuenta.

A menudo, los medios conceden una porción mínima de tiempo a la ciencia, y una privilegiada a la pseudociencia. Incluso, en algunos canales supuestamente dedicados a lo científico, como Discovery, se introducen nociones que desembocan en lo esotérico, los misterios y los milagros. Veremos enseguida cuán intensa es la influencia de los medios para perpetuar este estado de cosas.

Los medios masivos

Dorothy Nelkin analiza en *Selling Science* las imágenes de la ciencia y la tecnología en los medios masivos, y encuentra que a menudo la infor-

mación divulgada sobre la investigación científica tiene las siguientes características:

- a) Lo anecdótico suplanta al contenido. Poco aparece de los conceptos científicos importantes.
- b) Referencia a la investigación como una serie de acontecimientos dramáticos, muchas veces exagerados.
- c) Enfoque en la investigación sólo como competencia en pos de la solución a un problema, o como “parteaguas”. La acumulación gradual de información que es inherente al proceso de investigación no se considera noticiosa.
- d) Invertir a la ciencia de cualidades mágicas y místicas: “curas milagrosas” y “soluciones mágicas”.
- e) Los problemas de la tecnología se encasillan en el mito o en el drama social.

En cuanto a los mensajes mediáticos y sus efectos, Nelkin menciona que en la década de 1930 se investigó el poder de los medios para influir en la opinión pública, investigación relacionada con el estudio de la propaganda y su efecto en el comportamiento del público. Se encontró que la prensa rara vez era fuente directa de cambios actitudinales o conductuales. La verdadera influencia estaba en los líderes de opinión y en la familia.

En los sesenta, los investigadores de la comunicación hablaban ya de “sociedad de masas” (refiriéndose en particular a EUA), caracterizada por la atomización y el aislamiento de los individuos. En este contexto, la influencia directa de los medios aumentó. Joseph Klapper, en su libro *The Effects of Mass Communication* (citado en Nelkin) acepta la influencia mediática, pero argumenta que las imágenes que se presentan son asimiladas e interpretadas por los diferentes lectores de distintas maneras, dependiendo de sus creencias previas, predisposición, experiencia personal, y de las actitudes de sus pares. En esta postura, la comunicación a través de la prensa es sólo un factor, y no el origen primario, de las ideas y las actitudes del público. Por entonces, McLuhan y sus seguidores extendieron el análisis del impacto de los medios más allá de su influencia en los individuos, observando sus efectos en las tendencias políticas y culturales de la sociedad.

En mucha de la reciente investigación en comunicación de la ciencia se tiene la idea común de que el efecto de las notas de prensa depende del contexto social en el que se reciben, y que las fuentes alternativas de

información y del imaginario colectivo, como programas de televisión, tiras cómicas y otros vehículos de la cultura popular, son también parte del contexto social. Estos medios imparten un conjunto de imágenes sobre la ciencia y la tecnología que son en general consistentes con las de los periódicos y las revistas populares. En las tiras cómicas el científico corresponde al estereotipo del individuo alejado, inhumano, aislado, fuera del escrutinio público, que tiene un poder enorme sobre la naturaleza y al que puede usar contra la humanidad aunque a veces se salga de su control.

A fines de los setenta, se encontró que la ciencia aparece menos en las noticias televisivas que en los programas de ciencia ficción y de entretenimiento. Estos programas hacen hincapié en situaciones de crisis y de peligro, y a menudo representan a los científicos como repelentes y extraños; a la vez, el mensaje principal es que la ciencia es algo secreto. Los documentales televisivos ofrecen una imagen algo diferente: el científico como estrella a la Carl Sagan, en contraste con los excéntricos y peligrosos de los programas de entretenimiento, pero igualmente idealizados. Y aunque explican la ciencia cuidadosamente y con imágenes hermosas, perpetúan la noción de que la ciencia es ajena.

El contexto en el que se reciben estas imágenes de la ciencia incluye, como ya mencionamos, una gran cantidad de pseudociencia y superstición. La prensa publica un horóscopo diario y otros temas esotéricos; su aparición constante les presta un aura de credibilidad y oscurece la diferencia entre ciencia y superstición.

Para muchos lectores, el único contacto con la ciencia procede de artículos en tabloides, siempre presentes en puestos y en supermercados. Éstos dedican amplio espacio a asuntos científicos dudosos o de plano pseudocientíficos, pero sólo con el fin de entretener y escandalizar: maravillas, extravagancias, curas milagrosas, monstruos. Muchos millones de personas leen tiras cómicas y tabloides, y casi toda la gente ve la televisión diariamente. Las imágenes que aparecen en estos vehículos de cultura popular ayudan a crear el marco, el estado mental y las expectativas que los individuos aportan a su lectura de las noticias de ciencia.

El interés popular por la ciencia se da principalmente, a decir de Nelkin, en los temas de salud. La aceptación pública de la ciencia parece estar en gran parte basada, como ya insinuamos, en la esperanza de aplicaciones inmediatas. Este énfasis a menudo es reforzado por los propios científicos en su búsqueda de apoyo público y es perpetuado en la prensa popular.

Una visión menos amplia pero más actualizada de la relación entre medios y ciencia es la que Jim Hartz y Rick Chappell ofrecen en *Mundos separados*.

No puede decirse que el panorama descrito por Nelkin a fines de los ochenta haya permanecido estático; por el contrario, ha empeorado debido al ambiente anticientífico en el que se desenvuelve el periodismo. Jon Franklin cuenta en "The end of science writing":

A fines de los setenta me vi forzado a repensar mi estrategia periodística. Hasta entonces había reportado y explicado descubrimientos, pero mis historias no eran muy leídas. Generalmente usaba la palabra "ciencia" muy al principio, creyendo que esto atraería lectores. Pero ahora comprendía que el efecto era poner sobre aviso a los lectores sobre lo que debían evitar. En teoría podían confiar en la ciencia, pero en la práctica esto tenía malas asociaciones personales. Los confundía y los hacía sentirse negativos hacia ellos mismos. Las páginas de ciencia hacían un gueto con las noticias de ciencia, le daban a la gente una sección completa que podían descartar sin leer. Pero había algo todavía más siniestro. Al ir cambiando las actitudes, los editores empezaron a desear un cierto giro negativo en las historias de ciencia [...] Algunos *science writers*, especialmente los que se identificaban con el movimiento ecologista, vieron en la hostilidad hacia la ciencia una senda hacia el éxito. Muchos reporteros, francamente neutrales hacia otros tópicos, encontraron fácil alinearse con la facción anticiencia. A menudo esto se encubría en términos de "favorecer la pluralidad", y una apertura hacia "otras formas de conocer"...

Mientras tanto, cuenta Franklin, varios grupos de investigación estudiaban el aumento de las actitudes anticiencia. Uno de ellos encontró que la gente que veía mucha televisión tendía a estar sesgada contra la ciencia. Un seguimiento se enfocó en la tasa de mortalidad de los diferentes grupos profesionales representados en televisión. Resultó que los científicos en la TV tenían la mayor mortalidad... con casi diez por ciento de ellos muertos antes de los créditos finales. Hasta a los abogados les iba mejor. El mensaje era claro: la ciencia, como el crimen, no paga; y no es diferente en el cine.

En efecto, la imagen pública del científico refleja las mismas actitudes ambivalentes hacia la ciencia: por un lado, suscita mucho interés y admiración, mientras que por otro, causa miedo profundo y hostilidad. Lewis Wolpert y Alison Richards (*A Passion for Science*) hacen notar que se percibe a la ciencia como deshumanizante, arrogante y peligrosa,

por lo que sus practicantes deben de ser técnicos fríos e insensibles con poder pero sin responsabilidad.

Las imágenes de la ciencia en la literatura sugieren que al menos una parte de esa antipatía surge de las dificultades de los no científicos para entender la ciencia. Pero el problema puede ser más hondo: recordemos que el modo científico de razonar es antinatural, y sus conclusiones pueden chocar con nuestras creencias. Hay quienes encuentran que algunos conceptos, sobre todo en lo que toca a lo humano, son incómodos, “políticamente incorrectos”, y esto da lugar a mucho del recelo que provoca la ciencia.

Hoy día son la televisión y la radio los responsables de moldear la opinión pública, como ya analizamos, y quizá no es sorprendente que persistan las imágenes distorsionadas de la ciencia. Se ve a menudo a los científicos como antipáticos, dotados de fríos cerebros lógicodeductivos. Aunque se les permite una breve aparición en los noticieros, es todavía rarísimo encontrar a un científico en una telenovela. Es difícil escapar a la conclusión de que los que hacen los programas perciben a los científicos distantes de la vida cotidiana, si es que los califican de humanos. Hasta cuando la ciencia aparece en una luz más positiva, los estereotipos son igualmente familiares y engañosos: el profesor distraído fuera del mundo de las tiras cómicas, dicen Wolpert y Richards, sería un engorro en cualquier laboratorio que se respete.

Parte del problema, continúan, es que los científicos presentan un falso retrato de sí mismos: el *scientific paper*, que no guarda relación alguna con la forma en que realmente trabajan. El estilo que utilizan es impersonal, purgado de toda emoción humana, sin los componentes de imaginación, azar, suerte, confusión, fallas, vida cotidiana, interacción y colaboración con los colegas. También es parte de la conciencia pública la noción de que hay un procedimiento infalible que lleva a las conclusiones correctas, de modo que siempre hay una sensación de sorpresa cuando los científicos están en desacuerdo sobre los datos o su interpretación. Se percibe que sus procesos mentales operan de manera muy diferente que los de la gente común. Esto se recalca en la divulgación cuando se mencionan datos irrelevantes (desde el punto de vista del público de divulgación) sobre los investigadores y los artículos científicos, como en el ejemplo siguiente, donde no se sabe qué es lo importante, los nombres y los títulos, o la información científica:

Recientemente, los doctores Robert J. Maier y Winston J. Brill del Departamento de Bacteriología y del Centro para Estudios sobre Fijación de Nitrógeno de

la Universidad de Wisconsin, en los Estados Unidos, reportaron la obtención de una cepa mutante de la bacteria *Rhizobium japonicum* con una capacidad mucho mayor para fijar el nitrógeno atmosférico en las cepas silvestres (véase *Science*, vol. 201, p. 448, 1978). (*Naturaleza*, sección Noticias, 1978.)

Muchos científicos experimentan fracasos y contrariedades; también pueden ser muy soberbios, y de seguro tienen que enfrentar la crítica de sus colegas. Sin embargo, casi por definición, lo único que le atañe a la ciencia es el éxito, de modo que su cara pública, ya sea en forma de *paper* (o de artículo de divulgación o de programa televisivo), sólo presenta lo que marchó bien, y no lo contrario. Tal vez si los divulgadores tuvieran esto presente ayudarían a poner a los científicos en su perspectiva humana.

La guerra de las ciencias

Mencionamos en el preámbulo, como parte del ambiente enrarecido donde se desenvuelve hoy la divulgación, una polémica las más de las veces inútil, llamada “la guerra de las ciencias”, donde contienden las duras y naturales, y las sociales y humanísticas. Es interesante conocer a este respecto las ideas de Paul Gross y Norman Levitt, plasmadas en *Higher Superstition*, y que a continuación abrevio. (Una versión más ruda se encuentra en el artículo de Steven Weinberg “La revolución que nunca ocurrió”.)

