

COMUNICACIÓN, DIVULGACIÓN
Y PERIODISMO DE LA CIENCIA

Una necesidad imprescindible para Iberoamérica

María de los Ángeles Erazo Pesántez

COMUNICACIÓN, DIVULGACIÓN Y PERIODISMO DE LA CIENCIA

Una necesidad imprescindible para Iberoamérica

Con el auspicio de:



Cubierta:

AGRADECIMIENTOS

Primera edición, enero del 2007

© 2007 María de los Ángeles Erazo
© 2007 Editorial Planeta del Ecuador S.A.
planeta@access.net.ec

ISBN: 9978-983-40-6
Derechos de autor: 025832 (04-01-2007)

Impreso por:
Editorial Ecuador F.B.T. Cía. Ltda.
Santiago Oe2-131
Telefax: 2227551, Quito-Ecuador
editecua@interactive.net.ec

Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño de la cubierta, puede ser reproducida, almacenada o transmitida en manera alguna ni por ningún medio, ya sea eléctrico, químico, mecánico, óptico, de grabación o de fotocopia, sin permiso previo del editor.

“En mi vida tengo tres amores: mi familia, el periodismo científico e Iberoamérica”, suele decir Manuel Calvo Hernando, quien me inspiró con su ejemplo para la elaboración de esta obra. Mi agradecimiento a él, a Carl Sagan, a Stephen Hawking, a Ana M^a. Sánchez, a León Olivé y a todos quienes me acompañaron en la búsqueda y comprensión del conocimiento científico. Gracias a mis padres, hermanos y amigos por su incondicional apoyo y afecto. Gracias al amor, por alentarme a luchar por mis sueños.

PRÓLOGO

Este libro constituye, a mi juicio, una obra necesaria e imprescindible, y me congratulo de tener la ocasión de subrayar su próxima aparición ante los lectores de Planeta. La obra, titulada *Comunicación, Divulgación y Periodismo de la Ciencia*, es un conjunto de aportaciones de la profesora, intelectual y escritora ecuatoriana a quien conozco y admiro desde hace varios años, María de los Ángeles Erazo Pesántez, quien se ha formado en varios países, como Ecuador, México y España. La conozco, asimismo, por su entusiasmo en este tema y por su conocimiento del campo de la ciencia en los países de Iberoamérica. Puedo citar, en la Fundación para la Ciencia y la Tecnología (FUNDACYT) del Ecuador, la elaboración y coordinación académica del proyecto de Diplomado y Maestría en “Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología”, donde el periodismo científico recibe atención prioritaria, al igual que otros textos y estudios sobre la comunicación y la divulgación del conocimiento científico.

María de los Ángeles ha participado como ponente en varios seminarios y congresos internacionales, como el Seminario Andino “Cultura Científica e Indicadores de Percepción Social de la Ciencia”, celebrado en Quito. El objetivo de este encuentro fue compartir experiencias en los países andinos y también los resultados de investigaciones sobre percepción pública de la ciencia, para generar una cultura científica.

Con la celebración del I Congreso Iberoamericano de Periodismo Científico (Caracas, 1974), se inicia en nuestros países un vasto movimiento para recuperar la posición iniciada en los siglos XVIII y XIX en América y en España en este campo. Como Secretario General de la Asociación Iberoamericana de Periodismo Científico, he tenido la suerte de disponer de un observatorio privilegiado que me permite valorar la situación, así como las perspectivas del periodismo científico en Iberoamérica y el lugar destacado que ocupa en buena parte del resto del mundo.

En el año 2000 se celebró un Encuentro Nacional de Divulgación Científica, en Culiacán, capital del Estado de Sinaloa (México). La publicación de las actas de la reunión nos permite complementar algunos aspectos del Encuentro y, de modo especial, resumir la Declaración de Sinaloa. En esta Declaración se recuerda que la divulgación científica y tecnológica debe ser considerada un asunto de interés nacional e incluirse en el mismo nivel de importancia que la divulgación, para efectos de financiamiento, búsqueda de recursos y espacios. La investigación y la divulgación científica y tecnológica son factores de diferenciación y de ventajas competitivas en los mercados internacionales, y es necesario dar un lugar preponderante a la divulgación de las ciencias en todos los niveles educativos.

Deben crearse –se añade en la Declaración– redes de Divulgación Científica y organismos que permitan mejorar el desarrollo de los programas de divulgación a escala nacional y regional. También es necesario desarrollar un Programa Estratégico derivado de los Planes Nacionales de Divulgación de la ciencia y de la técnica que contenga una descripción del problema actual, objetivo de la divulgación, planeación a corto, medio y largo plazo.

Se requiere también desarrollar bases de datos sobre medios, espacio, acciones, programas y estrategias de divulgación que sean accesibles a los actores de la divulgación para las consultas,

enlaces e intercambios de experiencias, actividades y formación de recursos, y abrir líneas de investigación para canalizar los recursos financieros destinados a la formación de divulgadores y programas de divulgación. Asimismo, es necesario establecer un marco y parámetros de medición para los trabajos de divulgación bajo el consenso de sus instituciones promotoras, considerando entre los criterios de evaluación aquellos de la comunicación que propician una visión más integral que incluya a la educación y a la divulgación.

La divulgación ha ganado espacios en los diferentes medios informativos, pero falta mucho por hacer. Es necesario que científicos, los comunicadores y los divulgadores utilicen los escenarios de los medios masivos de comunicación, donde se requiere escribir y hablar sobre temas de interés. Esto significa para la sociedad resolver sus dudas y aplicar los nuevos conocimientos a la solución de sus problemas, y, para el divulgador, la oportunidad deseada, siempre y cuando se explique satisfactoriamente el hecho o fenómeno con respeto a la verdad y al público.

Es muy útil la creación de museos de ciencia, planetarios y exposiciones itinerantes que muestren principios científicos y que sean producto de procesos de enseñanza y aprendizaje. A fines de la última década ha aumentado la productividad de la ciencia latinoamericana y su presencia en el mundo. El siguiente paso debe ser aprovechar circunstancias como estas para profundizar en los avances del progreso derivado de la ciencia y la tecnología y de la participación del público en empresas de esta naturaleza.

En resumen, los países de habla española y portuguesa y de otras naciones deben entrar cuanto antes y de modo decidido en esta tarea que consiste en aportar todos los elementos necesarios para la construcción de la Sociedad de la información y del Conocimiento, sin la cual el mundo no tendrá posibilidades ni medios para abordar sus más graves problemas actuales y futuros.

El periodismo científico es un valor en alza, imprescindible para ayudar a comprender mejor esta compleja sociedad, cada vez más condicionada por los descubrimientos científicos y tecnológicos. La labor del periodista científico adquiere, de este modo, una función de servicio público, que debe evidenciarse en la consolidación de las informaciones sobre ciencia y tecnología dentro de los medios de comunicación. El público debe aprender a informarse por sí mismo sobre la actualidad científica y tecnológica. Jesús M. Ugalde, docente e investigador de la Universidad del País Vasco, ha escrito que no basta con que la información esté, tiene que ser *aprehendida*, y señala dos aspectos del problema:

1. Permeabilidad del cuerpo social a la información científica. Debe existir una organización social adecuada para que fluya la información científica. Incluso las sociedades occidentales se han dado cuenta de que tienen un déficit notable en este campo.
2. Aprehensión de la información científica por los individuos de la sociedad. Si la sociedad debe *enfrentarse* con las consecuencias del conocimiento, los ciudadanos deben *aprender* a informarse y deben formarse una opinión lo más objetiva y personal posible sobre las consecuencias de la actividad científica. Hay que informarse, no basta con tener acceso a la información.

El problema de la democratización de la ciencia es importante porque implica a entes complejos, la sociedad, la ciencia, la tecnología y, sobre todo, a las relaciones entre estos entes. Esta es una cuestión a la que la humanidad deberá hacer frente en el nuevo milenio y ello exigirá numerosos esfuerzos institucionales y personales.

Los grandes objetivos de la difusión de la ciencia al público podrían condensarse en dos, visibles y explícitos:

- A. Uno estaría vinculado al conocimiento, comunicar al público los avances de las grandes ciencias de nuestro tiempo: astronomía, cosmología, origen de la vida, biología, conocimiento del universo (micromundo y macromundo) y del propio ser humano. En otras palabras, ayudar a la gente a comprenderse a sí mismos y a comprender su entorno, tanto el visible como el invisible.
- B. Un segundo objetivo de la divulgación científica está relacionado con la práctica y el estudio de las consecuencias del progreso científico. Se trataría de analizar y explicar los desafíos –éticos y de toda índole– que el progreso científico y el desarrollo tecnológico plantean al individuo y a la sociedad de este complejo y apasionante inicio del Tercer Milenio, sobre todo en lo que se refiere al uso cotidiano de la tecnología y el conocimiento en general para mejorar la calidad de vida de los seres humanos.

En su libro *Comunicación, Divulgación y Periodismo de la Ciencia*, María de los Ángeles Erazo analiza los problemas que suelen presentarse al momento de comunicar, de divulgar o de informar periódicamente un número creciente de disciplinas científicas. El análisis de esta obra consiste, básicamente, en profundizar en los problemas que plantea la popularización de grandes disciplinas y los horizontes que cada una de estas ciencias entreabre al divulgador y al informador científico.

Como objetivos previos a este análisis, se abordan algunos problemas y se plantea estrategias idóneas para el ejercicio del Periodismo Científico (PC) y de la Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología (CPCT), y para mejorar sus relaciones.

- Estudio de cuestiones diversas planteadas por las relaciones entre ciencia y comunicación y, de modo especial, algunas surgidas más recientemente, como la fragmentación de la

ciencia, la masificación de la cultura y la necesidad de un debate social sobre la difusión pública del conocimiento.

- Repaso a las necesidades más urgentes para cumplir esta tarea de nuestro tiempo, que consiste en lograr que la ciencia pueda llegar al mayor número de miembros de cada sociedad. Este magno empeño plantea desafíos a la ciencia, al periodismo y a la educación, y desde él se abordan las cuestiones siguientes:
 - La ciencia como noticia y la noticia como conocimiento.
 - La comunicación al encuentro de la cultura: El Periodismo Cultural.
 - Grandes problemas de la Comunicación en las sociedades actuales.
 - Conocimiento y sociedad.
 - Los aspectos teóricos de la divulgación.
 - Incremento de la divulgación en la Europa de los años ochenta. Crecimiento de las reflexiones sobre estos problemas, en Europa y América (EE.UU., México, Brasil, Argentina).
 - Del Periodismo Científico a la Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología.
 - Importancia social, económica, política y cultural de la divulgación de la ciencia al público (puntos de vista de la sociedad, el gobierno y el desarrollo).
 - La ciencia como motor de sabiduría y de calidad de vida y como fenómeno decisivo de nuestro tiempo (punto de vista del conocimiento).

Ante la explosión científica y tecnológica, y el crecimiento de la oferta global de comunicación, es necesario que investigadores, educadores y periodistas sumen sus esfuerzos en una tarea común que permita poner al alcance de la mayoría el patrimonio intelectual de la minoría, en el ejercicio de la más difícil y exi-

gente democracia, la de la cultura, que el francés Pierre Fayard llama con acierto: “democracia tecnológica”.

Las sociedades del Tercer Milenio van a necesitar un nuevo tipo de comunicador que sea capaz de valorar, analizar, comprender y explicar lo que está pasando y, dentro de lo posible, lo que puede pasar, especialmente en aquellos campos que, hasta donde puede preverse hoy, serán los escenarios decisivos de la transición a la nueva sociedad.

Por todas estas razones, parece imponerse el diseño de un proyecto de gran envergadura, que tenga en cuenta todos los elementos de la cadena de la divulgación: científicos, educadores, comunicadores, medios informativos, instrumentos y sistemas de comunicación científica pública. Y todo ello con un objetivo: reducir la distancia entre los creadores del conocimiento y el público usuario de este conocimiento.

El periodismo científico está llamado a reafirmar su condición mediadora en las funciones educativas de la sociedad. Y a desarrollar otras propuestas en este ámbito. No en vano hace más de medio siglo tuvimos en el Centro Internacional de Estudios Superiores de Comunicación para América Latina (CIESPAL), ubicado en Quito - Ecuador, el Primer Curso Iberoamericano de Periodismo Científico, de donde salió la cosecha de cursos que empezó a surgir en toda Iberoamérica.

Dicho todo esto, insistimos en desear lo mejor a María de los Ángeles Erazo y a Editorial Ariel, del Grupo Planeta, en el éxito que esperamos para este nuevo libro.

Manuel Calvo Hernando
Doctor en Ciencias de la Información
Secretario General de la Asociación Iberoamericana de Periodismo Científico

INTRODUCCIÓN

¿De qué tamaño es el hombre comparado al Universo? Del tamaño de una arena, de un leve soplo de viento, del tamaño de su historia, del tamaño de su tiempo. ¿De qué tamaño es el hombre comparado con su tiempo, comparado con la arena, comparado con el viento? Del tamaño de su mente, donde cabe el Universo.

GONZALO CHANOCUA

La ciencia y la tecnología son productos de la creación humana y su aporte es fundamental para el desarrollo de los pueblos. Tienen un cometido social y, para cumplirlo, deben ser comprendidas por todos, no sólo por científicos. Para fomentar la comprensión pública de la ciencia, conviene promover más cultura científica en el público general y una participación más activa, por parte de los científicos, en las preocupaciones de la vida cotidiana. Este cambio se logra con la aplicación de políticas científicas adecuadas y con la Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología (CPCT).

La falta de políticas científicas orientadas al estudio y solución de problemas regionales es uno de los principales problemas que llevan al Ecuador a un estado de extrema dependencia en los aspectos económico, industrial, político, científico y tecnológico.

Este problema genera graves consecuencias para la población, por eso algunas personas intentan mejorar su calidad de vida en otros países, así ha ocurrido con los ecuatorianos y ecuatorianas que decidieron emigrar a raíz de la crisis política y económica que amenaza la estabilidad de su país, desde mediados de la década anterior.

La búsqueda de soluciones que permitan superar esta crisis y ofrecer nuevas alternativas de trabajo, anima a recordar que la ciencia y la tecnología tienen un cometido social y, para que se cumpla, es fundamental el aporte de la CPCT, porque la ciencia que no se comunica no existe para el público general, a pesar de que la gestión de nuestra sociedad depende cada vez más de los avances científicos y tecnológicos. No en vano la *Declaración de los Derechos Humanos* señala, en su Artículo 27: “Toda persona tiene derecho a tomar parte libremente en la vida cultural de la comunidad, a gozar de las artes y a participar en el progreso científico y en los beneficios que de él resulten”.

Todas las ramas de la ciencia pueden tener efectos positivos o negativos en el ambiente, en la ecología, en el cuerpo humano, en el sector laboral, en la guerra y en la paz. Esto implica, para países como Ecuador, la necesidad urgente de asignarle a la investigación científica y al desarrollo tecnológico un estatuto de política de Estado, del cual podrán derivarse políticas públicas como medio indispensable para acceder al crecimiento y al desarrollo justo del país. Esta es la razón que justifica, en gran medida, la elaboración de esta obra; sobre todo del quinto capítulo, porque en él se analiza la formulación de políticas científicas adecuadas para lograr el fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

La inquietud que motivó el desarrollo de esta obra es: ¿cómo divulgar la ciencia en Iberoamérica sin perder rigurosidad, de manera que sea comprensible por públicos amplios y cumpla con el objetivo de generar una visión crítica sobre su desarrollo?

En respuesta, se formulan las siguientes propuestas: *El cine y la literatura como recursos narrativos, las iniciativas de educación no formal, la adecuada aplicación del modelo de propaganda científica y el diseño de un mejor currículum cultural y mediático de la televisión constituyen alternativas idóneas para lograr una buena CPCT en el Ecuador.*

Estas propuestas se sustentan en los estudios sobre divulgación, o CPCT, de Daniel Jacobi y Bernard Schiele, Pierre Piganiol, Manuel Calvo Hernando, Pierre Fayard, Javier Fernández del Moral y Francisco Esteve Ramírez, Ignacio Fernández Bayo, Jack Meadows, Maurice Goldsmith, Luis Estrada Martínez, Martha Tappan y Aarón Alboukrek, Francisco López Rupérez, Wendy Nelson Espeland y Elisabeth S. Clemens, Ana María Sánchez Mora y Rolando Isita Tornell, entre otros autores.

También se fundamenta en los análisis que han realizado, en México: la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la Universidad Nacional Autónoma de México (DGCD-UNAM), la Dirección de Divulgación Científica e Imagen Institucional del Instituto Politécnico Nacional (IPN), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México, la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), la Sociedad Mexicana de Divulgación de la Ciencia y la Técnica (SOMEDICYT), y la Sociedad Mexicana para el Progreso de la Ciencia y la Tecnología (SOMPROCYT). Han sido de gran valor y decisivos también los aportes ofrecidos, en España, por integrantes del *Máster en Ciencia, Tecnología y Sociedad*, en la Universidad de Salamanca, y del Instituto de Estudios de la Ciencia y la Tecnología, en esta misma Universidad; así como por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), la Fundación COTEC y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).

En esta obra se explica y determina por qué es necesario anular la discordia entre los lenguajes científico y popular; abrir

espacios de educación no formal que promuevan la actualización y aprendizaje de temas de ciencia y tecnología; ampliar el ejercicio de la divulgación científica a través del cine y la literatura; impulsar una adecuada aplicación del modelo de propaganda científica y promover un mejor diseño del currículum cultural y mediático de la televisión, para que su programación aporte a la comprensión pública de la ciencia y tecnología.

Se propone usar la teoría del aprendizaje significativo para la alternativa de la educación no formal; la teoría de la recepción, para divulgar la ciencia como literatura, y, para la propaganda científica, el análisis de los ocho *propiospectos* (creencias, valores, tradiciones, hábitos, fobias, filias, símbolos y conocimientos) que caracterizan a su público meta. Para evaluar el impacto de la televisión en la infancia; sobre todo, en la creación de imaginarios sobre ciencia y tecnología, se consideró la teoría histórico-cultural, de L. Vygotski.

La investigación que sustentó la elaboración de esta obra confirma que la CPCT es una actividad relativamente nueva, pues su estructura aún no está definida. Por eso muchas veces se la malinterpreta o se la degrada, aunque ello también le da cierta flexibilidad y dinamismo. La experiencia en esta labor es todavía incipiente y, para mejorarla, conviene desarrollar más estudios y propuestas sobre el proceso de comunicación pública de la ciencia en América Latina y más específicamente en el Ecuador.

Capítulo 1

ESTUDIOS DE COMUNICACIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA

La comunicación de la ciencia es un puente que une a ésta con el resto del universo cultural y social. Constituye una parte del quehacer científico y refleja la voluntad de hacer una ciencia vinculada a la sociedad; pero todavía hay científicos, políticos y funcionarios que no entienden este papel decisivo tanto de los investigadores como de los periodistas y escritores.

MANUEL CALVO HERNANDO

La Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología (CPCT) es una práctica sociocultural que se inscribe dentro de una sociedad determinada, con orientaciones político-culturales definidas y con un manejo discursivo adecuado para públicos específicos. Comprende actividades de ampliación y actualización del conocimiento científico, que pueden realizarse desde la educación no formal, a través de los medios de comunicación y en espacios abiertos para el diálogo.

Al momento, pocos son los estudios que se refieren a CPCT y, menos, los que incluyen en su análisis todos los componentes del proceso comunicativo (Jacobi D. y Schiele B., 1988). Hay más escrito desde la experiencia práctica que a partir de teorías, modelos o estrategias útiles para comunicar públicamente la ciencia.

Cada día es más necesario tender un puente entre la investigación científica y la población. Es indispensable que la ciencia se vuelva parte de la cultura y que la gente sienta que puede entenderla aunque no se dedica a ella. Para establecer este puente se requiere reflexionar seriamente sobre el proceso de comunicación de la ciencia.¹

La anterior opinión explica una de las principales razones para abordar la divulgación de la ciencia como fenómeno comunicacional; hecho que han intentado plasmar varios autores, desde diversos enfoques.

Los franceses Daniel Jacobi y Bernard Schiele consideran tres enfoques en su estudio sobre comunicación pública de la ciencia: el sociológico, el sociolingüístico y el del protagonista de la divulgación —al cual denominan *paradigma del tercer hombre*—.

Jacobi es más conocido que Schiele por sus estudios referentes al empleo de imágenes. En su artículo “References iconiques et modeles analogiques dans des discours de vulgarisation scientifique”, Jacobi advierte que los signos icónicos empleados en la divulgación de la ciencia pertenecen a diferentes categorías: al lenguaje simbólico, a la semiología gráfica y a procesos de visualización. Por tanto, concluye que las imágenes cumplen múltiples funciones, a más de agregar comprensión al texto de divulgación científica (Jacobi 1985: 847-867).

¹ Fragmento de la ponencia *Un puente hacia la ciencia*, que presentó la divulgadora mexicana María Trigueros en el I Congreso de la Sociedad Mexicana de Divulgación de la Ciencia y la Técnica (SOMEDICYT), en 1991.

Otro enfoque lo ofrece Pierre Piganiol, sobre la base del volumen de conocimientos que se generan y que se incrementan anualmente. A su problema de estudio lo denomina *gestión de los conocimientos* y lo indaga desde: 1) la dinámica de la ciencia y sus consecuencias; 2) la documentación; 3) la enseñanza; 4) las empresas; 5) la acción política; 6) los métodos y sus límites; 7) la enajenación y la participación.

La gestión de conocimientos aparece como una nueva función de la sociedad, función que se desea ver con claridad, transparente y no oculta. [...] El volumen de los conocimientos constituye la base de la mayoría de las dificultades de la civilización moderna, paradójicamente es también la base de sus éxitos (Piganiol 1974).

Piganiol dice que la enseñanza debería adaptarse al incremento de conocimientos, pero sin que ello implique una segregación entre estudios *científicos* y *literarios*. Argumenta que una forma de lograrlo es aplicando un programa que contemple elementos de los medios de comunicación, de la lógica, de las ciencias, de las realidades de la vida en sociedad, de nuestra historia y de la geografía del globo; sin olvidar lo que forma la sensibilidad, el cuerpo y el carácter. “Para alcanzar esta meta, es indispensable reformar las actitudes de la enseñanza, totalmente”, expone en el artículo titulado “La gestión de los conocimientos”.

Ve con beneplácito que la mayoría de los gobiernos se hayan preocupado por establecer una “política científica” en sus países; no obstante, cuestiona que en ésta se hayan discriminado las tareas de documentación y de divulgación.

Es necesario que los estudios que han de ser utilizados por los gobiernos sean conocidos por los ‘elegidos’, pero también por los electores —aclara Piganiol—. El problema de la democracia moderna es probablemente el del acceso a los estudios previos a las decisiones; el aumento del volumen de los conocimientos suscita la aparición de un nuevo derecho: el de conocer cómo son tratados y resueltos (Piganiol 1974: 331-354).

Para enfrentar el creciente volumen de información y su adaptación a los diversos contextos, Piganiol sugiere como modelo el *árbol de pertinencia*, que comprende: meta fijada, misiones para alcanzarla, medios globales para poner en marcha las operaciones, componentes de esos medios y materias primas. Advierte que no es suficiente saber trazar ese árbol, pues cree indispensable situar cada estamento en una escala de valores y entender que sus elementos forman una red, no un simple árbol, porque son elementos que interactúan entre sí. Por tal motivo, prefiere usar la noción de sistema.

Estudios de periodismo científico

Uno de los principales analistas del periodismo científico es Manuel Calvo Hernando, quien fundó la Asociación Española y la Asociación Iberoamericana de Periodismo Científico; actualmente es presidente de honor de la primera y secretario general de la segunda. En sus escritos explica los problemas que impiden a la ciencia ganar espacio en los medios de comunicación; analiza las dificultades con el lenguaje y las fuentes científicas, y expone algunas sugerencias para informarse e informar mejor sobre la ciencia.

Calvo Hernando afirma que los problemas en Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología (CPCT) provienen de la extensión y complejidad de la ciencia, del auge informativo, de los vertiginosos progresos científicos, de las pseudociencias, de la falta de cultura científica y del reto de la precisión y la inmediatez que exigen los medios de comunicación. Estos y más problemas son descritos en el tercer capítulo del presente trabajo.

Otro de los valiosos aportes de Calvo Hernando constituye la tesis doctoral que defendió en la Universidad de San Pablo/Centro de Estudios Universitarios, de Madrid, España. Ésta lleva por título: *La ciencia como material informativo*.

Relaciones entre el conocimiento y la comunicación, en beneficio del individuo y de la sociedad. En esta obra se contemplan los problemas que surgen al divulgar disciplinas básicas de la cultura y de la ciencia; las relaciones entre el conocimiento y la comunicación; el proyecto histórico, político y estratégico de la CPCT, y varias consideraciones sobre lo que el autor llama *grandes movimientos de nuestra época*: la acción cultural científica, el periodismo científico y la divulgación del conocimiento al público. También aborda las prácticas de la comunicación científica pública en la era de la información y el discurso de la divulgación en América Latina.

Para brindar bases que permitan elaborar una teoría de la comunicación pública del conocimiento, este periodista analiza los objetivos y los tipos de divulgación científica, a partir del desfase registrado entre comunidad científica y sociedad; y compara el discurso literario con los que provienen de la ciencia y del habla cotidiana.

Calvo Hernando dice que sus tres amores son: la familia, el periodismo científico e Iberoamérica. Fue invitado especial del “I Encuentro Iberoamericano: El Periodismo Científico en el Siglo XXI”, que se efectuó en Quito, del 28 al 30 de octubre de 1999, con auspicio del Centro Internacional de Estudios Superiores de Comunicación para América Latina (CIESPAL), la Red de Universidades de Latinoamérica (UREL), la Fundación FIDAL y la Fundación para la Ciencia y la Tecnología (FUNDACYT). En este encuentro presentó oficialmente su libro *El nuevo periodismo de la ciencia* que, en su introducción, anuncia:

[...] el progreso científico y la explosión comunicativa trastornan y modifican conceptos y prácticas de estas dos fuerzas gigantes de nuestro tiempo —el conocimiento y la información— y obligan a los profesionales de la ciencia y del periodismo a la reflexión rigurosa e integradora (Calvo Hernando, *El Nuevo Periodismo de la Ciencia*, 1999).