Aunque los logros específicos de la ciencia son indudablemente importantes, dicen los autores, han sido más valiosas y efectivas las modalidades de pensamiento crítico y escéptico que han madurado en su mayor parte en el contexto científico. El bisturí del escepticismo científico, con su insistencia en que las teorías son merecedoras de respeto en cuanto sus aseveraciones pasan la prueba doble de consistencia lógica interna y verificación empírica, ha sido un arma invaluable contra el autoritarismo intelectual de cualquier tipo, incluidos aquellos que sustentan sistemas sociales basados en la explotación, la dominación y el absolutismo. La noción de la liberación humana se acompaña de la idea de que la superstición y la credulidad están entre sus peores enemigos, y que la ciencia, en particular, ofrece “la mejor promesa para abrirse paso entre su niebla de error y confusión”.

Los intelectuales de izquierda de Europa occidental, a decir de Gross y Levitt, han hecho eco de la belicosidad de la izquierda norteamericana hacia la ciencia, desde el *strong programme* de sociología de la ciencia

hasta las actitudes posmodernas, debido en parte al profundo desencanto por la incapacidad del sistema de valores liberales, originados con la Ilustración, de cumplir sus promesas. La historia de los logros artísticos e intelectuales de Occidente, incluida la ciencia, causa irritación y se vuelve blanco de desprecio. Surge así un relativismo opositor; hay adhesión a las “formas no occidentales de conocer”, no por lo que son sino por lo que no son: blancas, europeas, masculinas. Las voces de los grupos oprimidos tienen ahora la prioridad.

Es imposible entender cabalmente el ataque de la izquierda académica a la ciencia, a decir de los autores, sin tener en cuenta cuánto resentimiento contiene. La ciencia es un blanco natural para la frustración actual porque está en el corazón del mundo contemporáneo. Además, es indispensable para la política y el comercio de ese mundo. Construye las bombas para el Pentágono y las redes de fibra óptica para los mercados cambiarios del mundo. Computa las proyecciones macroeconómicas de los economistas neoliberales y las proyecciones demográficas de los políticos cínicos. Crea un enorme desastre ambiental y luego nos hace responsables; no tenemos para dónde movernos. Como era de esperarse, hay una enorme desconfianza hacia la ciencia y la tecnología, que se deriva de la larga tradición de miedo y odio hacia los arsenales nucleares del mundo y hacia los tecnócratas que los crearon, intensificada por el brutal espectáculo de las guerras recientes. También está el movimiento ambientalista en contra de la tecnología, sin matices. Esto ha generado una amalgama peculiar de ignorancia y hostilidad que anida bajo la superficie de virtualmente todas las críticas a la ciencia de la teoría izquierdista.

El pensamiento y la retórica de la década de 1960 se construyeron en torno al tema de que la liberación de los oprimidos sólo puede ganarse cuando el grupo oprimido actúa como agente autónomo de su propio proceso revolucionario. Esta noción de la “competencia especial” de los oprimidos fue profundamente inculcada en los círculos de izquierda y se volvió inalterable. Esto tiene un trasfondo teórico que dice que un grupo tradicionalmente “privilegiado” no tiene el derecho de definir la realidad para los demás. Pero va más allá: el mero estado de ser oprimido se supone que confiere, de alguna manera, una mayor claridad de visión, una postura más auténtica frente al mundo que la visión burguesa, con su hegemonía económica, racial y sexual.

Muchas corrientes de pensamiento de la izquierda académica tienen como dogma central lo que se podría etiquetar como “perspectivismo”: básicamente, que diversos cuerpos de ideas que han sido favorecidas

y defendidas por la cultura occidental durante siglos deben ser despojadas de sus pretensiones de validez universal, intemporal e incontextual. Son, a lo mucho, la expresión de verdades locales o estructuras que hacen sentido sólo dentro de un cierto contexto social y político. Por otra parte, pueden ser mitos justificatorios destinados a sostener la autoridad y la jerarquía. Por lo mismo, el perspectivismo congenia muy bien con la pretensión de que los hasta ahora desposeídos tienen derecho a que sus propias narrativas, sus propias explicaciones del mundo, sean tomados tan en serio como los de la cultura estándar, sin importar sus diferencias y sus francas contradicciones. Se vuelven así inmunes a la crítica del paradigma occidental reinante.

El destronamiento de los modos occidentales de conocer y sus pretensiones de objetividad se dice justificado sobre diversas bases; para algunos, sobre lo inestable y lo nebuloso del lenguaje, y otros han apelado a nociones marxistas de conciencia de clase. En los *cultural studies* se vale cualquier cosa. Los académicos posmodernos odian a la ciencia y, contradictoriamente, la imitan en su jerga sin entenderla.

Alan Sokal y Jean Bricmont mencionan en *Fashionable Nonsense* que el posmodernismo ha tenido impacto en las humanidades y las ciencias sociales. Hacen notar la fascinación de éstas por los discursos oscuros; su relativismo epistémico ligado con un escepticismo generalizado hacia la ciencia moderna; un interés excesivo en creencias subjetivas independientemente de su veracidad o falsedad; y un énfasis en el discurso y el lenguaje en oposición a los hechos a los cuales dichos discursos se refieren (o el simple rechazo a la idea de que los hechos existen o que uno se puede referir a ellos).

Dicen Sokal y Bricmont que la ciencia y la tecnología han sido sujetos de debates filosóficos y políticos, pero que éstos no constituyen de ninguna manera una guerra. Debido a sus éxitos teóricos y prácticos, las ciencias naturales gozan de prestigio, aun entre sus detractores, como se puede ver en la tendencia científicista de las ciencias sociales, pues existe la ilusión de que métodos supuestamente objetivos o científicos ayudarán a resolver problemas muy complejos. Desafortunadamente, algunos investigadores de las ciencias sociales pueden sentirse amenazados por la idea de que la neurofisiología y la sociobiología reemplazarán a sus disciplinas. Similarmente, los que trabajan en ciencias naturales pueden sentirse atacados cuando Feyerabend llama a la ciencia “una superstición particular”, o cuando algunas corrientes de la sociología de la ciencia dan la impresión de ubicar la astronomía y la astrología sobre las mismas bases. Para una buena relación entre las ciencias humanas

y las naturales sólo es necesario, sugieren los autores, evitar confusiones epistemológicas. Para propiciarlo, cada área del conocimiento debe conocer con profundidad los conceptos y los contenidos de la otra, así como sus lenguajes especializados; exponer sus ideas de manera clara y no confundir profundidad con oscuridad; entender que cada una tiene sus problemas, sus métodos y sus escalas de aplicación (aunque a veces los científicos naturales se crean superiores); no ignorar la importancia del aspecto empírico de las ciencias naturales, ni de la tradición textual y autoral en las sociales y humanidades.

También debe tenerse en cuenta el relativismo “natural” de las ciencias sociales, para evitar que las preferencias personales sesguen las investigaciones. Pero este relativismo no es lo mismo que decir que las aseveraciones factuales pueden ser consideradas verdaderas o falsas sólo relativas a una cultura particular. Claro que la palabra *verdadera* es ambigua; hay que especificar si se habla en sentido cognitivo u otro; “conocimiento del mundo” puede no ser lo mismo que “creencia”.

Para rematar, David Miller (“Being an Absolute Skeptic”) se pregunta si puede sostenerse seriamente que la ciencia actual no es más que un hilvanado de conjeturas afortunadas (o desafortunadas), conjeturas que no son mejores que las de la ufología, dianética y similares (visión ésta que, como ya vimos, pone un serio obstáculo a la divulgación).

Es importante entender por qué no es esto lo que sostienen los racionalistas críticos. Las hipótesis científicas son conjeturas, sí; no están más respaldadas por la observación y el experimento y no tienen más pretensión de ganar nuestra credulidad que las fantasías (irrefutadas) de los seudocientíficos, en efecto. Pero la ciencia es más que la suma de sus hipótesis, sus observaciones y sus experimentos. Desde el punto de vista de la racionalidad, la ciencia es sobre todo su método, esencialmente el método crítico de la búsqueda de errores. Es esta segura devoción de la ciencia a este método lo que hace la diferencia.

RETOS PROFESIONALES DEL DIVULGADOR

Desde el punto de vista social y educativo, la divulgación de la ciencia es en todo el mundo una actividad importante, necesaria y loable. Es también muy difícil de hacer (tal vez ya no haga falta reiterarlo), pues transcurre, como dice Carlos López Beltrán, “entre dos fuegos”, y se enfrenta a un ambiente cultural poco propicio y a uno social muy demandante. Es preciso consolidar la divulgación profesionalmente

fortaleciendo su calidad, pero sin perder de vista su componente artesanal. En lo que sigue, me referiré particularmente a la problemática profesional en México, respecto a la cual la voz cantante la llevan los divulgadores de trinchera, mis colegas.

La vocación

Si pensamos en el divulgador como individuo, podemos preguntarnos si abrazó la profesión por dinero, vocación de servicio, estatus social, influencia familiar... ¿O se debió a un genuino gusto por la ciencia? ¿A una combinación de todos estos factores? Cada respuesta particular puede no ser simple, sino una mezcla de razones y pasiones; tan personal como el objetivo (definición) asignado por cada divulgador.

El asunto del dinero, por lo menos en términos de subsistencia, no sólo no es despreciable, sino alentador, pues si bien todavía hace unos 20 años se consideraba que la divulgación no era remunerable, sino una especie de voluntariado social, hoy nos consta que los divulgadores viven de cobrar por su trabajo. En cuanto a “hacer dinero” (como lo podría hacer un ortodoncista o un abogado), esta es todavía una idea exótica para la mayoría de los divulgadores, aunque no descartable; depende del reconocimiento general y de las habilidades financieras y promotoras de cada quien.

El estatus social tiene otras sutilezas. Si una madre puede inflarse como pavo al decir “mi hija es neurocirujana” o “mi hijo es físico nuclear”, ¿diría igualmente orgullosa “mi hija es divulgadora”? Todo depende de lo que se considere exitoso (dejando fuera la cuestión del dinero), pero para nuestra sociedad y salvo por notabilísimas figuras públicas, la divulgación no adquiere todavía un halo semejante de superioridad profesional, por más que se diga que la divulgación es una labor inaplazable para lograr que el público comprenda y participe en las decisiones tecnocientíficas. Mucha gente, incluso, le asigna una connotación de fracaso: “pobre, no pudo ser científico, se dedicó a la divulgación de la ciencia”, para añadir en voz baja: “al menos tiene un oficio honesto y hasta le pagan”.

La influencia familiar es un aspecto igualmente complejo y relacionado con el anterior. Cuando la hay, puede operar tanto a favor como en contra de abrazar la vocación, aunque en la generalidad de los casos la elección es independiente de los antecedentes del divulgador. Pero puede observarse que, ampliando el concepto de familia hasta aquellas influencias determinantes en la infancia y la primera juventud, como

lecturas, ambientes y maestros, muchos han elegido la divulgación por intermediación de un excelente libro, de una plática amenísima en un museo o de una maestra con excepcionales dotes de comunicadora. Una pregunta que aquí cabría hacer es si a la pasión por divulgar la antecede la pasión por la ciencia (donde la última frase y los estudios formales en ciencia no son equivalentes). Todo parece indicar que sí, pues lo contrario sería absurdo. Aunque, si atendemos al relato de Jon Franklin, también se puede hacer divulgación anticientífica. O bien, dedicarse a ella puede ser una especie de derivación (*by-pass*), no sólo cuando se teme a la ciencia sino también al odiarla.