El director de la tesis doctoral de Calvo Hernando fue Pierre Fayard, otro gran analista del periodismo científico. Estas son algunas de sus obras: *La communication scientifique publique* (1988), *La culture scientifique* (1990), *Sciences aux quotidiens* (1993), y *Fusion chaude* (1995).

En una ponencia titulada “Periodismo científico europeo”, Fayard destaca el fenómeno de movilización social que suele ocasionar el avance vertiginoso de la ciencia y de la tecnología en las estructuras sociales, económicas o culturales —estructuras a las que él llama *tradicionales*—. A este fenómeno de movilización social denomina Comunicación Científica Pública (CCP) y lo identifica en el conjunto de las industrias culturales, dentro del movimiento generalizado de profesionalización y rentabilización de las actividades comunicativas.

La CCP es un concepto que aparece por las perturbaciones que provocan las innovaciones científicas y tecnológicas en la vida, en el trabajo o en el pensamiento. Abarca las actividades de comunicación que tienen contenidos científicos divulgadores y que están destinadas al público no especialista. Utiliza técnicas de la publicidad, el espectáculo, las relaciones públicas, la divulgación tradicional y el periodismo, entre otras. Pero excluye de su campo de estudio la comunicación entre especialistas y la enseñanza especializada de las ciencias. En este contexto, la divulgación aparece como un medio para cautivar al público, por que celebra la grandeza de la ciencia y de sus posibilidades, ya que provoca sueños y admiración a quien la escucha.

En varios de sus escritos, Fayard recomienda a las ciencias de la comunicación y de la información que incluyan a la investigación de la Comunicación Científica Pública en su área de estudio (Fayard P., 1990).

Javier Fernández del Moral y Francisco Esteve Ramírez también se refieren al periodismo científico en *Fundamentos de la información periodística especializada*. En esta obra cuestio-

nan la falta de un enfoque global respecto de los niveles en que debe realizarse la transmisión social del conocimiento científico.

Ante este problema, ellos sugieren la aplicación de instrumentos metodológicos, como la Teoría General de Sistemas, para abordar la información especializada e identificar sus interacciones con el sistema científico en su conjunto, con los distintos niveles de la comunicación científica, y con los niveles de cultura de varios grupos sociales. Confían en la Teoría General de Sistemas, porque con ésta han logrado identificar correspondientes *isomórficas* (que tienen la misma forma) entre varias disciplinas científicas y, consecuentemente, han podido intercambiar experiencias y resultados sin que se oponga la diferencia de contenidos ni la naturaleza de sus componentes. De acuerdo con estos supuestos, Fernández del Moral y Esteve Ramírez creen posible la formación de una teoría o modelo multidisciplinario (Fernández del Moral y Esteve Ramírez 1993: 63).

Ignacio Fernández Bayo, colaborador de distintas publicaciones y responsable de las páginas de ciencia del extinto semanario *El Globo*, opina que el periodismo científico español está repleto de problemas, de obstáculos, de incomprendimientos, de celos y de desinformación. Por tanto, considera necesario clarificar qué se entiende por periodismo científico, por qué es importante, y por qué no se lo debe seguir considerando la cenicienta de los medios de comunicación.

Formar, informar y entretener son tres funciones que suelen atribuirse al periodismo. Fernández Bayo cree que las revistas científicas de España logran cumplir con el primer objetivo; no obstante, cuestiona la ausencia de información cotidiana, permanente y completa, al equipararla con el despliegue que los medios ofrecen al mínimo suceso político, deportivo o económico.

Como ejemplo de la falta de actualidad y de regularidad en la cobertura diaria de temas científicos o tecnológicos, refiere el caso de los premios Nobel en física, en química, en biología, y

en medicina y fisiología. Porque, luego de la noticia que informa el nombre y el tema de investigación de los ganadores, poco o nada se publica sobre los nuevos avances, las investigaciones y los desarrollos que surgen de esos trabajos, ni sobre la vigencia o eliminación de sus resultados. De ahí que Fernández Bayo advierta:

Estamos muy lejos de situar cada tema en su justo lugar y de ofrecer al lector [...] la mayor información posible, fundamentalmente sobre todo lo que le pueda afectar más directamente [...], porque la incorporación de las ciencias a los criterios de la cultura personal es una indiscutible necesidad individual (Fernández Bayo 1988: 57 y 58).

Su opinión descarta al periodismo científico como único medio para incorporar las ciencias a los criterios de cultura de cada individuo; más bien, promueve el aumento de autodidactas en temas de ciencia y de tecnología y la apertura de nuevos espacios de Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología (CPCT). Para no limitar su estudio al área de los medios de comunicación, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y otras instituciones mexicanas prefieren usar el término *divulgación de la ciencia*, en lugar de *periodismo científico*. En España y en otros países europeos suelen hablar de comunicación pública de la ciencia.

Diversidad de términos

Son diferentes los términos que suelen emplearse, en varios países, para referirse a la CPCT. Un autor que aporta al análisis del tema es Jack Meadows, porque aborda los problemas de conceptos, definiciones y las causas que plantearon la necesidad de hacer investigaciones históricas sobre CPCT.

En su criterio, el fenómeno de la transmisión social de conocimientos científicos surgió como una necesidad insatisfecha a

finales del siglo XVII, cuando el surgimiento de la aproximación cuantitativa, matemática, del conocimiento del mundo físico rebasó a la mayoría de los lectores asiduos a estos temas. (Meadows 1986: 341-346).

Maurice Goldsmith estudia otro aspecto que se considera en el siguiente capítulo: el perfil del divulgador de la ciencia. Compara a este profesional con el crítico de arte y, por eso, lo llama *crítico científico*. Su planteamiento es multidisciplinario, va más allá del concepto de divulgación, ya que sugiere al *crítico científico* que estudie no sólo cursos de ciencia general, sino también de historia y de filosofía de la ciencia y la tecnología; sobre la importancia y el significado de las artes, sobre las técnicas y la psicología de la comunicación (Goldsmith 1988: 1 y 2).

Las funciones que le asigna el precitado autor a este profesional son: elaborar una imagen panorámica del sistema científico; ver el futuro a través de lo que se sabe del pasado; clasificar las similitudes en la experiencia científica; mantener la integridad de la ciencia, interpretarla y comunicarla de manera que “la gente entienda su poética y deje de temerla”.

Uno de los principales problemas al momento de divulgar la ciencia es la especialidad del lenguaje científico. De ahí que uno de los ganadores del premio Kalinga de la UNESCO, el mexicano Luis Estrada Martínez, afirme que al plantearse la relación entre los lenguajes científico y común, lo que ordinariamente se busca es señalar la gran incomunicación que hay entre los científicos y el resto de la humanidad.

Las dificultades provienen no sólo de que el lenguaje científico es muy especializado, sino también de que el conocimiento está expresado en un contexto poco conocido. En la divulgación, la forma tradicional de superar estas dificultades consiste en el empleo de analogías, de metáforas y de otros recursos semejantes, lo cual no está exento del riesgo de deformar el mensaje (Estrada Martínez 1992: 69-76).

En “El discurso de la divulgación de la ciencia”, Martha Tappan Velásquez y Aarón Alboukrek ofrecen pautas metodológicas generales, pero fundamentales, para elaborar textos de divulgación científica. Tanto en la forma como en el fondo del texto, destacan el manejo de *niveles de lengua*.

El primer nivel que identifican es el conceptual, cuya influencia se manifiesta por la cantidad de conceptos-antecedentes y de elementos contextualizadores. Dicen que la contextualización se presenta en todos los niveles: en la introducción, en el planteamiento de los contextos temáticos e intrínsecos, en la narración y en el recurso de lo reconocible (Tappan y Alboukrek 1992: 273-278).

Otro nivel importante en el discurso de la divulgación es la reformulación, que implica replantear la terminología empleada en un texto científico, con la finalidad de lograr mayor comprensión en el público meta. Este replanteamiento supone el uso de sinónimos, definiciones, ejemplos, analogías y paráfrasis.

Un tercer nivel es el estilo. Al igual que los dos anteriores, su influencia se refleja más en la forma que en el fondo del texto. En el discurso de divulgación, tiende a ser menos formal que en el discurso científico. Este factor remite a los precedentes y está determinado por el tipo de vocabulario, las construcciones sintácticas, las definiciones, los ejemplos y las analogías que se incluyen en el texto de divulgación.

Educación y comunicación de la ciencia

En su estudio titulado *Educación científica y enseñanza de las ciencias*, Francisco López Rupérez señala que la educación científica es el ámbito propio de la interfase ciencia-sociedad.

Supone que una educación científica que logre transmitir actitudes positivas frente a la ciencia —como tarea colectiva, frente a sus logros o frente a su historia—, contribuirá indirectamente a

desarrollarla; porque generará mayor número de ciudadanos interesados por la ciencia y, consecuentemente, aumentará la oferta de espacios científicos en los medios de comunicación. Está convenido de que el incremento del nivel científico de un país, a mediano y largo plazo, dependerá de la actividad que se realice en la interfase ciencia-sociedad (López Rupérez 1985: 915-916).

El efecto que atribuye López Rupérez a la educación científica podrá alcanzarse de manera más inmediata y eficaz por medio de la educación no formal, que comprende toda actividad organizada, sistemática y educativa que se realiza fuera del marco del sistema oficial, para facilitar determinadas clases de aprendizaje a subgrupos particulares de la población, tanto para adultos como para niños.²

La mayoría de estudios, de análisis y de reflexiones sobre la divulgación científica se concentra en la perspectiva del emisor —que es el paradigmático *tercer hombre* en los estudios de Daniel Jacobi y Bernard Schiele, o el denominado *crítico científico* en la obra de Maurice Goldsmith—. Pocos autores analizan esta actividad desde la perspectiva del receptor.

Wendy Nelson Espeland y Elisabeth Clemens son parte de esa minoría, que se evidencia en el libro *Buyin Blood and Selling Truth: Organizational Theory and Cultural Analysis*. En esta obra investigan el contenido de los mensajes de popularización de la ciencia, a partir del enfoque de las organizaciones sociales y del contexto cultural. Para el efecto, consideraron una campaña de compra-venta de sangre que se realizó en Estados Unidos y que fue cuestionada por el público, porque puso en conflicto algunos de sus valores culturales (Espeland y Clemens 1988).

Sobre la base de este estudio, Espeland y Clemens describen los elementos que se ponen en juego entre la intencionalidad de

² Subdirección de Educación No Formal, URL: <http://www.dgdc.unam.mx/vincu.html>, Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM (doc. electr.).

un mensaje relacionado con algún tópico científico y la respuesta social de quienes reciben ese mensaje, cuando se llegan a afectar valores socialmente aceptados. Advierten que los grupos sociales no son simples receptores pasivos de insumos culturales; sino que, a la vez, son continente y contenido de los valores culturales. Por eso recomiendan considerar, en los discursos institucionales, un contexto que especifique cómo las organizaciones captan, interpretan y se apropian de los elementos que conforman su entorno cultural y, en consecuencia, cómo ayudan a reproducir y a transformar su entorno.

Divulgar la ciencia con creatividad

La mexicana Ana María Sánchez también destaca la perspectiva del receptor en su obra titulada *La divulgación de la ciencia como literatura*. Para el efecto, aplica en divulgación científica la Teoría de la Recepción que Wolfgang Iser sugirió usar en análisis literarios.

Según Iser, “el texto solamente toma vida cuando es concretizado”, es decir, que no pierde su carácter *virtual*, hasta que es leído. Su Teoría de la Recepción supone que el lector es el elemento que concreta el texto creado por el autor. “La convergencia de texto y lector dota a la obra literaria de existencia y [...] esta consideración es muy importante para la divulgación. En efecto, si la divulgación no toma en cuenta al receptor puede perder su sentido primordial: comunicar”, afirma Sánchez (Sánchez 1998: 150).

El mexicano Rolando Isita Tornell también expone una propuesta interesante en su tesis doctoral que titula *Ciencia y Propaganda en España* (1995). Una de sus premisas fundamentales es considerar a la ciencia como parte de la cultura; esta opinión la sustenta con estudios realizados por John Bernal, Ruy Pérez Tamayo y Amílcar Herrera.

Isita concibe la cultura como un sistema global, conformado por tres subsistemas: el ideológico, el científico y el social. En este contexto, dice que la ciencia es un sistema especial que tiene sus propios valores y tradiciones legitimadas por sus resultados; que su capital humano, en cambio, es producto de la sociedad en la que está inmersa la actividad científica, y que no hay manera de sustentar ninguna modernidad ni progreso económico si no existe en su base el desarrollo científico y su aplicación. Cree fundamental que el divulgador contemple en su trabajo la influencia de los tres subsistemas de la cultura. Le sugiere cuestionarse cuáles son los valores que priman en la población a la que destina sus mensajes, cuál es el imaginario colectivo y qué estrategias o políticas de Estado rigen en el ámbito científico.