He dejado para el final la cuestión de la vocación de servicio, porque tal vez sea la que más atañe a la divulgación. Los convencidos de la importancia de la ciencia como medio necesario para el progreso, pueden ver a la divulgación como una especie de proselitismo (evangelización, diría Gerardo Hernández) para ganar adeptos a la ciencia. Otros han de declarar que la comunidad científica debe retribuir a la sociedad que la sostiene una parte del conocimiento generado, proporcionándole información interesante, comprensible, amena, y hasta útil. De aquí se desprende que es una obligación social de los científicos hacer, en sus ratos libres por supuesto, divulgación de la ciencia. Viene a la mente la soñadora estampa de la bióloga de bata blanca rodeada de chiquillos felices que hacen preguntas inteligentes sobre las patas de los arácnidos. Dos biólogos más para la cosecha y en la fila de atrás sonrían conmovidos los padres y los maestros, agradeciendo al cielo que la torre de marfil haya abierto sus puertas ese domingo.

Una visión quizá más realista es la que insiste en que los científicos están dedicados a hacer ciencia y que son los divulgadores quienes deben dar el paso siguiente: llevar el conocimiento a las grandes masas, ávidas (aquí se pierde el realismo) de conocer los misterios de la naturaleza. "Tienen que saberlo", dicen algunos estrujándose las manos. Y yo pienso: ¿no sería mejor "deseo compartirlo"? A pesar del negro panorama que Morris Shamos pinta para la educación científica (pues el principio que rige es el de la utilidad, y parece ser que en la vida cotidiana la información científica no sirve de mucho), algunos divulgadores han elegido serlo basándose, más que en principios éticos, en imperativos estéticos. Los puedo imaginar diciendo: "No concibo que alguien pueda perderse el placer de escuchar el cuarteto opus 135 de Beethoven, o la satisfacción de entender la teoría de Darwin". Para ellos, el disfrute de la ciencia debería ser compartido con otros, los más posibles, sin importarles si de ese placer surgen vocaciones científicas,

políticos enterados y responsables, o amas de casa que dominen el horno de microondas.

Como en todos los asuntos humanos, la verdad tiene múltiples caras. Los divulgadores activos que, tarde o temprano, se cuestionan cuál es la finalidad de su labor, y por tanto, por qué la abrazaron, pueden dar con innumerables respuestas, que además tienen la posibilidad de coexistir.

El oficio

Según nuestros ya entrañables Jacobi y Schiele, hablando del oficio del vulgarizador, sería interesante analizar los determinismos sociales que norman la práctica de la vulgarización y quienes participan en ella; por ejemplo, estudiar la búsqueda de reconocimiento de los vulgarizadores por parte de los expertos, de los cuales dependen, pues no pueden intervenir en los contenidos: manipulan los conocimientos producidos por los científicos, sin poder modificarlos ni menos emitir un juicio. En esta visión, la única autorizada para juzgar es la comunidad científica. (Esta cuestión la abordaremos cuando hablemos de la evaluación.)

Como ya he advertido, no trata este libro de ocupar los nichos expertos de los historiadores ni de los filósofos ni de los sociólogos. Seguramente la historia de la profesión ya está siendo rescatada por numerosos especialistas. Aquí simplemente narraré una experiencia particular: los avatares de la profesión en México entre 1980 y 2000, que conozco muy de cerca, en una pequeña comunidad de la Universidad Nacional Autónoma de México (aunque me atrevo a pensar que el resto de las experiencias latinoamericanas tendrán con aquélla al menos puntos en común).

Los que empezamos a divulgar la ciencia por allá de los años ochenta, bajo el ala protectora de Luis Estrada, teníamos una vida laboral relativamente fácil: gozábamos de un sueldo pequeño pero seguro, pertenecíamos a la Coordinación de Extensión Universitaria de la UNAM (dedicada a la difusión de la cultura, que antes de esto no incluía a la ciencia), y la labor apenas despuntaba en nuestro país. Las ventajas eran evidentes, si contrastamos con el pasado inmediatamente anterior, cuando se consideraba que el trabajo de divulgar, por tratarse de un “pasatiempo”, era obligatoriamente gratuito. Ocupábamos una casa en Coyoacán, que albergaba a nuestra diminuta comunidad, donde todos nos conocíamos. Allí aprendimos a escribir, a redactar noticias, entrevistas y artículos, a participar en ferias y talleres, y algunos dieron

los primeros pasos en dirección a lo que hoy es la aventura museística. Teníamos tiempo para discutir, inventar y experimentar. Se daba por entendido que a divulgar se aprendía sobre la marcha, de modo que no nos preocupaba la definición de nuestra labor puesto que la creábamos día a día. En cuanto a nuestro “perfil profesional”, era tan amplio como diverso: literatos, historiadores, científicos, filósofos y manejadores de medios. Lo que nos unía en el Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia era nuestro interés por comunicar la ciencia.

No llevábamos mucho tiempo de disfrutar tan idílica situación cuando, de la noche a la mañana, pasamos a formar parte de la Coordinación de la Investigación Científica de la misma UNAM. Este cambio dio lugar a una división de nuestra comunidad: sólo los que teníamos un título profesional ocupamos plazas académicas; también propició nuestra expulsión del paraíso, pues fuimos a dar al infierno de los “no investigadores” dentro de un sistema cuyas evaluaciones nos resultaron adversas.

Poco después, como ya mencioné al hablar de la historia de la divulgación en la UNAM, el CUCC asumió un enorme proyecto: la creación de un museo de ciencias. Esto hizo necesario contratar a mucha gente que no necesariamente tenía vínculos profesionales directos con la divulgación. Y al mismo tiempo la comunidad externa, tanto del Distrito Federal como del resto del país, empezó un crecimiento acelerado, ya fuera como parte de las instituciones de enseñanza superior o bien financiada por particulares. Aun en sitios pequeños y remotos se fundó una “casita de las ciencias”; en ciudades grandes y prósperas nacieron museos y centros de ciencia; se lanzaron programas y publicaciones periódicas.

La asociación nacional de divulgadores, la Somedicyt, creada en los momentos de transición entre la etapa de dimensiones minúsculas y la de grandes ambiciones, vio crecer el número de sus socios. El primer congreso nacional de divulgadores tuvo una concurrencia numerosa; pero también fue una prueba incontestable de que el rumbo de la divulgación se había desdibujado. Asistimos (y conforme transcurrieron los siguientes congresos fue más evidente) a una Babel: ya no hablábamos de la misma actividad. Divulgación y enseñanza, periodistas y divulgadores, ciencias naturales y sociales se mezclaban para aflorar en dos preocupaciones constantes: ¿qué es la divulgación y quién debe hacerla?

La respuesta de nuestro guía, el doctor Estrada, fue muy bien recibida: “Que la haga quien quiera, pero que la haga bien”. Mas la ilusión de que todos participábamos de esa amplitud de criterio fue derrumbada

por el sistema de investigación científica con dos soberbias preguntas: ¿dónde están sus doctorados? y ¿dónde publican sus *papers*?

En aquel entonces no había estudios formales en divulgación, ni revistas especializadas en nuestra disciplina; con todo, lo peor fue constatar, como balde de agua fría, que no podíamos, ni siquiera, definir sin ambigüedades en qué consiste divulgar la ciencia. Pero lo que para unos era motivo, si no de insomnio, por lo menos de pérdida de apetito, para otros fue asunto de regocijo: como no había fronteras ni precisiones, cualquiera podía considerarse *divulgador*, aunque no cumpliera con el mínimo establecido por la segunda parte de la respuesta de Estrada. Asistimos entonces a una degeneración conceptual de la labor, a tal grado que el chiste de moda era decir que también era divulgador el que clavaba las mamparas para las exposiciones, pues sin ese trabajo no podía tener lugar el acto de divulgación. (Sobre el problema de la clasificación laboral, ver “El bestiarío de los divulgadores”, de quien esto escribe.)

Espero que con el anterior y mínimo recuento se pueda comprender la importancia de los intentos de definir la divulgación y, por tanto, lo que es un divulgador. No se trata de “encorsetar” una actividad con muchas componentes artísticas, que exige libertad intelectual y amplitud de miras. Pero sin precisiones, ¿cómo se califican entonces los esfuerzos divulgativos?

El documento colectivo “La comunicación de la ciencia como labor académica” (CUCC) hizo algunas aclaraciones al respecto:

...se vuelve ineludible la pregunta de cuáles son las características que debe reunir un comunicador de la ciencia; qué tipo de aptitudes de formación académica y de experiencia profesional resultan idóneas para el desempeño de esta tarea. Como ya se apuntó, no se suelen tener en una sola persona reunidos todos los atributos; son grupos de individuos complementarios los que en general funcionan mejor. Es importante que todos los miembros de un equipo de comunicación de la ciencia sientan un vivo interés por el conocimiento científico, de ahí que es mucho más común encontrar aptitud entre quienes se han formado en licenciaturas en ciencias. Esto no excluye sin embargo que otras formaciones universitarias puedan ser un buen principio. Lo importante es partir de una sólida formación académica y ganar experiencia con la práctica en un medio profesional.

La preocupación por llegar a la claridad en la comunicación escrita es una componente ineludible tanto para la generación de textos para su publicación como para la escritura de guiones base para radio, tele,

audiovisuales y eventos museográficos. Complementario es el manejo de los medios, de aquí la necesidad tanto de profesionales como de técnicos en la integración de los equipos de comunicación de la ciencia.

La profesionalización

El calificativo *profesional* al hablar de la divulgación nos sugiere dos preguntas: ¿acaso los divulgadores no han sido profesionales?, y ¿qué se entiende por tarea profesional? De las respuestas podremos plantear otra, que ya adelantamos en el preámbulo: ¿cuál es el futuro de la divulgación como profesión?

Desde hace por lo menos 100 años, quienes hacen ciencia pertenecen a un conjunto de profesionales, los investigadores científicos; éstos se hallan dedicados por completo a su tarea, han pasado por cierta escuela y cobran por su trabajo; además, están adscritos al sistema académico-administrativo de alguna institución, pública o privada. Este esquema permite, en principio, distinguir a los aficionados, a los seudocientíficos, a los aspirantes, a los buenos científicos y (dicen algunos) a los malos. Entonces ser un profesional se entiende como varias cosas: vivir de este trabajo; dedicarse a él tiempo completo; haber cursado estudios formales; depender de una institución.

Si intentamos el ejercicio anterior con algún literato, es probable que no cumpla con algunas de las premisas anteriores. Son escasos los literatos que viven de escribir literatura; por lo tanto, no pueden dedicarle su tiempo completo; escasamente hay escuelas que enseñen a hacer literatura y mucho menos instituciones que contraten gente para hacerla. Aun así, nadie pondría en duda que Juan José Arreola, por ejemplo, fue un literato profesional. Lo anterior significa que muchos entienden los términos *profesional* y *profesionalizar* tal como aparecen en el diccionario:

Profesional: aplícase al que realiza su trabajo mediante retribución.

Dícese del que ejerce una determinada profesión u oficio con la competencia requerida por oposición al aficionado.

Profesionalizar: convertir en remunerada una actividad que no lo era.

Ejercer habitualmente cualquier actividad.

Entonces, el investigador científico es en efecto profesional en cuanto a que cobra por su trabajo, lo ejerce habitualmente y tiene la competencia requerida. El literato puede entonces, al cumplir algunas de estas tres

cosas (cobrar, ser competente, ejercer habitualmente), considerarse profesional. Nótese que las tres son condiciones necesarias para el investigador; para el literato, sólo alguna de las tres.

¿Cuál es la situación con el divulgador profesional (en contraste con el investigador científico que a veces hace divulgación, a veces cobra por hacerla y a veces es competente)? El divulgador profesional cumple también las tres cosas: sabe hacer su trabajo, a eso se dedica y de eso vive. Entonces, ¿por qué hablamos de *profesionalizar*? ¿Nos estamos refiriendo más bien a constituir la divulgación en el sentido de una carrera, un posgrado? ¿A que sus conocimientos estén avalados por una institución académica? Pero, ¿dónde o por qué se necesita el aval? Creo que este es el meollo de nuestra cuestión.