Su investigación va más allá del análisis de conceptos relacionados con la divulgación científica o de estudios preliminares sobre el tema: propone un modelo de divulgación que denomina *propaganda científica*, el cual se comenta en el cuarto capítulo de esta obra.

Este comunicador advierte que la propaganda científica no es buena ni mala, sino eficaz o ineficaz. Para que sea eficaz, debe elaborarse sobre la base de datos que contemplen las características del público destinatario.

Isita recuerda que la propaganda puede inducir deliberadamente conductas, valores, creencias, fobias o filias a favor o en contra de una idea, de una persona, de partidos políticos, de Estados y de naciones. Que su ámbito de operación es el ideológico y el social; que se dirige a los sentimientos y no a la razón, aunque nada excluye que se pueda usar la razón dirigida a los sentimientos. Que, para que sea verosímil y eficaz, debe tomar en consideración la historia, las tradiciones, los valores, los símbolos y las creencias de las personas a quienes va dirigida su acción y que, ésta, debe estar vinculada a programas de gobierno.

Aunque los medios de comunicación pueden ser responsables del entusiasmo colectivo, ya que son vías de escape de la realidad circundante y legitiman las emociones, no conviene circunscribir a estos la aplicación de una propaganda científica, sino aprovechar todos los ámbitos en donde tenga expresión la cultura, en cualquiera de sus manifestaciones. Así lo recomienda Rolando Isita. Dice que una meta de la propaganda científica es la superación de los miedos que surgen de la naturaleza, del Universo y del entorno social; pero, sin que ello implique suplir o imponer a la creencia el conocimiento científico. “Lo ideal es sustentarse en la creencia colectiva para ofrecer una explicación científica y que, aunque convivan ambas ideas, la gente sepa identificar sus diferencias y argumentar sus fundamentos”. (Isita Tornell 1995: 66).

Los enfoques bosquejados en este capítulo fundamentan de manera teórica la búsqueda de alternativas que permitan superar el problema que ha motivado la elaboración de esta obra: *¿Cómo comunicar públicamente la ciencia y la tecnología en Iberoamérica, sin perder rigurosidad, de manera que sean comprensibles por públicos amplios y cumplan con el objetivo de generar una visión más crítica sobre el desarrollo y aplicación de este conocimiento?*

Capítulo 2

GENERALIDADES DE LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

*Una era de progreso científico
debe ser una era de divulgación.*

BRINSLEY LE POER TRENCH

Definición

Hay una gran variedad de términos relacionados con el hecho de transmitir socialmente los conocimientos científicos. De acuerdo con el país de procedencia o con el tipo de enfoque, se le llama vulgarización, popularización, divulgación científica, periodismo científico, comunicación científica pública, comunicación social de la ciencia o gestión de los conocimientos científicos. En México se acostumbra analizar la difusión científica y la divulgación de la ciencia; en tanto que, en España, suele estudiarse el periodismo científico y la comunicación pública de la ciencia.

Difusión deriva del latín *diffundere*, que significa propagar o esparcir, y de *fundere*, que es derramar. Divulgar procede del

latín *divulgare* y, a su vez, de *vulgus*: el vulgo. Así, en el ámbito científico, difundir es propagar o esparcir un conocimiento entre quienes integran una determinada comunidad científica, condición prima para —en el desarrollo de lo que Thomas Kuhn denominó revoluciones científicas— extender tal conocimiento a los círculos más amplios de la población, donde se valida como producto social, mediante su divulgación.³ Por tanto, difundir es propagar el conocimiento científico entre especialistas, mientras que divulgar es presentar la ciencia al público en general. En Francia y en Estados Unidos usan popularizar, con la misma concepción que se atribuye al término divulgar.

Es claro que tanto la difusión como la divulgación son actividades de comunicación; aunque lo común es que los destinatarios se comporten de manera pasiva. Por lo tanto, cuando en la participación del conocimiento científico se busca el diálogo, esto es, el intercambio de saberes y de experiencias, se emplea el término comunicación (Estrada Martínez 1992: 69-76).

Así lo expuso uno de los pioneros de la divulgación científica en México, Luis Estrada Martínez, quien dirigió la revista *Naturaleza* y fundó el Programa Experimental de Comunicación de la Ciencia de la UNAM, que luego se transformó en el Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia, actual DGDC.

El periodismo es una actividad profesional que tiene por objeto la selección, el procesamiento y la transmisión periódica de informaciones de actualidad para un público masivo o para determinados sectores de ese público. El periodismo científico es una especialización informativa que establece un puente entre productores del conocimiento científico y el público en general, a través de los medios de comunicación masiva.

³ Esta opinión también la expuso Jorge Gastélum, en el artículo “La actividad en los centros de ciencia”, que publicó en el suplemento *Lunes en la Ciencia*, diario *La Jornada*, México, 8 de mayo del 2000.

Por Divulgación de la Ciencia se entiende la recreación del conocimiento científico, para hacerlo accesible al público general y fomentar una visión más crítica sobre la ciencia.

Comunicar es dialogar, es relacionar un hecho con la causa que lo produce y el efecto que genera. La Comunicación Científica Pública (CCP)⁴ es el conjunto de actividades de comunicación que van desde las técnicas publicitarias hasta el espectáculo y las relaciones públicas, pasando por la divulgación tradicional, el periodismo, las exposiciones, los clubes de ciencia, la gestión de la opinión pública, entre otros. La CCP tiene contenidos científicos divulgados y destinados a un público no especialista. Está basada en los efectos sociales del progreso científico y relacionada directamente con el periodismo científico.⁵

El término que se emplea en esta obra es *Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología* (CPCT). Comprende todo tipo de actividades de ampliación y de actualización del conocimiento científico, conforme a dos condiciones: que sean tareas hechas fuera de la enseñanza académica formal, y sin el objetivo de formar especialistas ni de perfeccionarlos en su propia especialidad. Estas condiciones las expuso F. Le Lionnais en el debate que la Asociación de Escritores Científicos de Francia (AESF) realizó el 26 de febrero de 1958.

La CPCT propicia el acercamiento de sujetos culturales a diversos aspectos de la práctica científica —que pueden ser históricos, sociológicos, de impacto cultural y político, epistemológicos o conceptuales—, con el fin de que estos aspectos promuevan la reflexión y la apropiación de conocimientos dentro de los marcos culturales de los destinatarios (Calvo Hernando 1977).

⁴ La CCP es un concepto relacionado con el fenómeno de movilización social que provocan las innovaciones científicas y tecnológicas en la vida, en el trabajo o en el pensamiento.

⁵ Esta opinión también la mencionó la argentina Marisa Avogadro de Suárez en su artículo “Comunicar la ciencia: un periodismo de proyección al 2000”, publicado en el boletín *Periodismo Científico*, en España. Esta publicación es bimestral y la auspicia la AEPC.

Asume el reto de propagar la ciencia en un lenguaje sencillo y comprensible hacia una amplia población, que incluye al público general o al mencionado *hombre de la calle*.⁶ Pero no ejerce una simple traducción del conocimiento científico, sino que lo recrea y lo contextualiza con creatividad, a partir de los conocimientos y de la propia imaginación del divulgador.

“Más que estudiarla [a la ciencia], la *recrea* o la *reproduce*, la parafrasea. La *traduce* en un sentido creativo (que es el único válido) de traducir. Es algo *sobre* el conocimiento científico en el sentido de *paralelo* a él. Es más un acto de mimesis creativa que de disección”, afirma de la divulgación científica Carlos López Beltrán, quien es historiador de la ciencia, divulgador y poeta mexicano (López Beltrán 1983).

Características

La Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología (CPCT) puede realizarse desde la educación no formal; a través de los medios de comunicación, de la propaganda científica, del cine y la literatura, y en espacios abiertos para el intercambio de información científica y tecnológica.

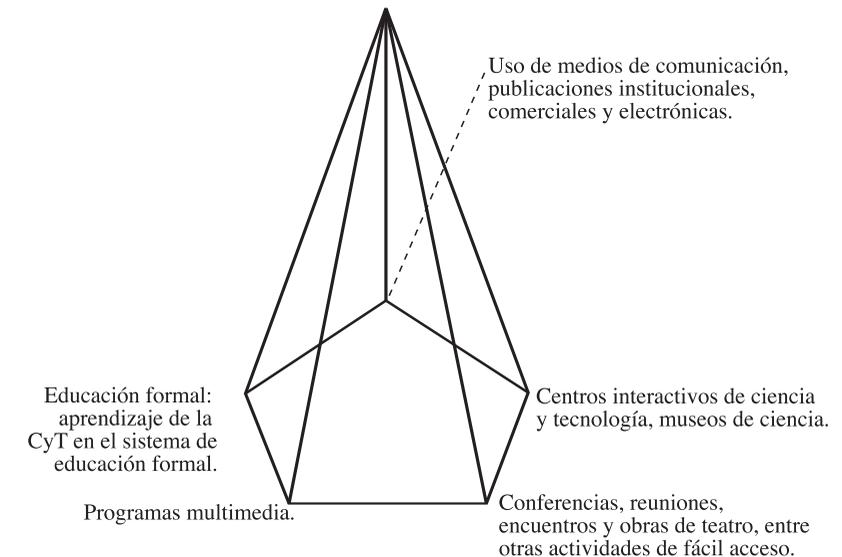
Para esquematizar su estudio, el mexicano Eduardo Martínez elaboró “La pirámide de la popularización de la cyT”, en cuyos vértices inferiores contempló cuatro escenarios: 1) Centros y exhibiciones interactivos de Ciencia y Tecnología (cyT); 2) Programas multimedia de popularización de la cyT; 3) Medios de comunicación masiva, y 4) Educación formal: aprendizaje de las ciencias (Martínez 1997: 12).

El mexicano Francisco Serrano agregó un quinto vértice a la pirámide, para incluir en él las conferencias, pláticas, reuniones, encuentros, representaciones teatrales o de otro tipo y las exposi-

⁶ Término que utiliza Philippe Roqueplo en *El reparto del saber*, Argentina, Editorial Gedisa, 1983: 21.

ciones que permiten un acercamiento más directo entre los generadores del conocimiento científico y el público receptor. (Serrano Figueroa 2000: 16). Así quedó el esquema rediseñado por Serrano:

PIRÁMIDE DE LA COMUNICACIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA



La CPCT surge en el momento en que la comunicación de un hecho científico deja de estar reservada exclusivamente a los propios miembros de la comunidad investigadora o a las minorías que dominan el poder político, cultural o económico.⁷

⁷ El español Manuel Calvo Hernando compartió esta opinión en la ponencia que intituló “Medios alternos y organizaciones para la divulgación de la ciencia” y que expuso en el Encuentro Nacional de Divulgación de la Ciencia, en México, el 22 de marzo del 2000: 7.

Luis Estrada Martínez caracteriza la divulgación científica por incluir tres elementos: información clara y precisa sobre los resultados de la investigación científica; descripción de los métodos y de los procedimientos empleados por los científicos para obtener sus resultados, y elementos necesarios para situar lo anterior en un contexto más amplio, de cultura general, preferentemente.

Por tanto, un buen artículo de divulgación no sólo debe referir los resultados de un proyecto científico, sino también el proceso seguido por esa investigación y los argumentos que permitan al público general comprender el cometido social de ese trabajo. La pregunta básica a la que debe responder es: ¿por qué los resultados de esta obra son tan importantes y por qué no se contestó antes a esta pregunta de la naturaleza?⁸

Estas son algunas sugerencias que resultan fundamentales para escribir el artículo de divulgación científica: elaborar un guión, conocer al lector, identificar el canal por el que se divulgará, analizar la técnica que se empleará, estar actualizado, saber más de lo que se escribirá, seleccionar bien la información y ordenarla, usar datos confiables, interesar al lector, no rellenar, incluir novedades, usar frases y párrafos cortos, contextualizar y revisar bien el texto antes de publicarlo.

Objetivos

Los objetivos de la CPCT son múltiples; pueden ser clasificados de acuerdo con su carácter: intelectual, práctico o social. El decano del periodismo científico español, Manuel Calvo Hernando, presenta estos objetivos en el siguiente cuadro:

⁸ Esta pregunta la planteó Louise Fresco, de la Universidad de Estudios Agrícolas de Wageningen, Holanda, y la citó Manuel Calvo Hernando, en “Estilo para divulgadores científicos”, en *Chasqui*, N° 62, Ecuador, 1998.

OBJETIVOS DE LA CPCT SEGÚN SU CARÁCTER		
Intelectual	Práctico	Social
Proporcionar a la gente común la posibilidad de introducirse en el conocimiento humano, de comprender el método científico, de buscar la verdad en la naturaleza, y de adquirir instrumentos que le permitirán valorar la belleza de las construcciones teóricas de la ciencia moderna.	Suministrar a los periodistas o al divulgador información susceptible de ser entendida y utilizada, además de ayudarles a comprender la importancia de los nuevos descubrimientos científicos.	Ayudar al individuo y a la sociedad a que entiendan los riesgos del progreso científico y las posibilidades de acabar con el hambre, la pobreza y la enfermedad, es decir, concienciar sobre la importancia de la ciencia.