El problema de la profesionalización se da sólo en el seno de las instituciones de educación superior, donde los estatutos marcan muy claramente los requisitos que han de cumplir las personas a las que se va a contratar, conservar, evaluar y estimular. Esto es absolutamente evidente en la UNAM, donde a los divulgadores se les aplican pautas diseñadas para los profesionales de la investigación científica (la situación descrita por Steve Fuller en “Communication should not be left to scientists”).

Poco después de arrancar el segundo diplomado en divulgación de la ciencia en la UNAM (estoy hablando de 1996), algún colega me preguntó si con el diploma no le estábamos dando al diplomante una especie de “licencia para matar”, en el sentido de que tras muchos años de labor todos sabíamos que una pasada de un año (duración de los cursos) *no* convierte al neófito en divulgador profesional, y que la gente con diploma se sentía “con todos los derechos que a nosotros, los viejos, nos había costado tanto trabajo adquirir”. A esto yo contesté que era una crítica válida, pero no sólo para la divulgación sino para cualquier profesión; que yo esperaba que aun el médico más mediocre hubiera *por lo menos* pasado por la escuela de Medicina. Por otro lado, creo que nadie objetaría que Richard Dawkins sea llamado *divulgador* aunque no haya pasado por ninguna escuela de divulgación; tampoco lo llamaríamos, claro está, *aficionado*. Los buenos divulgadores de otras latitudes no necesariamente ostentan credenciales o cédulas; no siempre tienen sueldos fijos ni pertenecen a un sistema académico-administrativo. Quien los evalúa y sostiene es el público, a quien su labor está dedicada. Porque, de ello estoy convencida, en la divulgación quien *finalmente* juzga es el público (lo que no significa que se desdeñe la evaluación paritaria).

Lo que estamos diciendo es que la divulgación puede ser una profesión en el sentido de “la competencia requerida por oposición al afi-

cionado". Creo que lo que se busca con el término *profesionalización* es quitar la impresión de mucha gente, sobre todo científicos, y no se diga divulgadores, de que la nuestra es una labor trivial; que cualquiera hace divulgación: basta con mostrar un enorme entusiasmo, tratar de comunicarse con el público, atiborrarlo de datos, o aligerarle la digestión de los conceptos utilizando grandes dosis de azúcar "light". De que los rechazados o desertores de las facultades de ciencias tienen el "consuelo" de divulgar. De que los investigadores son divulgadores por nacimiento, y los docentes, por derecho divino. De que nosotros mismos no sabemos quién es quién. Pero esta impresión tan mala, o por lo menos distorsionada aunque muchas veces correcta, no se va a quitar con un diplomado, carrera o maestría; pueden aminorarla, pero no erradicarla. Lo que hizo de los científicos, médicos, o escritores una comunidad *profesional* no fue solamente un estudio formal sino su calidad global y la defensa de sus intereses gremiales, así fuera mediante la "expulsión" justa de miembros que no cumplieran con una cierta definición y un criterio de calidad mínima.

Dice Luis Estrada (Divulgación de la ciencia ¿para qué?): "Creo conveniente señalar algunos riesgos que ahora amenazan a la labor de divulgar la ciencia en nuestros países. El primero es que la improvisación tiende a convertirse en la forma definitiva de laborar. A ello contribuye que muchos creen que quienquiera puede divulgar la ciencia y que esta labor es esencialmente filantrópica. También influye la carencia de escuelas y de otros medios de formación de divulgadores de la ciencia. El segundo es pensar que el manejo de un medio de comunicación es suficiente para realizar la divulgación de la ciencia. No es raro conocer a alguien que cree que basta escribir en un diario para ser periodista científico (como quien piensa que para ser profesor sólo se requiere saber 'técnicas pedagógicas'). El tercero es el abuso del aspecto lúdico de la comunicación de la ciencia. Hay actividades, en especial algunas dedicadas a los niños, en las que, con el pretexto de dar el conocimiento científico como un asunto muy fácil y divertido, todo queda reducido a información trivial."

Cuando un cuerpo o comunidad de divulgadores pueda decir con justicia y conocimiento: "Fulano no es divulgador porque independientemente de que estudió el diplomado, la carrera o la maestría en divulgación y está adscrito y vive de y se dedica a, no tiene calidad", entonces tendremos la profesionalización que creo que estamos buscando. Y así la comunidad tendrá claro que el criterio de profesionalización tiene que ver, en primer lugar, con la competencia requerida, como

en el caso de Arreola y los literatos (aunque médicos, odontólogos e ingenieros requieran legalmente de un papel formal). La profesionalización es, pues, para los divulgadores, ante todo un consenso de mínima calidad (y en esto indudablemente puede ayudar la formación). Creo que entonces la divulgación va a tener un futuro como profesión.

Y ante la preocupación sobre quién responde por la creatividad y la responsabilidad, el criterio y el sentido común, que son cualidades indispensables para un divulgador, y que no son materias que se enseñen en la escuela, la respuesta tendría los mismos alcances que si se hiciera respecto a un médico, a un músico o a un economista.

Pero, ¿cómo evaluar el trabajo de divulgación en general o un producto en particular?

Divulgación y ética profesional

José Luis Carrillo *et al.* (“El ombudsman de los divulgadores de la ciencia”) se preocupan de que la creatividad del divulgador conduce a conflictos con el investigador científico cuando a éste le parece (o sucede en realidad) que las extrapolaciones, interpretaciones y distorsiones divulgativas rebasan el área de validación de la información científica. El auge de la divulgación en México ha propiciado la improvisación, lo que deriva en errores que trastocan los objetivos de la divulgación. Los investigadores, dicen Carrillo y colaboradores, exigen respeto irrestricto a los términos que utilizan, y son muy susceptibles.

Proponen entonces establecer la figura de un “ombudsman” de los divulgadores, un mediador que dirima los conflictos entre divulgadores e investigadores. Sería un defensor de los derechos de ambos y fomentaría la profesionalización de la divulgación. Para sustentar esta figura, se requiere:

- a) Desarrollar un código de ética profesional del divulgador, que le permita ejercer su labor con libertad y responsabilidad.
- b) Establecer una tipología de las diferentes actividades de divulgación.
- c) Promover la conjunción de la técnica empleada para comunicar y el arte de recrear.
- d) Fomentar la formación mediante instrucción formal en distintos niveles.

Las funciones del ombudsman son múltiples: como mediador para dirimir conflictos entre los divulgadores y sus fuentes de información;

como defensor de los derechos inherentes a la libertad de expresión de los divulgadores; promotor de la profesionalización de las actividades divulgativas y del empleo responsable de los medios masivos, y gestor del derecho a la información científica de la sociedad mexicana; como impulsor de la consolidación y el reconocimiento social del trabajo de los diferentes tipos de divulgadores de la ciencia.

Los autores sostienen que son sus pares, basándose en la autoridad moral del ombudsman como divulgador, quienes deben elegirlo. Aquí es (im)prudente preguntar cómo podría juzgarse dicha autoridad.

Martín Bonfil (“Los derechos del divulgador”) contribuye también a la defensa de la profesión: afirma que el divulgador no está obligado a hablar de temas que no le interesen, aunque sean noticia, pues el requisito primordial de todo producto de divulgación no es lo novedoso, sino lo interesante. Pide también libertad para recrear los temas científicos de la forma que al divulgador le parezca más atractiva, pero sin ignorar las críticas de los expertos científicos. Esta independencia implica el derecho a seleccionar sólo la información pertinente para adaptar su mensaje a un cierto público; a tener opinión propia, y a defender la creatividad y la originalidad de su trabajo. Lo anterior debe llevar a que el divulgador sea reconocido como parte de la comunidad científica, pues su labor nace de la ciencia, trabaja por ella y la maneja cotidianamente para compartirla y fomentar su apreciación por parte de la sociedad.

Finalmente, Bonfil menciona que el lento surgimiento de profesionales de la divulgación, lo heterogéneo de la comunidad y la costumbre de los tiempos en que hacer divulgación era una rareza y un favor, propiciaron que se considerara un honor en vez de un trabajo remunerado. Pero trabajar sin pago refuerza el prejuicio de que la divulgación es algo que cualquiera puede hacer en los ratos libres y que no vale tanto como otras actividades más serias.

La evaluación

La palabra *evaluación* se puso de moda tiempo atrás en diversos círculos, un poco por necesidad y otro poco por imitación o adhesión a ciertos compromisos políticos internacionales. Esta ola creciente llegó a las playas intocadas de la divulgación en la UNAM cuando ocurrió la ya mencionada integración de los divulgadores al sistema de investigación científica, después de haber trabajado algunos años en un limbo donde la retroalimentación no existía, donde jamás se hablaba de “productos” y mucho menos de “calificarlos”.

Hay muchas maneras de evaluar un trabajo y, por simple lógica, lo que se suele evaluar son los resultados. La comunidad científica, por ejemplo, tiene muy claro que esos resultados son *papers* publicados en revistas internacionales de reconocido prestigio. Puede haber quienes disientan de que éste sea el mejor criterio, porque se presta a vicios y está plagado de problemas, pero es claro como el agua: ¿cuántos *papers* y en qué revistas publicó la doctora Zutana el año pasado? Tan fácil como saber sumar. La calidad ya fue juzgada por los árbitros, y la trascendencia se contabilizará por el número de citas. Otras consideraciones pasan a segundo término.

Ya se vislumbran entonces los aprietos en que nos coloca a los divulgadores la evaluación del trabajo. Porque aquí también se supone que se han de valorar nuestros productos: videos, artículos, libros, exposiciones, conferencias... que sólo tienen sentido cuando le llegan a un receptor, puesto que el acto de divulgación es eminentemente comunicativo, abierto. ¿Cómo saber si hay calidad, eficacia, trascendencia? Una sugerencia es conocer la respuesta del público.

Somos una comunidad pequeña, pero muy ocurrente. Algunas propuestas han sido contar el número de asistentes a una conferencia sobre cuasicristales y ver cuántos la abandonan antes de que termine; de los que se quedan, cuántos se duermen; de los que se duermen, cuántos roncan. O bien, hacer un pequeño examen disfrazado de encuesta a los grupos escolares que acuden a ver una exposición para saber si entendieron la mitocondria; darles seguimiento a los que “reprobaron la encuesta”, cuántos regresan por más información y cuánto tiempo se detuvieron en la siguiente mampara interactiva. También, hacer concursos con participación obligatoria sobre la lectura de libros o revistas de divulgación. Los resultados pueden ser hasta graciosos: del grupo de adolescentes, ninguno optó por salirse (la conferencista usaba minifalda), nadie se detuvo en la mampara interactiva (no servía el foquito) o todos participaron en el concurso (para tener derecho al examen final de química) leyendo el libro de menos páginas, o el más barato. ¿Cómo evaluar una respuesta contaminada por innumerables factores personales, grupales, de tiempo y circunstancia?

Propongo otra interrogación pertinente: ¿evaluar con qué finalidad? Ésta sólo se puede responder de dos maneras: ¿quiénes son los evaluadores? y ¿cuál fue el objetivo del acto de divulgación? Podremos decir hasta el cansancio que el público es nuestro evaluador último. Sin embargo, cuando los divulgadores, como es el caso de la mayoría en Latinoamérica, dependen de una institución académica, los criterios de

evaluación forzosamente se ajustarán a los vigentes. Una vez eliminado necesariamente el asunto de la publicación de *papers* (pues la evaluación se refiere a los productos de la labor y no a los de la investigación), nos quedan tres puntos: la escolaridad, la producción y la formación de personal. No hay carrera de divulgación en ningún lado y sólo unos cuantos posgrados; ¿dónde se puede ejercer la enseñanza de la divulgación y cuántas tesis es posible dirigir? ¿Cómo documentar una producción que no sólo es escrita, y cómo juzgar su calidad? ¿Cómo considerar a los técnicos y a los promotores?