Fuente: Calvo Hernando, *Manual de Periodismo científico*, Madrid, Editorial Paraninfo, 1992: 29.

Calvo Hernando agrega dos objetivos que considera visibles y explícitos para la CPCT. El primero lo vincula al conocimiento: comunicar al público los avances de las grandes disciplinas de nuestro tiempo (astronomía, cosmología, origen de la vida, biología, conocimiento del Universo —micromundo y macromundo— y del propio ser humano); en otras palabras, ayudar a la gente a comprenderse a sí misma y a comprender su entorno, tanto el visible como el invisible. El segundo objetivo lo concentra en la acción, tras el estudio de las consecuencias del progreso científico. Esta acción exigiría un plan que contemple las propuestas de centros de investigación, de universidades y de instituciones educativas en general, de museos de ciencia y, por supuesto, de periodistas, de escritores, de investigadores y de docentes.

La divulgación que se realiza a través de medios de comunicación se denomina *periodismo científico*. Sus objetivos son: poner a disposición del público los avances de la ciencia; dar a

conocer las grandes corrientes del pensamiento científico moderno; informar sobre los descubrimientos; suscitar la curiosidad de la gente; reconciliar al humano con la ciencia y la técnica, así como hacerlas accesibles a la mayoría; advertir sobre las consecuencias sociales, económicas, políticas y ecológicas de los procesos de cambio derivados de la ciencia y la tecnología, movilizar a la opinión pública, y hasta reorganizar la economía del conocimiento (El Hadj y Bélisle 1985).

Cabe diferenciar la transmisión informativa de temas científicos de su análisis crítico. Lo ideal es no sólo informar sobre conocimientos científicos, sino hacer que estos constituyan un componente fundamental en la cultura, en la conciencia social y en la inteligencia colectiva.

Funciones

La práctica de la CPCT tiene varias dimensiones, como bien lo reconoció la UNESCO en 1995.

Una de ellas es la política. La democracia requiere que todo ciudadano ilustrado pueda conocer el estado de los conocimientos y de los desconocimientos y, también, sus aspectos éticos. Pero tiene además una dimensión científica. Cuando aparecen constantemente nuevos campos de ignorancia, cuando la aplicación o no de un descubrimiento es cada vez más determinado para el futuro de la humanidad, es urgente y necesario abrir un diálogo entre las diferentes formas de saber y de preguntar.⁹

Una de las personas que escribió sobre la dimensión política de la divulgación fue Carl Sagan, el divulgador científico de mayor reconocimiento mundial en el siglo XX. “Cada vez que hacemos democracia, estamos también haciendo ciencia”, afirmó en *El mundo y sus demonios*. En esta misma obra, expuso:

⁹ Opinión expuesta en un documento oficial de la UNESCO, referente a las Reuniones Filosóficas que este organismo auspició en 1995.

Los valores de la ciencia y los valores de la democracia son concordantes, en muchos casos indistinguibles. La ciencia y la democracia empearon —en sus encarnaciones civilizadas—, en el mismo tiempo y lugar, en los siglos VII y VI a. C. en Grecia [...]. Lo que Jonia y la antigua Grecia proporcionaron no son tanto inventos, tecnología o ingeniería, como la idea de la interrogación sistemática, la idea de que las leyes de la naturaleza, y no unos dioses caprichosos, gobiernan al mundo (Sagan 2001: 57, 343).

La función democrática de la divulgación ayudaría a evitar que el conocimiento científico genere un poder que esclavice a quienes carecen de él, como lo describió Michel Foucault en su libro *Microfísica del poder*.¹⁰

En relación con los científicos, la CPCT cumple una función que puede distinguirse por sus aspectos interno y externo. Hacia el interior, establece una comunicación especial entre ellos y, hacia el exterior, los relaciona con sus congéneres. Para el mexicano Luis Estrada Martínez son importantes ambas funciones, pero es de mayor urgencia la segunda en los países que están en vías de desarrollo.

Con la divulgación de la ciencia podemos distribuir una riqueza cultural que, además de hacer justicia, llena una necesidad en estos tiempos. No seremos libres ni capaces de lograr una buena calidad de vida mientras permanezcamos al margen del conocimiento científico. Tampoco mejoraremos si el acercamiento a la ciencia es sólo de unos cuantos. He sostenido que la divulgación de la ciencia es una ayuda para distribuir el conocimiento científico, así como que esta actividad no es un remedio automático. Para lograr con ella tal ayuda es necesario realizarla en forma profunda y sistemática, pues en otro caso puede ser el disfraz de un peligro. Así como su versión genuina puede ayudar a la superación humana, la simulación de ella no será más que otro instrumento de enajenación, ya sea por entretenimiento o ya sea por manipulación (Estrada Martínez 1992: 69-76).

¹⁰ En esta obra, Michel Foucault afirmó que quienes concentran el conocimiento suelen ejercer poder sobre quienes lo ignoran. Su análisis lo hizo desde tres distintas circunstancias: el encierro, la locura y la sexualidad.

Carlos López dice que la divulgación debe realizarse “entre dos fuegos”: por un lado, debe extraer su sustancia, sus materiales, del cerrado ámbito científico, y por otro, debe alcanzar, interesar y, si es posible, hasta entusiasmar al público general con sus resultados. Concibe la divulgación como una forma especial de transmitir el conocimiento científico, que debe transformar la ciencia de la que parte. Aclara que los conceptos que se manejan en la divulgación *no son los mismos*, en un sentido estricto, que los de las ciencias. “No pueden ser los mismos. Pero esto no es trágico. Al contrario, en eso consiste la *autonomía* de la divulgación” (López Beltrán 1983).

Otro importante análisis sobre la función de la divulgación científica lo ofrece el mexicano René Anaya, al responder a la pregunta *¿para qué divulgar?*:

Se ha planteado que la divulgación científica debe cumplir, entre otras funciones, la de hacer partícipes a todos de los avances de la ciencia; estimular la vocación científica de los estudiantes; crear un ambiente favorable para las inversiones en la investigación; hacer comprender que la actividad científica y tecnológica influye en la mejora de las condiciones de vida de la población, y desterrar creencias falsas sobre los científicos, a quienes se les considera alejados de las preocupaciones cotidianas del común de la gente.

Se podrían enunciar otras funciones más, todas válidas, pero la principal de la divulgación científica, en un país como el nuestro, es contribuir a formar un pensamiento científico que logre desterrar supersticiones y charlatanerías, y fomente el análisis de los grandes problemas nacionales, con sentido crítico (Anaya 1998).

Pero la conformación de ese pensamiento científico no está reñida del todo con el pensamiento mágico que manifestamos en nuestra vida diaria, en la creación artística y hasta en el quehacer científico. “El reto actual es lograr la cohabitación de estos pensamientos, sin caer en el ultrarracionalismo ni en el misticismo paralizante”, opina René Anaya.

Perfil del divulgador

¿Quién debe divulgar la ciencia? Ni en el mundo de la comunicación, ni en la comunicación científica, ni en la estructura educativa hay unanimidad sobre quiénes deben ejercer esta tarea. El periodista científico Manuel Calvo Hernando afirma que todos somos responsables: comunicadores, científicos, ingenieros, educadores, profesionales y todo aquel que sienta la necesidad y la vocación de promover la participación del público en el conocimiento científico. Ignacio Fernández Bayo cree que la solución es la simbiosis entre científicos y periodistas. (Fernández Bayo 1988: 57 y 58). Compartimos ambos criterios, porque actualmente es imposible dominar todo el mundo de la ciencia. Por tanto, no es requisito imprescindible ser científico para ser divulgador de la ciencia, sino tener curiosidad e interés y, a la hora de divulgar, contrastar los datos con fuentes informativas fiables y/o buscar información de referencia.

Así como la música requiere de intérpretes para ser apreciada, la ciencia requiere de profesionales que interpreten ante el público las obras científicas. Hay excelentes divulgadores de la ciencia, aficionados o autodidactas, pero son muy pocos y no tienen una profesión específica. Ante la complejidad creciente del progreso científico y de la propia vida cotidiana, es necesario que cada profesional tenga algo de divulgador.

El mensaje es sencillo. Estamos científicos y legos (público general) en situación análoga. Eliminando matices, todos somos ignorantes. Necesitamos de muchos otros si aspiramos a construirnos siquiera un esbozo del mundo que nos tocó vivir. Ser experto y estudioso hoy día no da sino una buena imagen de un fragmento muy acotado de lo que (entre todos) sabemos. Nuestra condena es equivalente; la ignorancia individual se desboca conforme crece y se expande la red de preguntas, respuestas, dispositivos, dudas, imágenes, algoritmos. De ahí que la divulgación, el volcar lo que sabemos (y más aún lo que inquieta porque aún no se sabe) sobre el mercado común de la palabra compartida se haya

vuelto tarea de sobrevivencia. No se trata nada más de repartir los bienes, de traer el evangelio científico a los legos y así contribuir a su libertad. Se trata más bien de crear las condiciones para que los espacios se vuelvan transitables, para que las aduanas se debiliten, para que recuperemos el libre tránsito. Que quienes viven aislados por sus murallas de expertez salgan a transitar entre los demás, y quienes se descubran acicateados por el deseo de participar, desde donde sea, en la conversación abigarrada que nuestra especie mantiene con su entorno, con su pasado, presente y futuro, lo pueden hacer (López Beltrán 2001: 5).

Quien opte por esta labor, debe expresarse con claridad y en un estilo que le resulte inteligible al receptor común; debe tener conciencia de que su objetivo básico es poner al alcance de la mayoría el patrimonio de la minoría. Para lograrlo, defenderá en sus escritos, en sus palabras y en sus imágenes, el derecho de todo ser humano a participar en la información y en el conocimiento, y a integrarse en la tercera cultura, que es humanística y tecnológica.¹¹

Manuel Calvo Hernando, quien concibe al divulgador como un profesional que sabe contar historias, que posee conocimiento científico y narrativo, y que reúne las siguientes cualidades:

1. Afán de comprensión.
2. Curiosidad universal, para satisfacerla personalmente y para suscitar, en sí mismo y en los demás, curiosidades y emociones nuevas.
3. Sed de conocimientos.
4. Capacidad de expresión.
5. Estado de duda, escepticismo y alerta permanente.
6. Amor al misterio.
7. Imaginación.
8. Preocupación por el rigor.
9. Capacidad de asombrarse y de maravillarse.

¹¹ Esta opinión la comparte Manuel Calvo Hernando en su artículo intitulado “Estilo para divulgadores científicos”, en *Chasqui*, N° 62, Ecuador, 1998.

10. Vocación pedagógica.
11. Gusto por comunicar.
12. Prudencia, en el sentido de respetar las zonas de incertidumbre y los límites de la validez de los conceptos, de evitar considerar como absoluto lo que no suele ser más que modelos transitorios.
13. Concentración en el trabajo.
14. Realismo.
15. Dotes de observación.
16. Perseverancia.
17. Interés por resultados prácticos.

“Más que escritor, el divulgador es lo que Héctor Anaya ha llamado un ‘narrador científico’ y su función consiste, precisamente, en contar lo que otro ha hecho. No sólo tiene que traducir o que recrear el proceso, también debe hacer de éste una creación verdadera”. Coherente con esta opinión, Manuel Calvo Hernando recuerda que uno de los objetivos del divulgador es descubrir las relaciones entre el quehacer científico y la vida cotidiana, entre el conocimiento nuevo y sus posibilidades en la vida de cada individuo o de cada grupo social.¹² A este y más objetivos se refirió en el decálogo que escribió hace más de tres décadas y que, a pesar del tiempo, aún se mantiene vigente.

Decálogo del divulgador de la ciencia

1. Ante todo, tendrá conciencia de su altísima misión: poner al alcance de la mayoría el patrimonio científico de la minoría. Defenderá en sus escritos, sus palabras o sus imágenes el derecho de todo ser humano a participar en la sabiduría y a

¹² Este comentario de Manuel Calvo Hernando consta en la ponencia que presentó en el Encuentro Iberoamericano “El Periodismo Científico en el Siglo XXI”, celebrado en Quito, Ecuador, del 28 al 30 de octubre de 1999.

- integrarse en la cultura y en la civilización, que les mantendrá unidos en un saber común.
2. El divulgador de la ciencia pondrá todo su esmero en difundir los descubrimientos y los hallazgos, situándolos en su propio marco, valorando su importancia para la humanidad, y estableciendo una posición de equilibrio entre lo que los descubrimientos tienen de sensacionales y su valor como fruto de una tarea permanente y colectiva.
 3. En cuanto a la ciencia pura, subrayará el hecho de que sin ella no hay progreso ni ciencia aplicada, y expondrá la dignidad y la nobleza de este empuje de lo que hay de más sagrado en el hombre: la necesidad de saber y de orientarse. Sin olvidar nunca el doble aspecto de lo visible y lo invisible, lo inmanente y lo trascendente, en la relación del hombre con el mundo que le rodea y procurando, además, que su labor esté inspirada en la fe, en la unidad armoniosa de la vida humana.
 4. Combatirá, con todos los medios a su alcance, la desconfianza de las personas hacia la ciencia, e insistirá en dos hechos evidentes: 1º) Los hombres de ciencia están obligados a ir siempre más arriba, más adelante y a profundizar en los secretos de la creación, y es la propia sociedad humana la que, después, hace mal uso, en ocasiones, de los descubrimientos científicos; y 2º) En el balance de las aportaciones de la ciencia al progreso y al desarrollo de la humanidad, es mínimo aquello que –incluso sin tener en cuenta el apartado anterior– podría considerarse como negativo.
 5. Tratará de crear conciencia pública de la importancia de la investigación científica, de la necesidad de que participemos todos en esta nueva revolución universal, de la rentabilidad de la investigación científica y de la urgencia de una cooperación más eficaz por parte del Estado, de los sectores productores y de los servicios, empresarios y financieros y, en suma, de la sociedad toda.