Si nos ponemos estrictos, ni Richard Dawkins ni Stephen Jay Gould merecen nuestra aprobación porque ni estudiaron divulgación ni han dirigido tesis de divulgación y, para colmos, mucha gente los cuestiona (p. ej., los creacionistas, los seudocientíficos, los que detestan el beisbol o los que no distinguen lo que es una metáfora). Lo único que puede decirse en su favor es que sus libros se venden por montones y que tienen fama mundial: son autores *best seller*. Y este es verdaderamente un criterio objetivo y numérico, que ni la más estricta academia rechazaría en materia de divulgación... ¿O sí? Tal vez debamos dejar de dar conferencias, producir programas y realizar exposiciones: es preciso escribir libros de divulgación y venderlos como pan caliente. Pero desafortunadamente, sabemos que calidad y cantidad no necesariamente van de la mano.

Luis Estrada se cuestiona algunos de estos puntos en *Acerca de la evaluación de la labor de divulgación de la ciencia*, empezando por quiénes son los divulgadores. "La divulgación es una labor muy vasta, tanto por sus temas como por las actividades necesarias para realizarla. Como consecuencia, hay muchos tipos de divulgadores, lo cual complica mucho los esfuerzos para evaluarla con unos cuantos criterios. [...] Cada uno ha hecho algo por la divulgación y tiene su lugar en el amplio espacio de la labor, de modo que sería injusto etiquetarlas de manera única, lineal y jerárquica. Es preciso evaluar a la gente de forma profunda y dejar fuera la inercia burocrática y de moda neoliberal. La divulgación es múltiple y plural por lo que es impropio buscar el modelo ideal del divulgador."

Parte del interés por evaluar es justificar la asignación de salarios, añade Estrada, y también, que se valore el trabajo. No olvidemos que la divulgación está considerada como una actividad de "escaso valor académico".

Respecto a la profesionalización, desde que esta actividad empezó a generalizarse los divulgadores hemos aspirado a que nuestro trabajo

sea aprovechado, reconocido y remunerado, como lo es en otras profesiones. Además, la lucha por el reconocimiento se da en un medio muy viciado. El significado del ejercicio profesional en nuestro país es muy ambiguo y elástico y es usual querer fijarlo sólo con formalidades. Por ello teme Estrada que el aval para divulgar sea sólo un título profesional o papeles semejantes. ¿Se adquiere así prestigio? ¿Mejorará la divulgación si está “certificada” por alguna gran institución o si está inscrita en algún padrón de excelencia?

Las cosas no mejoran aplicando recetas, y menos cuando éstas son para juzgar a la gente. Las propuestas concretas de Estrada son:

1. En la divulgación, como en otras actividades humanas, lo que hay que valorar es la obra.
2. Recordar que para opinar acerca de algo hay que conocerlo (la importancia no proviene de que todo el mundo lo cite).
3. Escuchar y tener en cuenta la “opinión pública”, donde “público” incluye al gremio.
4. Las comisiones evaluadoras deben ser representativas y conocer bien el campo para que sean confiables.
5. Distinguir prudentemente entre trabajos, méritos, títulos y salario.

José Antonio Chamizo (“Apuntes sobre la evaluación de la divulgación de la ciencia”) habla de las funciones de la universidad: investigación, enseñanza y difusión. La investigación, recalca, se evalúa desde hace algún tiempo de manera exitosa: por artículos en revistas extranjeras indexadas y su número de citas. La docencia no sólo no es teniendo en cuenta para los investigadores, sino que los docentes de tiempo completo no tienen cabida en el sistema que regula a los primeros. No se sabe evaluar ni la docencia ni la divulgación o, si se sabe, no se hace de manera sistemática, como sucede con la investigación. Por ello, la actividad académica se ha reducido a esta última, al grado de que es la que predominantemente se evalúa en premios, estímulos y promociones.

Así, docencia y divulgación se encuentran en un círculo vicioso: pobres resultados, baja valoración. A pesar de ser funciones sustantivas, dedicarse a ellas como actividad principal se entiende como incapacidad de hacer investigación. Sin embargo, para hacer bien la divulgación hay que evaluarla, afirma Chamizo, y para ello hay que considerar lo siguiente:

- a) La divulgación es una actividad académica.

- b) Se debe evaluar a partir de textos.
- c) Los productos de divulgación requieren de tres etapas: conceptualización, documentación y producción, las dos primeras generalmente individuales, y la última colectiva. Sólo pueden evaluarse la segunda y la tercera.
- d) Los productos de divulgación son muchos y variados.
- e) Se deben caracterizar estándares de calidad de los diferentes productos para reconocer los atributos que comparten y así generar indicadores de calidad. Si, como en la investigación, los criterios son internacionales, hay que adoptarlos.
- f) Para su más transparente evaluación, el producto de divulgación debe tener una intencionalidad manifiesta, dirigirse a un público específico y tener un impacto reconocible. Sin esto claro, evaluar no tiene sentido. Además así se reconocen de manera explícita parámetros para la evaluación.
- g) Los principales evaluadores son los pares; como los investigadores, los divulgadores deben ser los encargados de evaluarse a sí mismos. Entender el tema (evaluado por un experto), saber utilizar los medios de comunicación (evaluado por otro experto) para lograr la traducción de un lenguaje especializado a otro accesible y atractivo.

Patricia Magaña (“La evaluación de las revistas de divulgación”) advierte que los divulgadores sentimos rechazo hacia la evaluación: nos cuestionamos si los procedimientos burocráticos institucionales nos ayudan o nos limitan. “La evaluación de la divulgación es un cuello de botella, debido al curso que ha tomado este proceso en las instituciones de educación superior: ¿qué evaluar, cómo evaluar, quién evalúa, cuándo decir que un proyecto se ha consolidado, cómo estimar su impacto social?”.

Magaña menciona igualmente la percepción institucional de que es una actividad de menor valor y que requiere poca formación, al contrario de la investigación. Sin embargo, dice, se ha mostrado ya que nuestro trabajo más que ser informativo tiene que ver con el desarrollo de un indispensable espíritu crítico en la sociedad. Esto es un reto que requiere inteligencia y creatividad.

La autora propone lineamientos generales para evaluar el trabajo de divulgación: remuneración decorosa, mayor valor curricular al trabajo, considerar profesionales del campo independientemente de su formación académica a todos aquellos que posean una trayectoria reconocida; otorgar mayores recursos económicos para el desempeño de este tra-

bajo, iniciar un programa para obtener un grado en divulgación. (Esta última propuesta ya ha sido atendida desde 2003 en el Posgrado en Filosofía de la Ciencia de la UNAM.)

César Carrillo *et al.* (“Divulgación: devaluación, evaluación”) dicen que quienes gobiernan y deciden salarios y criterios de evaluación asignan un pobre lugar a la difusión de la ciencia, lo que puede deberse a muchas causas: económicas (gastar en divulgación no reedita directamente), políticas (es necesario mantener al pueblo ignorante para poder dominarlo), pragmáticas (no apoyar a lo que no tenga productos aplicables), académicas (la divulgación le quita tiempo y dinero a la investigación básica), etcétera.

Los autores reiteran que la constante es la indiferencia o el franco desprecio hacia la divulgación. Si la dedicación a esta labor es parcial u ocasional o si es un oficio o vocación, el problema es el mismo: la necesidad de elaborar criterios de evaluación que valoren el trabajo de manera adecuada.

Señalan puntos esenciales para conformar una propuesta nacional, que sólo puede surgir de los propios divulgadores:

1. Atacar la idea de que la divulgación no es importante.
2. Exigir una evaluación y una remuneración decorosas para los que consagran a la divulgación parte de su tiempo, y con mayor razón tiempo completo.
3. Que se consideren como profesionales en este campo, independientemente de su formación académica, a todos los que posean una trayectoria reconocida.

Es prácticamente imposible definir de manera objetiva la calidad o la originalidad de un producto de divulgación; además, de poderse, seguramente diferirían los criterios de la academia y del público. El ideal sería contar con un sistema de evaluación donde intervengan la crítica especializada (la ciencia y los medios) y el público, más a la manera de las artes. Con todo, Julia Tagüeña y quien esto escribe han hecho una propuesta para que se reconozca la divulgación de la ciencia como labor profesional de tiempo completo y en igualdad de valoración que la investigación y la docencia. Para ser justas con la comunidad, las autoras de la propuesta refieren que los intentos, teóricos y prácticos, para evaluar a los divulgadores de la ciencia han sido numerosos, y que su propuesta tiene en cuenta las diversas opiniones y tradiciones.

Dicha propuesta parte de que las actividades prioritarias de los divulgadores (en contraposición a los investigadores) están ordenadas como sigue: *a)* realización de actividades y productos de divulgación; *b)* formación de recursos humanos especializados en divulgación; *c)* investigación de la divulgación como objeto de estudio. Hace también hincapié en que otra característica de la labor de divulgación es que a menudo se realiza en equipo multidisciplinario (como sucede, p. ej., en un museo); aun así, la evaluación en estos casos será individual y justificada en el contexto de un proyecto institucional. Se considerarán dos grandes líneas multidisciplinarias: la temática o contenido científico y los medios de comunicación.

Así pues, los criterios fundamentales para evaluar son la productividad del divulgador, tanto en la calidad de sus trabajos como en su contribución a la formación de profesionistas, profesores e investigadores de la divulgación, así como la contribución de sus actividades de divulgación al desarrollo de la cultura científica de México.

La calidad de la producción se valora en términos de lo siguiente:

- a)* La originalidad de los trabajos.
- b)* El impacto de los productos de divulgación.
- c)* El liderazgo y reconocimiento nacional e internacional.
- d)* El valor y los beneficios que aporten los productos obtenidos a través de los proyectos realizados.
- e)* La pertinencia de los productos y proyectos de divulgación para la institución donde se efectúan.

La evaluación de los divulgadores se sustenta en los elementos que a continuación se mencionan:

1. La creatividad y originalidad de los trabajos, así como la condición de liderazgo del divulgador en la autoría de las publicaciones.
2. La consolidación de una línea (temática o de medios) de divulgación
3. La consolidación de un tema de investigación en divulgación.
4. Criterios cualitativos, tales como son, entre otros, la trascendencia demostrada de la divulgación realizada; la repercusión y el prestigio nacional o internacional de las publicaciones en que han aparecido los trabajos, o de los lugares donde han tenido lugar las actividades; el tipo de reseñas y citas a las publicaciones y a las actividades de divulgación.
5. La formación de divulgadores y la participación en tareas educativas en esta especialidad.

6. Las condiciones regionales, institucionales y de infraestructura bajo las cuales se realiza el trabajo de divulgación, y la pertinencia de éste para la institución.
7. La relación entre el trabajo de divulgación fundamental y el resto de las actividades académicas realizadas.

La propuesta termina con un listado amplio de lo que se considera “productos de divulgación”:

- a) Publicaciones (libros de divulgación; artículos de divulgación publicados en revistas de calidad nacional con arbitraje; capítulos de libros de divulgación; ensayos de divulgación; ediciones críticas; reseñas; antologías; compilaciones; traducciones, artículos periódicos).
- b) Asesorías especializadas en las líneas de divulgación.
- c) Conferencias impartidas (transcritas o evaluadas presencialmente por expertos).
- d) Guiones (teatrales, radiofónicos, museográficos, audiovisuales, multimedia).
- e) Guías, cédulas y catálogos museográficos.
- f) Reportes escritos de planeación y resultado de exposiciones y diseño de equipos y de programas de cómputo.
- g) Reportes escritos de diseño de materiales pedagógicos para divulgación y de planeación de actividades públicas extensivas de divulgación.

Se consideran también las publicaciones resultado de la investigación de la divulgación. Sobra decir que los criterios de esta propuesta, de la cual únicamente hemos extraído algunos puntos, sólo se han aplicado parcialmente, de modo que habría que esperar un tiempo prudente para juzgar su pertinencia, perfeccionarla, o emitir una propuesta alternativa. Dicho con otras palabras y sin afán jocosos, es necesario evaluar la propuesta de evaluación, en lo que se antoja un trabajo de largo alcance.

Si los lectores coligen que tal vez nos preocupa exageradamente a los divulgadores la percepción que la sociedad y las instituciones tienen de nuestra labor, hemos de responder que dicha inquietud está bien fundada porque practicamos el “oficio del cohetero”, y debemos responsabilizarnos ante ciencia, arte y público; ante la comunidad, la academia y las generaciones nuevas; pero sobre todo, ante nosotros mismos.

RECAPITULACIÓN

Este libro es como una colcha hecha de parches de todos colores, texturas y tamaños; los he colectado uno por uno a lo largo de muchos años, a partir del trabajo de mis colegas y alumnos, sin los cuales simplemente no habría colcha. (Por supuesto, las deficiencias de confección sólo pueden achacarse a mí.) Los motivos se repiten: son circulares, en su mejor acepción, o más bien espirales; las preguntas y las propuestas se retoman y unas pretenden responder a otras, dando lugar a más interrogantes. Aunque pueda parecer obvio, cabe decir que me era imposible utilizar todos los parches en existencia; he tenido que seleccionar los necesarios y suficientes para elaborar una colcha de buen tamaño pero sin pretender cobijar al universo entero de la divulgación.

Me encuentro en una generación ensandwichada: entre mis maestros, particularmente Luis Estrada, quienes partieron de cero y todo lo hicieron a mano, y mis alumnos, que tienen a su disposición herramientas de todo tipo. Viendo hacia atrás, el horizonte era prometedor puesto que todo estaba por construirse; hoy lo es en otro sentido, pero la continuidad de la profesión está en juego. Me preocupa su banalización y su politización extrema, situaciones ambas donde la ciencia, que es su motivo de existir, se diluye hasta casi desaparecer. Es una profesión mediadora, lo que se ha confundido con medianía. Esto me inquieta porque, de todas las profesiones posibles, la divulgación es la más demandante, completa y hermosa; es la más satisfactoria, emocionante y difícil, pues no sólo sirve a la sociedad, sino que, al hacerlo, la subvierte. Es tan vieja como los diálogos galileanos y tan joven como los museos de ciencia interactivos. Transita en la cuerda floja, entre la libertad y la exactitud, sobre un foso de cocodrilos que es el paralizante clima actual de la corrección política (¡ya no científica!).

Pero de la divulgación lo que más me entusiasma y me representa un reto es su naturaleza creativa, el hecho de que no haya un “producto característico de divulgación” salido de una máquina que surte recetas, y que puedan participar en ella tantas disciplinas como disposiciones. Por lo mismo, no hay un “divulgador típico” ni una “formación ortodoxa”. A menudo, como ya mencionamos, la labor ni siquiera es individual, sino colectiva, y la participación de cada miembro de un equipo no hace más que reproducir hasta el infinito, como en un juego de espejos, los problemas enfrentados.

Y para terminar de hilvanar esta modesta colcha diré, aunque sea evidente, que el color predominante en ella es lo literario; mi justificación es endeble, pues se trata de una inclinación personal. Si mis colegas y mis alumnos, con todo derecho, desaprobaran la inclusión de sus materiales para fabricar un edredón cuyo aspecto final no comparten, les pediría benevolencia: sólo se trata de un probado caso de vista deficiente.

BIBLIOGRAFÍA

- ALARCÓ, Antonio y Dolores Meneses (eds.). *Comunicación y ciencia*. II Congreso Nacional de Periodismo Científico, Fundación Canaria, Tenerife, 2000.
- ALCÍBAR, Miguel. "De agujeros, espirales inmortales y guerreros: una aproximación al estudio de la metáfora en ciencia y divulgación científica", *Cauce. Revista de filología y su didáctica*. Núms. 22-23, 1999-2000.
- ANAYA, René. "La formación del periodista científico". Foro de Consulta sobre Divulgación Científica y Tecnológica, Conacyt, México, 2001.
- BATTANER, Enrique. "Es necesario mejorar la percepción pública de la ciencia", *Periodismo científico*. Núm. 41, Madrid, 2002.
- BERRUECOS, Lourdes. El discurso explicativo en la divulgación científica. Inédito, s/f.
- _____. "Las dos caras de la ciencia: representaciones sociales en el discurso", *Revista iberoamericana de discurso y sociedad*. Vol. 2, núm. 2, Gedisa, Barcelona, 2000.
- _____. "Sobre la terminología científica: su empleo y reformulación en el lenguaje cotidiano", *Signos literarios y lingüísticos*. IV, 1 (ene-jun), UAM, México, 2002.
- _____. Le clonage: une analyse sémiolinguistique du discours de vulgarisation scientifique au Mexique. Tesis de doctorado, 2004.
- _____. Del discurso didáctico al discurso de divulgación de la ciencia. Inédito, s/f.
- BETANCOURT, Julián. "La formación del divulgador científico", *Divulgación científica, memoria del encuentro nacional de Sinaloa*. SEP/Conacyt, México, s/f.
- BLAIR BOLLES, Edmund (ed.). *Galileo's commandment, an anthology of great science writing*. W. H. Freeman, Nueva York, 1997.

- BOLAÑOS, Bernardo. *Argumentación científica y objetividad*. DGEP/UNAM, México, 2002.
- BONFIL, Martín. "La divulgación científica y la enseñanza de la ciencia: el compromiso hace la diferencia", *Memorias del II Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia*. Somedicyt, México, 1992.
- _____. "La divulgación de la ciencia como difusión cultural", *Memorias del V Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia*. Somedicyt, México, 1995.
- _____. "El dilema del divulgador: ¿divulgar la filosofía de la ciencia?", *Memorias del XII Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia*. Somedicyt, México, 2003.
- _____. "Los derechos del divulgador", *Antología*.
- _____. "Por una cultura científica". IPN, México, s/f.
- BREAKWELL, Glynis y Toby Robertson. "The gender gap in science attitudes, parental and peer influences: changes between 1987-88 and 1997-98", *Public Understanding of Science*. 10, 1, Universidad de Bath, 2001.
- BROCKMAN, John. *The Third Culture*. Simon & Schuster, Nueva York, 1996.
- BROKS, Peter. *Understanding popular science*. Open University Press, Londres, 2006.
- BRONOWSKI, Jacob. *The Common Sense of Science*. Harvard UP, Cambridge, 1981.
- BURGOS, Estrella. "El sentido de la divulgación de la ciencia", *Memorias del I Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia*. Somedicyt, México, 1991.
- BUSTOS, Eduardo de. "Las metáforas científicas y el realismo semántico", *Arbor*. Febrero, Madrid, 1991.
- CALDWELL, Mark. "The Science of Fiction", *Discover*. Marzo, 1997.
- CALVO HERNANDO, Manuel. "Situación, problemas y perspectivas de la divulgación científica", *Arbor*. Núm. 231, Madrid, 1965.
- _____. "Realidad de la ciencia-ficción", *Futuro-presente*. Enero-febrero, Madrid, 1976.
- _____. *Ciencia y periodismo*. CEFI, Barcelona, 1990.
- _____. "Ciencia y comunicación en una sociedad democrática", *Arbor*. Vol. CXL, Madrid, 1991.
- _____. Generalidades del periodismo científico, comunicación e información. Seminario Nacional de Periodismo Científico. Tegucigalpa, 1993.
- _____. Problemas del periodismo científico. Seminario Nacional de Periodismo Científico, Tegucigalpa, 1993.
- _____. "¿Es posible popularizar el conocimiento?", *Estratos Comunicación*. Verano, Madrid, 1995.
- _____. "La divulgación de la ciencia, un instrumento al servicio de la democracia y el equilibrio cultural", *Red-POP. Reflexiones y realidades*. Bogotá, 2001.

- _____. "Objetivos de la divulgación de la ciencia", *Chasqui*. Núm. 60, Quito, 1997.
- _____. *Manual de periodismo científico*. Bosch Casa Editorial, Barcelona, 1997.
- _____. "Estilo para divulgadores científicos", *Chasqui*. Núm. 62, Quito, 1998.
- _____. Decálogo del divulgador de la ciencia. Inédito, 1999.
- _____. *El nuevo periodismo de la ciencia*. CIESPAL, Quito, 1999.
- _____. "El periodismo debe buscar vías para el desarrollo autóctono", *Revista Universidad Cooperativa de Colombia*. Núm. 73, Medellín, 2000.
- _____. "Estrategias para comunicar el conocimiento" (1, 2, 3, 4, 5), *ACTA (Autores científicos-técnicos y académicos)*. Núm. 19, Madrid, 2001.
- _____. "La divulgación de la ciencia como objeto de investigación", *Arbor*. Núm. 601, Madrid, 1996.
- _____. Nuevo decálogo de la divulgación. Inédito, 2001.
- _____. "Metáfora y divulgación", *Periodismo científico*. Núm. 48 (may-jun), Madrid, 2003.
- _____. *Divulgación y periodismo científico: entre la claridad y la exactitud*. Col. Divulgación para Divulgadores, DGDC/UNAM, México, 2003.
- _____. *Periodismo científico y divulgación de la ciencia*. ACTA/CEDRO, Madrid, 2005.
- CAREY, John (ed.). *The Faber Book of Science*. Faber and Faber, Londres, 1995
- CARRILLO, César. "La divulgación de la ciencia en un mundo fragmentado", *Ciencias*. Núm. 46, México, 1997.
- CARRILLO, César et al. "Divulgación: devaluación, evaluación", *Memorias del I Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia*. Somedicyt, México, 1991.
- CARRILLO, José Luis et al. "El ombudsman de los divulgadores de la ciencia", *Educación 2001*. Septiembre, México, 2002.
- CASSANY, Daniel et al. "La transformación divulgativa de redes conceptuales científicas. Hipótesis, modelo y estrategias", *Revista iberoamericana de discurso y sociedad*. Vol. 2, núm. 2, Gedisa, Barcelona, 2000.
- CASTILLO, Alicia. El investigador en comunicación de la ciencia (observaciones al documento presentado en el CTIC). Inédito, 2006.
- CEREIJIDO, Marcelino. "México ha logrado desarrollar una investigación excelente, ahora debería desarrollar la ciencia, cambio cultural que constituye un reto formidable a sus divulgadores", *Memorias del V Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia*. Somedicyt, México, 1995.
- _____. *¿Por qué no tenemos ciencia? Siglo XXI*, México, 1997.
- _____. "El vulgo para el que se divulga", *Antología*.
- CIAPUSCIO Guiomar. "Hacia una tipología del discurso especializado", *Revista iberoamericana de discurso y sociedad*. Vol. 2, núm. 2, Gedisa, Barcelona, 2000.