6. Insistirá, una y otra vez, en que la ciencia es cada día menos una aventura personal y, cada día más, una vasta empresa colectiva que necesita hombres, medios y un ambiente favorable.
7. Tratará de hacer ver al público el hecho de que, a pesar de lo que pueda parecer a los ojos del profano, la investigación científica no es algo misterioso, secreto ni terrorífico, sino una obra de sabiduría, de razón, de paciencia, de tenacidad y, sobre todo, de ilusión.
8. Denunciará la superchería de las falsas ciencias, que en muchas zonas de la humanidad siguen constituyendo obstáculos muy serios al desarrollo. Los curanderos están desacreditados, por lo menos en las sociedades occidentales; aunque los shamanes cobran día a día más importancia en varios países de América Latina. Conviene combatir a sus equivalentes en otras ramas del conocimiento o de la actividad humana.
9. Tratará a la ciencia con respeto; pero con familiaridad, poniendo el acento en la simpatía y en los aspectos humanos del científico. Frente a tanto temor y desconfianza parece necesario humanizar la ciencia al presentarla al público, y situarla entre nosotros de modo entrañable y cordial, sin restarle seriedad ni trascendencia.
10. Y todo esto, el divulgador lo presentará del modo más sugestivo posible, en su dimensión asombrosa y escalofriante, para llegar al mayor número de lectores, de oyentes o de espectadores, y utilizando la palabra, el sonido y la imagen de un modo periodístico; es decir, actual, interesante, directo y sencillo.

Otro decálogo,¹³ escrito por Miguel Ángel Garrido,¹⁴ resume claramente el panorama de CPCT que se describe en la presente obra:

¹³ Decálogo que incluyó Manuel Calvo Hernando en su artículo “Estrategias para comunicar el conocimiento (1)”, en *Autores científicos-técnicos y académicos*, N° 19, España, 2001.

¹⁴ Profesor del Instituto de la Lengua Española del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), España.

1. La información debe acudir de manera proporcionada a la creciente demanda social de conocimiento científico y técnico.
2. Junto a la adhesión al progreso, es preciso poner de relieve los riesgos que determinadas aplicaciones científicas pueden entrañar.
3. La demostración científica no tiene un valor absoluto, sino que ha de ser entendida, como cualquier otro discurso, dentro de un contexto y una situación.
4. Es preciso elaborar más y mejores elencos de vocabulario científico y técnico.
5. Hay que estimular a los científicos para que sean cada vez más los capaces de dominar tanto el lenguaje de la ciencia como el de la divulgación científica, que son discursos distintos.
6. Para el caso de aquellos científicos que no quieren o no sepan hacerlo, hay que propiciar la existencia de mediadores capaces de traducir de un discurso a otro.
7. El informador debe acercarse al campo de la ciencia como cualquier otro: con honradez, rigor y la máxima competencia posible. Para hablar sobre ciencia se posee el mismo instrumento que para hablar de cualquier otra cosa: la lengua común.
8. Se debe hacer propaganda de la ciencia: expande los límites del conocimiento humano y proporciona bienestar.
9. Hay que desmitificar la ciencia: no es una panacea para los problemas del ser humano, ni una religión. Como todo instrumento, se puede emplear.
10. Las ciencias y las humanidades forman parte de la cultura: no es aceptable una ciencia sin humanismo ni lo son unas humanidades al margen de la ciencia.

Capítulo 3

PROBLEMAS DE LA COMUNICACIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

Hay tres colectivos que condicionan que la ciencia ocupe el espacio que le corresponde: público, científicos y medios de comunicación.

IGNACIO FERNÁNDEZ BAYO

La Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología (CPCT) afronta problemas que, generalmente, derivan de sus condiciones científica, informativa y divulgadora. Algunos surgen del temor generado por los repentinos avances científicos y tecnológicos, por el desconocimiento del lenguaje científico, por el insuficiente apoyo que se destina a la ciencia y a su divulgación, por las relaciones no tan gratas entre científicos y periodistas, por la escasa cultura científica que fomentan los planes de estudio, entre otros factores.

La clave para la superación de un problema es *comprenderlo*, en lugar de temerlo. Esta idea sustenta el desarrollo del presente capítulo, en donde se explica por qué la mayoría de problemas que afectan a la CPCT provienen de la ciencia, la comunicación y la sociedad.

1. Problemas de la ciencia

La ciencia es como la Tierra: sólo puede poseerse una pequeña parte.
ISAAC NEWTON

El carácter evolutivo y el crecimiento acelerado de la ciencia ocasionan un gran problema a la CPCT, porque exigen la cobertura de un campo de estudio enorme, diverso y muy especializado. Por tal razón, Luis Estrada estima casi imposible saber lo que sucede en el mundo de la ciencia. Admite que hasta los científicos tienen problemas cuando intentan comprender especialidades distintas a la suya, y que es difícil comprobar si efectivamente es científica una aseveración que ostenta ese calificativo; ya que, para comprobarlo, “casi siempre es necesario establecer una cadena de aclaraciones cuyos eslabones se enlazan de manera deficiente y dan lugar a lo que de ordinario llamamos el teléfono descompuesto” (Estrada Martínez 1992: 69-76).

El problema surge porque el espectro de estudio que abarca la ciencia es demasiado amplio. Al declararse que su objetivo es la comprensión de la naturaleza, se advierte que la meta de la ciencia es explicar la realidad, someter todos los fenómenos que ocurren en ese vasto compartimiento de la naturaleza que incluye todo lo que existe “ahí afuera”, todo lo que cabe dentro de nuestra capacidad de entendimiento, todo lo que es el mundo y lo que somos nosotros, a la racionalidad humana (Pérez Tamayo 1998: 19).

El uso de la ciencia con carácter positivo o negativo depende de la información que se transmita y del análisis social que ésta genere. Para reflejar la repercusión positiva de la ciencia y tecnología en el mundo, la UNESCO citó los siguientes indicadores en su Primera Conferencia Mundial sobre la Ciencia:¹⁵

¹⁵ Esta conferencia se celebró en Budapest, Hungría, del 26 de junio al 1 de julio de 1999.

- Entre 1960 y 1994, el promedio de la esperanza de vida aumentó de 39.9 a 49.9 años. La tasa de mortalidad infantil disminuyó un 40 por ciento en ese mismo período. El porcentaje de la población que tiene acceso al agua potable se multiplicó por dos en los últimos 20 años. Todos estos indicadores de crecimiento se refieren a los países menos desarrollados.
- En los últimos 30 años, el desarrollo de la microinformática hizo posibles múltiples progresos espectaculares en el plano social y, en la actualidad, el potencial informático tiende a duplicarse cada 18 meses. Los teléfonos móviles y el abaratamiento de las computadoras logran que Internet penetre incluso en las zonas rurales de los países en desarrollo, con todas las implicaciones que esto conlleva en materia de aprendizaje a distancia y de democratización. Se puede considerar que los microprocesadores son la invención más revolucionaria de la segunda mitad del siglo xx, junto con la ingeniería genética y las biotecnologías. Estas invenciones abren paso a una serie de posibilidades que hacen que el vínculo entre ciencia y ética sea más estrecho que nunca.
- La mayor parte de conocimientos sobre diversos fenómenos naturales y sociales surgieron en el siglo xx, gracias a la profesionalización de la investigación científica y al apoyo económico que recibió esta actividad.

No todos los indicadores anteriores reflejan la experiencia de América Latina, debido a que la mayoría de países de esta región aportan débilmente al desarrollo de la CYT. Para su avance, la mayoría de países latinoamericanos invierten menos del 0.5 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) y, en ningún caso, más del 1 por ciento que recomienda la UNESCO. Apenas un 10 o un 15 por ciento de sus universidades tienen capacidad real y efectiva para realizar actividades de investigación científica.

A pesar de que esta región alberga al 8.4 por ciento de la población mundial, sólo contribuye con 3.6 por ciento al gasto total en investigación y desarrollo, y con un porcentaje similar a la producción científica global.¹⁶

Para superar estas limitaciones, el Comité Coordinador de Redes Científicas de América Latina (CCRCLA) promueve la realización de actividades que fortalezcan la colaboración regional en materia de ciencia y tecnología. Este comité lo integran: la Red Latinoamericana de Biología (RELAB), el Centro Latinoamericano de Física (CLAF), la Federación Latinoamericana de Sociedades de Física (FELASOFI), la Red Latinoamericana de Ciencias Químicas (RELACQ), la Red Latinoamericana de Ciencias de la Tierra (RELACT), la Red Latinoamericana de Astronomía (RELAA) y la Unión Matemática de América Latina y el Caribe (UMALCA).

Más de cien años de creatividad científica

1900	Max Planck descubre los cuantos de energía y formula su teoría cuántica.
1901	Guglielmo Marconi recibe en Newfoundland la primera señal telegráfica enviada desde Cornwall (Gran Bretaña).
1903	Los hermanos Wright logran efectuar un vuelo propulsado por motor.
1905	Albert Einstein publica la teoría de la relatividad.
1909	Paul Ehrlich encuentra el remedio para curar la sífilis.
1913	Niels Bohr y Ernest Rutherford descubren la estructura del átomo.
1913	Henry Ford inventa la cadena de montaje rápida para la producción masiva de automóviles.

¹⁶ Estos datos constan en la Declaración que suscribieron miembros del CCRCLA –al término de la reunión celebrada en la Ciudad de México, del 2 al 4 de septiembre del 2001–, y que la publicó el periódico *Descubrir Latinoamericano*, N° 11, México, noviembre del 2001.

1920	Primera emisión de radio.
Años 20	Primeros aparatos electrodomésticos —aspiradora, máquina de afeitar eléctrica, secadora centrífuga, refrigerador, congelador de alimentos, radio.
1922	Fredric Banting y Charles Best descubren la insulina.
1923	Vladimir Zworykin inventa la cámara de televisión.
1924	Edwin Hubble descubre la primera galaxia vecina de la nuestra.
1926	John Logie Baird efectúa la primera emisión de televisión a través de ondas de radio.
1927	Georges Lemaitre propone su teoría de la gran explosión para explicar el origen del Universo.
1928	Alexander Fleming descubre la penicilina.
1929	Edwin Hubble propone su teoría del Universo en expansión.
1930	La <i>British Broadcasting Corporation</i> (BBC) inicia sus emisiones de televisión.
1931	Ernest Lawrence inventa el ciclotrón para estudiar el comportamiento de las partículas atómicas aceleradas.
1932	James Chadwick describe la composición del núcleo del átomo en protones y neutrones.
1935	Invencción del nailon y de los plásticos —fabricación de las primeras medias de nailon.
1942	Enrico Fermi efectúa la demostración de la primera reacción nuclear controlada.
1945	Se hace estallar la primera bomba atómica en Nuevo México. Un mes después fueron lanzadas bombas atómicas en las ciudades japonesas de Hiroshima y Nagasaki.
1945	Demostración de la primera computadora electrónica: el Analizador y el Ordenador Integrado Numérico Electrónico (ENIAC). Utiliza tanta energía eléctrica que las luces casi se apagan.
1947	William Shockley inventa el transistor.
1948	Percy Julian sintetiza la cortisona.
1950	Getrude Elion utiliza la quimioterapia para el tratamiento de la leucemia.

1952	Jonas Salk produce una vacuna contra la poliomielitis.
1952	Henri Laborit descubre la clorpromazina y se sientan las bases de las terapéuticas químicas para las enfermedades mentales.
1953	James Watson y Francis Crick, con la contribución de Rosalind Franklin, descubren la doble estructura helicoidal del ADN, el elemento de construcción de la vida.
1954	Primer trasplante exitoso de un riñón.
1957	La Unión Soviética lanza el satélite Sputnik.
1960	Peter Medawar descubre el fundamento de la inmunosupresión.
1960	Stephen Hawking publica su Gran Teoría Unificada del origen del Universo.
Años 60	Descubrimiento de las enzimas de restricción —las “tijeras” utilizadas por la ingeniería genética para unir los genes.
1961	La Unión Soviética pone en órbita al primer astronauta en torno al planeta.
1964	Murray Gell-Man pronostica la existencia de los quarks.
1967	Christian Barnard lleva a cabo el primer trasplante de un corazón humano.
1967	Jocelyn Bell identifica los púlsares (estrellas de neutrones).
1969	Dorothy Hodgkin describe la estructura molecular de la insulina.
1969	Los astronautas estadounidenses del Proyecto Apolo ponen el pie en la luna.
Años 70	Topografía informatizada (escáner CT) para examinar los tejidos blandos.
Años 70	Varias universidades norteamericanas se conectan mediante una red informatizada (ARPAnet).
1971	Gilbert Hyatt e Intel producen el primer microprocesador comercial (ordenador o computadora).
1974	Bill Gates y Paul Allen conciben la programación del ordenador Altair y a continuación fundan Microsoft, que en la actualidad es una de las empresas más ricas del mundo.
1975	Descubrimiento de las endorfinas —analgésicos naturales localizados en el cerebro.

1975	César Milstein y sus colaboradores crean los anticuerpos monoclonales, las “balas mágicas” que pueden buscar antígenos específicos y, por consiguiente, organismos causantes de enfermedades.
1980	Tim Bernes-Lee, consultor del CERN, el laboratorio europeo de partículas físicas, concibe la programación informática que conducirá a Internet.
Años 80	Descubrimiento de los priones, agentes infecciosos de nuevo tipo, distintos de los virus. Uno de ellos es el causante de la encefalopatía espongiforme bovina o “enfermedad de la vaca loca”.
1983	Luc Montagnier y Robert Gallo aíslan el VIH, virus causante del sida.
1987	Descubrimiento de la fluoxetina (Prozac) como elemento terapéutico de la depresión.
1989	Se crea un sistema normalizado y universal de tratamiento de datos que posibilita el nacimiento de la Red de Redes Universal (www).
1990	Lanzamiento del telescopio espacial Hubble.
1996	Nace en Escocia la oveja “Dolly”, producida mediante clonación de una sola célula mamaria.
1997	Los científicos predicen con exactitud el fenómeno climático El Niño en la zona tropical del Pacífico, lo que permitió reducir considerablemente los efectos sociales y económicos de las subsiguientes inundaciones y sequías en muchas partes del mundo.
1998	“El Universo acelera su expansión” fue galardonado como el descubrimiento más importante de este año por <i>Science</i> , revista científica que publica la AAAS (siglas en inglés de la Asociación Americana de Promoción de la Ciencia).
1999	La investigación en el campo de las células madre fue el principal avance científico de este año, según la revista <i>Science</i> . En su edición del 17 de diciembre de 1999, esta revista norteamericana publicó la lista con lo más destacado del año, en la que no faltaron los progresos en genómica y la consecución del mapa del ribosoma.
2000	El cáncer de pulmón es considerado uno de los problemas de salud más mortífero del mundo, pues provoca más víctimas que los cánceres de mama, próstata y colon juntos. En el año 2000 se diagnosticó cáncer de pulmón a más de 1'200.000 personas en todo el mundo, y más de un millón murió ese año debido a esta enfermedad. El tipo de cáncer de pulmón más común es el no microcítico, que representa el 80 por ciento de todos los casos.

2001	Aumentan incidentes provocados por hackers: el gusano CodeRed es lanzado por la red Internet y se esparce rápidamente a direcciones electrónicas de todo el mundo; infecta cientos de miles de computadoras en pocas horas. Microsoft presentó a Windows XP.
2002	La revista <i>Science</i> considera el hallazgo de la molécula que controla los genes como el descubrimiento más importante de este año.
2003	El 25 de abril de 2003 se han cumplido 50 años del descubrimiento de la doble hélice de ADN por Watson y Crick, publicado en <i>Nature</i> . Este ha sido considerado el descubrimiento más importante de la Biología y de la Medicina en el s. XX y la revolución científica asociada al mismo persistirá probablemente a lo largo de los siglos XXI y XXII.
2004	La revista <i>Science</i> ha elegido como el avance científico más importante de este año los descubrimientos de la misión en Marte del explorador de la NASA (MER), dirigida por un equipo de investigación de la Universidad de Cornell.
2005	Muchos de los estudios que representaron grandes adelantos científicos en este año siguieron la evolución al nivel de la genética. Estudios dedicados al seguimiento de la evolución en acción fueron galardonados con el premio principal de “Adelanto de Investigación Científica más Importante del Año”, por la revista <i>Science</i> . La lista de los diez principales adelantos científicos apareció en la edición del 23 de diciembre de 2005, de <i>Science</i> .
2006	La vacuna contra el Virus del Papiloma Humano (VPH) ha sido considerado uno de los adelantos científicos más importantes de los últimos 50 años. Estudios clínicos afirman que “GSK Cervarix” es la primera vacuna que ha demostrado un 90% de efectividad al prevenir la infección de estos dos peligrosos tipos de infección (16 y 18) de VPH, y las consecuentes lesiones precancerosas.

Fuentes: *Odisea del Espacio*, sitio ubicado en la página web <<http://www.pbs.org/wgbh/aso/thenandnow>>; revistas *Science* y *Nature*.

“Los valores de la ciencia y los valores de la democracia son concordantes, en muchos casos indistinguibles” (Sagan 2001: 57). Carl Sagan pretendió resumir su idea de que la racionalidad, la búsqueda de las evidencias y la discusión de ideas, interpretaciones y conclusiones —por sobre las creencias, las opiniones o los prejuicios—, no sólo son la base de la ciencia, sino también de la democracia.

Sólo la ciencia puede resolver los problemas del hambre y la pobreza, de la insalubridad y el analfabetismo, de la superstición y de los hábitos y tradiciones paralizantes, de los vastos recursos despilfarrados de un país rico habitado por gente que padece hambre... ¿Quién, en verdad, podría permitirse hoy menospreciar la ciencia? En cada ocasión tenemos que buscar su ayuda... El futuro pertenece a la ciencia y a los que se hacen amigos de la ciencia.¹⁷

Pero no se debe considerar a ésta una panacea, ni tampoco un mero almacén de hechos destinado a utilizarse de modo prosaico, sino uno de los grandes esfuerzos humanos que, junto con las artes y la religión, constituyen una guía y muestra de la intrépida búsqueda de la verdad por parte del hombre; como bien lo advirtió Gregory, (sir) Richard Arman (1846-1952). La ciencia consiste más en el arte de hacer preguntas, que en el de responderlas. No obstante, su expansión y complejidad han motivado la utilización de técnicas y de terminologías que provocan en el público general:

[...] un rechazo generalizado a intentar entender todo lo que suene a ciencia y a la complejidad inherente a ella, lo que hace muy difícil que el método y el conocimiento de científicos penetren en la sociedad y sean verdaderamente reconocidos como elementos determinantes del progreso (Tapia 2000: 59).

¹⁷ Opinión expuesta por Jawaharlal Nehru, primer presidente de la India Independiente, y citada por Max F. Perutz en *¿Es necesaria la ciencia?*, Madrid, Espasa-Calpe, S.A., 1990, p. 15.

Aumento de términos científicos

En 1993, los mexicanos Martín Bonfil Olivera y Martha Tappan Velásquez divulgaron un artículo en el cual analizaron los parámetros que rigen la creación de la terminología científica y cómo evoluciona ésta en el empleo que le dan sus diferentes usuarios: la comunidad de investigación científica, los estudiantes y los iniciados en ciencia, y el gran público. Demostraron que la terminología de la ciencia ha surgido, tradicionalmente, de raíces griegas y latinas; aunque ahora también hay “cunas” que incluyen lenguas vivas (en especial el inglés), el lenguaje común, las metáforas, los nombres propios, los acrónimos¹⁸ y las invenciones gratuitas.

Los términos provenientes de cada una de estas ‘cunas’ presentan problemas particulares en su comportamiento en sociedad, para los distintos niveles de público. Para los científicos, el problema principal quizá sea la pérdida de sistematización en la nomenclatura científica. Para los estudiantes, la función identificadora es la más importante y la que presenta mayores problemas. Para el público general, la terminología científica cumple sólo la función de identificar. Los distintos públicos influyen también en la forma en que los nuevos términos científicos son ‘seleccionados’, y sobreviven aquellos que cumplen su función en la comunicación (Bonfil Olivera y Tappan Velásquez 1993: 253-267).

Límites de la enseñanza e inversión

El fomento de la cultura científica no es responsabilidad exclusiva de la educación formal. No lo permite el sistema educativo de la mayoría de países, debido a la falta de actualización de sus programas con relación al avance de la ciencia, y a la deficiente preparación de los profesores.

¹⁸ Son iniciales que se usan para abreviar el uso de nombres muy extensos y descriptivos. Ejemplo: sida (Síndrome de Inmuno Deficiencia Adquirida), o láser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation).

Los objetivos que caracterizan el contenido de la enseñanza básica de México, por ejemplo, sólo garantizan el dominio de la lectura y escritura, la formación matemática elemental y la destreza en la selección y en el uso de la información. En la secundaria, la enseñanza se concentra en materias de física, química y biología, con el propósito de “establecer una vinculación continua entre las ciencias y los fenómenos del entorno natural que tienen una mayor importancia social y personal: la protección de los recursos naturales y del ambiente, la preservación de la salud y la comprensión de los procesos de cambio que caracterizan a la adolescencia”.¹⁹ Esta percepción también refleja la situación del sistema educativo ecuatoriano.

Tanto en México como en Ecuador, y en la mayoría de países latinoamericanos, la inversión del sector público y del privado a proyectos científicos se ubica en menos del uno por ciento del PIB. La parte más afectada suele ser la investigación básica, debido al poco valor que se le ofrece al compararla con la investigación aplicada. Al respecto, Carl Sagan alerta:

Cortar de cuajo la ciencia fundamental que tiene como guía la curiosidad es como comerse la semilla de maíz. Quizá nos quede un poco para comer el próximo invierno, pero ¿qué plantaremos para alimentarnos nosotros y nuestros hijos los inviernos siguientes? (Sagan 2001: 431).

La falta de apoyo económico a proyectos de ciencia básica puede tener un impacto negativo en países de la región latinoamericana. Así lo reconocieron miembros del Comité Coordinador de Redes Científicas de América Latina (CCRLA):

La ciencia latinoamericana es una empresa frágil, que requiere aún de un impulso sostenido para su crecimiento y consolidación. En particular, las

¹⁹ Secretaría de Educación Pública, “Perfiles de la educación en México”, en URL: <http://www.sep.gob.mx/documentosof2/perfil/perfil.html>, enero del 2000 (doc. electr.).

ciencias básicas son esenciales para reforzar nuestra capacidad de creación y utilización de conocimientos, tal y como fue reconocida por la Conferencia Mundial sobre la Ciencia, así como para lograr los objetivos que nuestros países se han planteado, de elevación y modernización de la enseñanza superior, de acuerdo con la Conferencia Mundial sobre la Educación Superior.²⁰

La ciencia que no se comunica, no existe

El conocimiento científico puede llegar a ser un poder potencial o efectivo para clases, grupos, gobiernos o naciones; en términos de creación y uso de recursos y de riquezas, de prestigio e influencia, de capacidad política y diplomático-militar; dentro de cada país y en el sistema internacional.²¹ Reservar este conocimiento a las comunidades científica o política sería fomentar una *microfísica de poder*, el monopolio que cuestionó el filósofo Michel Foucault.

“El conocimiento científico ha estado en poder de unos cuantos y es necesario que la nueva imagen del Universo que con ella se ha creado sea del dominio público” (Estrada Martínez 1992). Para superar esta limitación, conviene apoyar la divulgación científica. No obstante, varios científicos tienen una actitud despectiva o indiferente hacia esta labor, porque no les representa aumento de puntos en su currículum, porque la consideran una pérdida de tiempo y de recursos.

Ya que la investigación científica es posible a partir de los impuestos pagados por el público, los científicos tienen la obligación ética de informar a sus promotores financieros sobre la

²⁰ Fragmento de la declaración suscrita por miembros del CCRLA, al término de la reunión celebrada en la Ciudad de México, del 2 al 4 de septiembre del 2001. La declaración fue publicada en el periódico *Descubrir Latinoamericano*, N° 11, México, noviembre del 2001.

²¹ Idea que expuso Marcos Kaplan en el II Congreso Mexicano para el Avance de la Ciencia y de la Tecnología (II COMACYT), que se realizó en la Ciudad de México a inicios de noviembre del 2000.

manera en que gastan los fondos. “La ciencia debe ser objeto de crítica, control y denuncia”, aclara Ignacio Fernández Bayo, con el argumento de que los científicos también son ciudadanos y de que el público general tiene el derecho de opinar sobre la clase de ciencia que debe desarrollarse y sobre los programas que merecen prioridad (Fernández Bayo 1988: 58).

Un buen ejemplo de lo que puede lograr un científico como divulgador es el libro *Los tres primeros minutos del universo*. Su autor, el físico teórico Steven Weinberg, atribuye su éxito editorial al hecho de haber escrito para un lector que está dispuesto a leer argumentaciones detalladas, pero que no está familiarizado con la matemática ni con la física.

Aunque debo exponer algunas ideas científicas bastante complicadas, en el libro no se usa matemática alguna que vaya más allá de la aritmética ni se presupone conocimiento alguno de la física o la astronomía. He tratado de definir cuidadosamente los términos cuando se los usa por vez primera, y además he proporcionado un glosario de términos físicos y astronómicos. Cuando me ha sido posible, también he escrito números como ‘cien millones’ en lenguaje común, en lugar de usar la notación científica más conveniente: 10 elevado a 11 (Weinberg 1978).