- COOTER, Roger y Stephen Pumfrey. "Separate spheres and public places: reflections on the history of science popularization and science in popular culture", *History of Science*. Vol. XXXII, Cambridge, 1994.
- COSNET. *Experiencias de la divulgación de tecnología y ciencia en México*. SEP, México, 1986.
- CRUZ, Javier. "La ciencia del periodismo de ciencia", *Antología*.
- CUCC. Aspectos de investigación en la comunicación de la ciencia. Inédito, 1988.
- _____. "La comunicación de la ciencia como labor académica" (versión posterior de "Aspectos de investigación en la comunicación de la ciencia"). 1988.
- CUEVAS, Consuelo. "Historia y divulgación de la ciencia en México", *Antología*.
- CURTIS, Ron. "Narrative form and Normative Force: Baconian Story-Telling in Popular Science", *Social Studies of Science*. Vol. 24, núm. 3, Londres, 1994.
- CHAMIZO, José Antonio. "Apuntes sobre la evaluación de la divulgación de la ciencia", *Antología*.
- CHÁVEZ ARREDONDO, Nemesio (comp.). *Todo por saber, textos de cultura científica*. DGDC/UNAM, México, 1998.
- DALLANHOL, Heloisa. "Los diez mandamientos del divulgador de la ciencia", *Revista latina de comunicación social*. Núm. 21 (septiembre), Universidad de La Laguna, Tenerife, 1999.
- DAWKINS, Richard. *Unweaving the Rainbow*. Houghton Mifflin Co, Nueva York, 1998.
- DIXON, Bernard. *From Creation to Chaos*. Basil Blackwell, Oxford, 1989.
- DJERASSI, Carl. *El gambito de Bourbaki*. FCE, México, 1996.
- _____. *NO*. FCE, México, 1996.
- _____. *El dilema de Cantor*. FCE, México, 1997.
- _____. *La semilla de Menachem*. FCE, México, 2001.
- _____. *Inmaculada concepción furtiva*. FCE, México, 2002.
- DUARTE, Javier. Da divulgação científica à Comunicação Científica. Inédito, s/f.
- DUHNE, Martha. "La divulgación de la ciencia a través de la televisión. Reflexiones sobre la producción en México", *Antología*.
- DURANT, John. "Divulgación científica en una era escéptica", *Divulgar la ciencia*. Ediciones Eunat, Pamplona, s/f.
- DURRANI, Martin. "Physicists must learn to love the public", *Physics World*. Diciembre, 1999.
- EAGLETON, Terry. *Una introducción a la teoría literaria*. FCE, México, 1988.

- ECHEVERRÍA, Javier *et al.* *Percepción social de la ciencia y la tecnología en España*. FECYT, Madrid, 2003.
- ENSCOT. *European Science Communication Workshop*. Londres, 2002.
- ESTRADA Luis. "La comunicación de la ciencia", *Omnia*. Diciembre, México, 1987.
- _____. La divulgación de la ciencia en el Subsistema de la Investigación Científica de la UNAM. Inédito, 1990.
- _____. "Divulgación de la ciencia: algunas definiciones necesarias", "La divulgación de la ciencia", *Ciencias*. Núm. 27, México, 1992.
- _____. Acerca de la evaluación de la labor de divulgación de la ciencia. Manuscrito inédito, 1996.
- _____. La divulgación de la ciencia como labor cultural. Inédito, s/f.
- _____. Lenguaje científico y lenguaje común. Inédito, s/f.
- _____. Divulgación de la ciencia ¿para qué? Inédito, s/f.
- _____. Los clásicos de la divulgación. Inédito, s/f.
- ESTRADA, Luis *et al.* *La divulgación de la ciencia*. Cuadernos de Extensión Universitaria, UNAM, México, 1981.
- ESTRADA, Luis *et al.* Por una cultura científica. Inédito, 1977.
- FAYARD, Pierre. *La communication scientifique publique*. Chronique Sociale, Lyon, 1988.
- _____. *La comunicación pública de la ciencia*. Col. Divulgación para Divulgadores, DGDC/UNAM, México, 2005.
- FEHÉR, Marta. "Acerca del papel asignado al público por los filósofos de la ciencia", J. Ordóñez y A. Elena (comps.). *La ciencia y su público*. CSIC, Madrid, 1990.
- FERNÁNDEZ BEAUMONT, José. "La codificación de los mensajes científicos", *Arbor*. Vol. CXXXVI, núms. 534-535, Madrid, 1990.
- FERRER, Argelia. *Periodismo científico y desarrollo*. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela, 2003.
- FERRIS, Timothy (ed.). *The Best American Science Writing*. The Ecco Press, Nueva York, 2001.
- FEYERABEND, Paul. *Against Method*. Verso, Londres, 1975.
- FLASTE, Richard (ed.). *The New York Times Book of Science Literacy*. Times Books, Nueva York, 1991.
- FLORES, Javier. "La difusión puede ser pieza clave de las políticas públicas". Foro sobre Divulgación Científica y Tecnológica, Conacyt, México, 2001.
- FRANKLIN, Jon. "The End of Science Writing". The Alfred and Julia Hill Lecture, Universidad de Tennessee, 1997.
- FULLER, Steve. "Communication should not be left to scientists", *Nature*. Vol. 416, 2002.

- GADAMER, H. G. *Verdad y método: Fundamentos de una hermenéutica filosófica*. Ediciones Sígueme, Barcelona, 1977.
- GARCÍA BERGUA, Alicia. "La divulgación por escrito", *Naturaleza*. Núm. 5, México, 1983.
- GARDNER, Martin (ed.). *The Sacred Beetle and other Great Essays in Science*. Prometheus Books, Nueva York, 1984.
- GIORDAN, André (coord.). "A propos de micro-ondes ou l'impertinence scientifique" en *Diffusion et appropriation du savoir scientifique: enseignement et vulgarisation*. Comptes rendus des 3 Journées Internationales sur l'Education scientifique, Chamonix, 2-4 février, Université de Paris VI, UER de Didactique des disciplines, París, 1981.
- GLEICK, James (ed.). *The Best American Science Writing*. The Ecco Press, Nueva York, 2000.
- GLYNN, Shawn y Denise Muth. "Reading and Writing to Learn Science: Achieving Scientific Literacy", *J. of Research in Science Teaching*. Vol. 31, núm. 9, 1994.
- GOLDSMITH, Maurice. *The Science Critic*. Routledge & Kegan Paul, Londres, 1986.
- GOODFIELD, June. *Reflections on Science and the Media*. American Association for the Advancement of Science, Washington, 1981.
- GOULD, Stephen Jay. *Full House*. Harmony Books, Nueva York, 1996.
- GREGORY, Jane y Steve Miller. "The Public Understanding of Science", *Handbook of Science Communication*. Plenum, Nueva York, 1998.
- GROSS, Paul y Norman Levitt. *Higher Superstition*. Johns Hopkins UP, Baltimore, 1994.
- GUILLÉN, Fedro Carlos. "Problemas en la transmisión de conocimientos científicos: tres ejemplos históricos", *Memorias del II Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia*. Somedicyt, México, 1992.
- HALDANE, J. B. S. "Cómo escribir un artículo de divulgación científica", *Prenci*. Año 7, núm. 68, México, 1986.
- HARTZ, Jim y Rick Chappell. *Mundos separados*. Col. Divulgación para Divulgadores, DGDC/UNAM, México, 2002.
- HAYES, John y Linda Flower. "Identifying the Organization of Writing Processes", L. W. Gregg y E. R. Steinberg (eds.). *Cognitive Processes in Writing*. Erlbaum, Nueva Jersey, 1980.
- HERNÁNDEZ, Gerardo. "Divulgación de la ciencia", L. Estrada (coord.). *La divulgación de la ciencia: ¿educación, apostolado o...?* DGDC/UNAM, México, 2003.
- HERRERA, Susana. "La profesionalización de la comunicación pública de la ciencia: hacia la construcción de un campo académico". XIII Congreso Nacional de Divulgación, Somedicyt, México, 2004.
- HOLTON, Gerard. *La imaginación científica*. FCE, México, 1988.

- HUTCHINS, Robert y Mortimer Adler (eds.). *Gateway to the Great Books*. 8, Natural Science, Encyclopaedia Britannica, Chicago, 1963.
- INTXAUSTI, AURORA. "La literatura surge por emociones", entrevista a Valerio Manfredi, www.elpais.com, 2007.
- ÍSITA, Rolando. "Divulgación persuasiva de la ciencia", *Antología*.
- JACOBI, Daniel y Bernard Schiele (dir.). *Vulgariser la science. Le procès de l'ignorance*. Presses Universitaires de France, Champ Vallon, 1988.
- JACOBI, Daniel. *La communication scientifique (discours, figures, modèles)*. Presses Universitaires de Grenoble, Grenoble, s/f.
- _____. *Textes et images de la vulgarisation scientifique*. Peter Lang, Berna, 1987.
- JORDANOVA, Ludmilla. *Languages of nature: critical essays on science and literature*. Free Association Books, Londres, 1986.
- JURDANT, Baudouin. "Vulgarisation Scientifique et idéologie", *Communications*. Núm. 8, 1969.
- _____. "Popularization of science as the autobiography of science", *Public Understanding of Science*. Núm. 2, Londres, 1993.
- KELLY, Jean *et al.* "Straight/Narrative? Writing Style Changes Reader's Perceptions of Story Quality", *Newspaper Research Journal*. Vol. 24, núm. 4, 2003.
- KELLY, Kevin. "The Third Culture", *Science*. Vol. 279, núm. 5353, 1998.
- KILLIAN, James. *Sputnik, Scientists and Eisenhower*. MIT Press, Cambridge, 1977.
- KNIGHT, David. *The Age of Science*. Basil Blackwell, Nueva York, 1986.
- LASZLO, Pierre. *La vulgarisation scientifique*. Presses Universitaires de France, París, 1993.
- LEROY, Iván. *Comunicación científica*. Nuevo Siglo, México, 2002.
- LEWENSTEIN, Bruce. "Who Produces Science Information for the Public?", *Free-Choice Science Education*. Columbia University, 2001.
- LIAKOPOULOS, Miltos. "Pandora's Box or Panacea? Using metaphors to create the public representations of biotechnology", *Public Understanding of Science*. Núm. 11, Londres, 2002.
- LIGHTMAN, Alan. "La ciencia en la literatura", *Arbor*. Vol. CXL, Madrid, 1991.
- LÓPEZ BELTRÁN, Carlos. "La creatividad en la divulgación de la ciencia", *Naturaleza*. Vol. 14, núm. 5, México, 1983.
- _____. "Vasos comunicantes", *Memoria del V Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia*. Somedicyt, México, 1995.
- _____. "Fronteras: sobre el lenguaje común y el lenguaje científico", *Antología*.
- _____. *La ciencia como cultura*. Paidós, México, 2005.
- LOZANO, Mónica. *Programas y experiencias en popularización de la ciencia y la tecnología*. CAB, Bogotá, 2005.

- MAGAÑA, Patricia. "La evaluación de las revistas de divulgación", *Antología*.
- MARCOS, Alfredo y Fernando Calderón. "Una teoría de la divulgación de la ciencia", *Revista colombiana de filosofía de la ciencia*. Núms. 6-7, Bogotá, 2002.
- MÁRQUEZ, Ernesto. "Líneas para un plan nacional de divulgación de la ciencia en México", *Antología*.
- MARTÍNEZ, J. R. (comp.). *La literatura como vehículo de comunicación de la ciencia*. Cuadernos de Divulgación Científica, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Editorial Universitaria Potosina, México, 1995.
- MARTÍNEZ, J. R. *et al.* El paradigma como base para el estudio de la divulgación escrita. Inédito, s/f.
- MASSARANI, Luisa (org.). *O Pequeno Cientista Amador*. Casa da Ciência, Universidad Federal de Río de Janeiro, Río de Janeiro, 2005.
- MASSARANI, Luisa *et al.* (org.). *Ciência e Público*. Casa da Ciência, Universidad Federal de Río de Janeiro, Río de Janeiro, 2002.
- MATA, Rodolfo. *Las vanguardias literarias latinoamericanas y la ciencia*. UNAM, México, 2003.
- MEADOWS, A. J. y M. M. Hancock-Beaulieu. "La selección de la información científica por los medios de comunicación de masas", *Arbor*. Vol. CXL, Madrid, 1991.
- MÉNDEZ ACOSTA, Mario. "La cultura científica, base de un nuevo humanismo", *Antología*.
- MENESES, María Dolores. "Periodismo de actualidad, información y divulgación", *Comunicación y ciencia*. Fundación Canaria, Tenerife, 2000.
- MILLER, David. "Introducing the 'gay gene': media and scientific representations", *Public Understanding of Science*. Núm. 4, Londres, 1995.
- _____. "Being an Absolute Skeptic", *Science*. Junio, 1999.
- MONTES, Graciela. *La frontera indómita*. FCE, México, 1999.
- MONTGOMERY, S. L. *The Chicago Guide to Communicating Science*. The University of Chicago Press, Chicago, 2003.
- MOROWITZ, Harold. *La termodinámica de la pizza*. Gedisa, Barcelona, 1998.
- MORTUREUX, Marie-François. "La vulgarisation scientifique. Parole médiane ou dédoublée", Daniel Jacobi, *La communication scientifique (discours, figures, modèles)*. Presses Universitaires de Grenoble, Grenoble, s/f.
- NELKIN, Dorothy. *Selling Science*. W. H. Freeman, Nueva York, 1987.
- NEGRETE, Aquiles. "Science via fictional narratives: communicating science through literary forms", *Ludus Vitalis*. Vol. 10, núm. 18, 2002, pp. 197-205.
- _____. y Cecilia Lartigue. "Learning from education to communicate science as a good story", *Endeavour*. Vol. 28, núm. 3, 2004.

- NEMEROV, H. *On Metaphor*. Sheldon Sacks (ed.), Universidad de Chicago, Chicago, 1979.
- OLIVÉ, León. *El bien, el mal y la razón*. UNAM/Paidós, México, 2000.
- PALACIOS, Joaquín. "La comunicación de la ciencia como un fenómeno de transporte", *Contactos*. Núm. 29, México, 1998.
- PAPADIMITRIOU, Christos. "MythematiCS: In Praise of Storytelling in the Teaching of Computer Science and Math". ITICSE, Berkeley, 2003.
- PIMENTEL, Luz Aurora. *El relato en perspectiva*. Siglo XXI/UNAM, México, 2002.
- POLLOCK, John y David Steven. "Now for the science bit –concentrate!" River Path Associates, 1997.
- POTTLE, Jean L. "Good Science, by George!", *Science Scope*. (Nov-dic), 1994.
- PUIG, Luisa. *La estructura del relato y los conceptos de actante y función*. II Filológicas, UNAM, México, 1978.
- QUINTANILLA, Miguel A. "Un programa de filosofía de la tecnología (veinte años después)", *Boletín Informativo de la Fundación Juan March*. Noviembre, Madrid, 1999.
- RADNER, D. y M. Radner. *Science & Unreason*. Wadsworth Pub. Co., Nueva York, 1982.
- REIS, José. "O que é Divulgação Científica?". www.eca.usp.br/njr/inf72.htm
- RICOEUR, Paul. *La métaphore vive*. Éditions du Seuil, París, 1975.
- RIDLEY, Matt. *The Best American Science Writing*. Harper Collins, Nueva York, 2002.
- RÍO, Fernando del. "El vulgo y la ciencia", *Naturaleza*. Vol. 14, núm. 5, México, 1983.
- _____. "Sobre la ciencia y su divulgación", *Antología*.
- RIVADENEIRA, R. *La comunicación del hecho científico*. Editorial Greco, La Paz, 2004.
- ROQUEPLO, Philippe. *El reparto del saber*. Gedisa, Buenos Aires, 1983.
- ROSAL, Gerardo del. "Los campos modales en el discurso de divulgación científica", *Estudios de lingüística aplicada*. Núm. 26, México, 1997.
- ROTHMAN, Tony. *Science à la Mode*. Princeton Paperbacks, Nueva Jersey, 1988.
- RUIZ DE ELVIRA, Malen. "Las fuentes de la noticia en ciencia", *Arbor*. Vol. CXXXVI, núms. 534-535, Madrid, 1990.
- S/A. *Divulgación científica*. Memoria del Encuentro Nacional de Sinaloa, SEP/Conacyt, México, 2000.
- S/A. *Divulgar la ciencia*. Actas de las XIV Jornadas Internacionales de la Comunicación, Universidad de Navarra, Eunate, s/f.
- S/A. *Enciclopedia Estudiantil*. Thema, Barcelona, s/f.
- SÁBATO, Ernesto. *Uno y el universo*. Seix Barral, Barcelona, 1984.
- SAGAN, Carl. *El mundo y sus demonios*. Planeta, México, 1997.

- SALADINO, Alberto. Génesis y expectativas de la divulgación científica y técnica en América Latina. Inédito, s/f.
- SÁNCHEZ, Ana María. "Sobre la elaboración de artículos de divulgación científica. El trabajo en solitario", *Ciencia*. Núm. 42, México, 1991.
- _____. "Sobre la elaboración de artículos de divulgación científica (La colaboración divulgador-investigador)", *Ciencia*. Núm. 42, México, 1991.
- _____. "Sobre la elaboración de artículos de divulgación científica (periodistas e investigadores)", *Ciencia*. Núm. 44, México, 1993.
- _____. "Sobre la elaboración de artículos de divulgación científica. IV. El lector y el texto", *Ciencia*. Núm. 46, México, 1995.
- _____. "Sobre la elaboración de artículos de divulgación científica. V. Divulgación y literatura", *Ciencia*. Núm. 46, México, 1995.
- _____. *La divulgación de la ciencia como literatura*. Col. Divulgación para Divulgadores, DGDC/UNAM, México, 1998.
- _____. "El bestiario de los divulgadores", *Antología*.
- SÁNCHEZ OCAÑA, Ramón. "El divulgador científico", *Divulgación científica, memoria del encuentro nacional de Sinaloa*. SEP/Conacyt, México, s/f.
- SARDAR, Ziauddin y Borin van Loon. *Introducing Science*. Icon Books, Londres, 2001.
- SEMIR, Vladimir de. "Periodismo científico, un discurso a la deriva", Helena Casalmiglia (coord.). *Revista iberoamericana de discurso y sociedad*. Vol. 2, núm. 2, Gedisa, Barcelona, 2000.
- SHAMOS, Morris. "The lesson every child need not learn", *The Sciences*. Vol. 28, núm. 4, 1988.
- SCHIELE, Bernard. "La vulgarisation scientifique, thèmes de recherche", D. Jacobi y B. Schiele (dir.). *Vulgariser la science. Le procès de l'ignorance*. Presses Universitaires de France, Champ Vallon, 1988.
- SNOW, C. P. *The two cultures and a second look*. Cambridge UP, Londres, 1978.
- SOBEL, Dava (ed.). *The Best American Science Writing*. Harper Collins, Nueva York, 2004.
- SOKAL, Alan y Jean Bricmont. *Fashionable Nonsense*. Picador, Nueva York, 1998.
- STEINER, George. *Language and Silence*. Atheneum, Nueva York, 1986.
- STENT, Gunther. *Las paradojas del progreso*. Alhambra, Madrid, 1983.
- STRAUSS, Susan. *The Passionate Fact. Storytelling in Natural History and Cultural Interpretation*. Fulcrum Publishing, Colorado, 1996.
- TAPPAN, Martha. "La divulgación de la ciencia: un problema de homogeneización", *Memorias del II Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia*. Somedicyt, México, 1992.
- THUILLIER, Pierre. *El saber ventrílocuo*. FCE, México, 1990.

- TONDA, Juan. "¿Qué es la divulgación de la ciencia?", *Antología*.
- TONDA, Juan *et al.* (coords). *Antología de la divulgación de la ciencia en México*. Col. Divulgación para Divulgadores, DGDC/UNAM, México, 2002.
- TRABULSE, Elías. *Historia de la ciencia en México*. Conacyt/FCE, México, 1985.
- TRIGUEROS, María. "Un análisis del proceso de comunicación", *Memorias del I Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia*. Somedicyt, México, 1991.
- _____. "Divulgación y enseñanza de las ciencias", *Memoria del V Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia*. Somedicyt, México, 1995.
- TRIGUEROS, María *et al.* "Una experiencia de teatro como medio para la divulgación de la ciencia", *Ciencia*. Vol. 47, núm. 4, México, 1996.
- TRUEBA, José Luis. "La divulgación de la ciencia y la sociedad democrática", *Memorias del I Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia*. Somedicyt, México, 1991.
- UNGAR, Sheldon. "Knowledge, ignorance and the popular culture: climate change versus the ozone hole", *Public Understanding of Science*. Núm. 9, Londres, 2000.
- VALEK, Gloria. "La divulgación de la ciencia, reto para la comunicación y el periodismo", *Antología*.
- VALLADARES, Liliana. Un nuevo reto: el arte de aprender a leer la divulgación de la ciencia como literatura. Inédito, 2003.
- _____. La investigación en divulgación de la ciencia y la investigación en ciencias naturales: algunas diferencias y algunas coincidencias. Inédito, 2003.
- WAGENSBERG, Jorge. "El herrero y el biólogo", *Ideas para la imaginación impura*. Tusquets, Barcelona, 1998.
- WEINBERG, Steven. "La revolución que nunca ocurrió", *Este país*. México, 1999.
- WILSON, Edward O. *Consilience*. Alfred A. Knopf, Nueva York, 1998.
- WOLPERT, Lewis. *The Unnatural Nature of Science*. Fabler, Londres, 1992.
- WOLPERT, Lewis y Alison Richards. *A Passion for Science*. Oxford UP, Nueva York, 1988.
- YRIART, M. "La divulgación de las ciencias como problema comunicacional", *Arbor*. Vol. CXXXVI, núms. 534-535, Madrid, 1990.
- ZAMARRÓN, Guadalupe. *La divulgación de la ciencia en México: una aproximación*. Serie Cuadernos de Divulgación, núm. 1, Somedicyt, México, 1994.
- ZIMAN, John M. *Public Knowledge*. Cambridge UP, Cambridge, 1968.
- _____. *Teaching and Learning about Science and Society*. Cambridge UP, Cambridge, 1980.

Siendo rector de la Universidad Veracruzana
el doctor Raúl Arias Lovillo,
Introducción a la comunicación escrita de la ciencia, de Ana María Sánchez Mora,
se terminó de imprimir en mayo de 2010,
en los talleres de Editorial Ducere, S.A. de C.V., Rosa Esmeralda 3 bis,
col. Molino de Rosas, C.P. 01470 México, D.F.
La edición consta de 1000 ejemplares más sobrantes para reposición.
Los interiores fueron impresos en papel bond blanco de 90 g
y los forros en cartulina sulfatada de 14 pts.
Para su composición se utilizaron tipos Palatino de 11:15 y 30:34 puntos.
Formación: Aída Pozos Villanueva; edición: Nina Crangle y Liliana Calatayud.