Desde su niñez, Carl Sagan descubrió en la ciencia el camino hacia la verdad y hacia la democracia, por eso la consideró una “luz en la oscuridad” y optó por divulgarla a través de *Cosmos*, de *Un punto azul pálido*, de *Los dragones del Edén* y de *Miles de millones*, entre otros libros de su autoría. En *Miles de millones* escribió sobre temas polémicos, como la abducción por extraterrestres, el trabajo de curanderos y las visiones sin pruebas. También compartió su experiencia como investigador dentro del Proyecto SETI (búsqueda de inteligencia extraterrestre) y ofreció pistas que permiten distinguir entre visiones falsas y verdaderas. “Para mí, cada vez que ejercemos la autocrítica, cada vez que comprobamos nuestras ideas a la luz del mundo exterior, estamos haciendo ciencia. Cuando somos autoindulgentes y acrílicos,

cuando confundimos las esperanzas con los hechos, caemos en la pseudociencia y la superstición”, expuso Sagan en esa obra.

Maurice Goldsmith comparte esta última idea, por eso considera de interés abordar la CPCT “con objeto de preservar su integridad ante las falsas creencias que sobre ella se tienen por gran parte del público: una ciencia ciega, autolaudatoria y todopoderosa, y que es un problema que no puede discutirse únicamente por los científicos” (Goldsmith 1988: 1 y 2).

La divulgación no es tarea exclusiva de científicos; son varios los responsables de su ejecución. Carlos López Beltrán²² lo percibe de la siguiente manera: “La fractura progresiva de un espacio, de un contexto común, ha convidado a los especialistas a regodearse en su aislamiento, y ha engendrado interminables (y a veces inútiles) disquisiciones sobre ‘las dos culturas’, ‘la tercera cultura’, ‘la nueva barbarie’... El hiato, sin embargo, ha creado una nueva tribu nómada. Los espacios abiertos entre los islotes alejados del archipiélago científico, entre los oasis rigurosamente vigilados, están desde hace décadas siendo recorridos por forajidos y aventureros que además han hecho de la relatoría de sus viajes una profesión. Marco Polos de la atomizada, distanciada tecnociencia, los divulgadores (como se les llama) han aprendido a entender los intrincados dialectos y costumbres de las islas y a generar escritos, imágenes, espacios en los que se aprenda y reconozca como propio lo que era en apariencia ajeno” (López Beltrán 2001: 5).

2. Problemas de la comunicación

Otro gran problema de la CPCT es que carece de una teoría definida y de modelos de comunicación generados desde su experiencia. Porque, como cualquier otra actividad creativa, la

22 Mexicano, historiador de la ciencia, divulgador y poeta. Trabajó en el Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia de la UNAM y en *Naturaleza*. Labora en el Instituto de Investigaciones Filosóficas de la UNAM.

CPCT requiere de un estudio sistemático y de una reflexión permanente sobre su propio quehacer.

La investigación en este campo puede separarse en dos grandes líneas: el estudio y análisis de las disciplinas científicas mismas, y de las formas y medios para comunicar la ciencia. En síntesis, la investigación en la divulgación de la ciencia es lo que permite crear modelos de comunicación del conocimiento científico, cuyos contenidos estén determinados tanto por su trascendencia intrínseca como por su interés cultural (Estrada Martínez 1992).

Un aporte necesario de los comunicadores sociales puede ser el estudio del proceso de CPCT que conlleva a la comprensión pública de la ciencia, lo cual supone evaluar el nivel de percepción y de respuesta de sus destinatarios. Esta responsabilidad animó al comunicador Rolando Isita Tornell a proponer la aplicación del modelo denominado *Propaganda científica*²³ y a promover la investigación de nuevos modelos de CPCT.

Parte del proceso comunicativo es la circulación del mensaje, que tiene como uno de sus protagonistas a los medios de comunicación. La CPCT a través de estos medios garantiza una mejor comprensión pública de la ciencia y mayor exigencia informativa al periodismo.

“La ciencia necesita de la información para llegar al gran público y, por otra parte, la naturaleza de los sistemas de comunicación resulta vital para la ciencia [...]. No hay ciencia sin comunicación”, advierte Manuel Calvo Hernando en su primer libro sobre periodismo científico.

El progreso científico y la explosión comunicativa trastornan y modifican conceptos y prácticas de estas dos fuerzas gigantescas de nuestro tiempo —el conocimiento y la información— y obligan a los profesionales de la ciencia y del periodismo a una reflexión rigurosa e integradora (Calvo Hernando 1999: 10).

23 Este modelo se describe en el siguiente capítulo.

Una limitación para la mayoría de periodistas que empiezan a divulgar la ciencia es su falta de adiestramiento en disciplinas científicas —como la física, la química o la biología—, porque en su carrera universitaria no les ofrecen materias referentes a esas áreas del conocimiento, ni con el fin de ampliar su cultura científica. Entre los escritos de un científico y de un periodista, son comunes las siguientes diferencias:²⁴

1. El lenguaje: es preciso y especializado para el científico; general y reduccionista para el periodista.
2. El significado: el científico distingue muy bien entre el dato, la interpretación y la especulación; el periodista muchas veces confunde los tres.
3. Los errores: el científico suele rectificarlos inmediatamente; el periodista, sólo si hay escándalo. “La libertad de cometer errores y de admitirlo está dentro del quehacer del proceso científico”, expuso Robert Pollack, decano de ciencias biológicas en el Columbia College.
4. Los lectores: suelen ser personas especializadas para un científico que publica; es más heterogéneo el grupo de lectores de un periodista.

Ante esta situación, ¿qué puede hacerse? Luego de analizar durante un año los reportajes y las actitudes de los medios de comunicación estadounidenses, en relación con la CYT, el periodista científico Jim Hartz y el físico Rick Chappell comparten las siguientes recomendaciones (Hartz y Chappell 2001: 18):

- Los investigadores y los periodistas deben entablar un diálogo para educarse los unos a los otros, sobre cómo satisfacer sus necesidades y las del público.

²⁴ Diferencias planteadas por Miguel Vicente, del Centro de Investigaciones Biológicas del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España (CSIC) y citadas por Lisbeth Fog, ex presidenta de la Asociación Colombiana de Periodismo Científico, en su ponencia Científicos y periodistas: tejiendo una historia.

- La comunidad científica debería capacitar a los comunicadores para que sean voceros de las diferentes disciplinas científicas.
- Los periodistas deben incrementar su comprensión y su capacitación en temas de ciencia, tecnología e innovación.
- Los editores de revistas científicas deberían solicitar a sus autores que incluyan un resumen de sus trabajos —escritos en lenguaje llano— que muestre las perspectivas de sus resultados y que explique su relevancia e importancia.
- Los periodistas deberían poner más atención a los procesos de revisión por pares, con el fin de evitar darle importancia a trabajos que son potencialmente cuestionables.
- Todas las disciplinas científicas deben desarrollar sitios en la red operados por las principales asociaciones científicas para dar a conocer los trabajos, direcciones electrónicas y teléfonos de investigadores y voceros, así como otras informaciones de interés para el público y para los medios.
- La Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia (AAAS, por sus siglas en inglés) o la Academia Nacional de Ciencias (NAS, por sus siglas en inglés) deben mantener sitios maestros en la red que vinculen los sitios individuales.
- Los medios deberían utilizar los sitios de la red para enterarse de los acontecimientos científicos más relevantes, como una guía para sus noticias sobre tópicos de CYT.

Del lenguaje científico al lenguaje cotidiano

La complejidad del lenguaje científico es otro de los elementos atribuibles a una deficiente CPCT. Comprenderlo es un paso necesario para lograr recrearlo sin deformaciones, con creatividad, de forma clara y sencilla.

Luis Estrada Martínez empezó a experimentar este obstáculo hace más de tres décadas, cuando fundó en México la revista *Física y*, posteriormente, *Naturaleza*. Dice que al plantearse la

relación entre los lenguajes científico y común, lo que ordinariamente se busca es señalar la gran incomunicación que hay ente la comunidad científica y el resto de la humanidad (Estrada Martínez 1988: 67-73). Y tiene razón Estrada, porque a medida que aumentan las disciplinas científicas, también crece el número de lenguajes especializados y, consecuentemente, se dificultan los intercambios entre la ciencia y el público.²⁵

Con respecto al tema, Carlos López Beltrán opina lo siguiente:

La profesionalización y la estandarización de las maneras de actuar y de expresarse al seno de cada subtribu tecnocientífica trajo la era babélica en la que estamos inmersos. Ahora es una gracia, una especie de monearía encontrar un científico que escriba con estilo, que acierte a manejar con mínima destreza la lengua de todos para verter en ensayos o artículos no especializados sus cogitaciones, sus experiencias, aquello que crean necesario poner a circular por los aires comunes (López Beltrán 2001).

En español o en inglés

El inglés se ha convertido en el idioma oficial de la ciencia. Lo hablan el ochenta por ciento de los investigadores; se lo usa para almacenar el noventa por ciento de la información científica y, dominarlo, es un requisito fundamental para ser admitido en congresos o seminarios científicos internacionales.

Estos datos los expuso la historiadora Bertha Gutiérrez en un debate que se efectuó en la ciudad alemana de Gotinga y que surgió de la premisa: el inglés es la lengua universal para transmitir conocimientos y revelaciones científicas.

²⁵ Esta afirmación la planteó en 1964 Ritchie Calder, uno de los primeros escritores que ejercieron la divulgación de la ciencia como hoy la conocemos (Ritchie Calder, "La science et le grand public", en *Impact. Science et Société*, N° 3, UNESCO, 1964, Vol. XIV).

Para que ahora un descubrimiento sea reconocido por la comunidad científica internacional, debe ser escrito en inglés. Esta prioridad también se refleja en conceptos acuñados por científicos de habla inglesa como acrónimos, y en expresiones onomatopéyicas que provienen de su idioma (como la famosa teoría del *Big Bang* o del *Big Crunch*, referente al origen o a la destrucción del Universo). Estos hechos confirman la idea de que los países que imponen su lengua en la formación de nuevas palabras científicas son los que encabezan la investigación.

En una intervención realizada en 1987, Pedro Fernández Blanco subrayó la complicación que supone el hecho de que:

[...] el castellano es una lengua fundamentalmente literaria, de civilización, que no ha sabido crear el vocabulario científico o tecnológico necesario, debido a la hasta ahora escasa presencia de hispanohablantes en la investigación científica. La consecuencia lógica es la invasión de términos extranjeros, porque los traductores (y los divulgadores, podría añadirse) no son capaces de encontrar equivalencias idóneas.²⁶

Por eso Rolando Isita afirma que, si el lenguaje de la ciencia se convierte a otro idioma, será porque los científicos de habla castellana, china portuguesa u otra estarán en la frontera de los conocimientos; y porque su sociedad, permeada culturalmente con el "éxito" de sus científicos, armada de "cultura científica" y con innovaciones tecnológicas en sus procesos nacionales de producción, habrán impactado culturalmente en el resto del mundo, como ya comienza a suceder con el idioma japonés a nivel de marcas y de tecnologías (Isita Tornell 1995: 101).

²⁶ Esta reflexión la expuso Pedro Fernández Blanco, "Considerations d'un traducteur indépendant sur la traduction technique en langue espagnole", en *Actas del XXIII Congreso de la Société des hispanistes français*, Caen, marzo 1987. (Citado por Manuel Calvo, "Lenguaje científico y divulgación", en *Chasqui*, N° 57, Ecuador, 1997, p. 85).

3. Problemas de la sociedad

“Pues somos dos países a la vez: Uno en el papel y otro en la realidad. Aunque somos precursores de las ciencias en América, seguimos viendo a los científicos en su estado medieval de brujos herméticos, cuando ya quedan muy pocas cosas en la vida diaria que no sean un milagro de la ciencia”.

GABRIEL GARCÍA MÁRQUEZ

Gerald Holton resumió la imagen pública de la ciencia en los siguientes términos (Holton 1998):

1. La ciencia como una actividad con un doble beneficio: como puro pensamiento, ayuda a la mente a encontrar la verdad; y, como poder, proporciona herramientas para una acción efectiva.
2. Una segunda imagen de la ciencia es la del científico como iconoclasta. Suele ser atribuible a una falta de concepción de sus funciones. Por ejemplo, el historiador Arnold Toynbee acusó a la ciencia y a la tecnología de usurpar el lugar de la cristiandad como fuente principal de los nuevos símbolos culturales.
3. La tercera imagen de la ciencia es la de una fuerza que puede invadir, poseer, pervertir y destruir a una persona. Se debe al estereotipo actual del científico malvado o psicopático de la ciencia-ficción. Para Holton, el temor que hay detrás de esta actitud no se limita a la ciencia: está dirigido a todos los pensadores e innovadores.
4. Las dos últimas visiones sostenían que el hombre es intrínsecamente bueno y la ciencia, mala. La cuarta imagen está basada en la hipótesis opuesta: que al hombre no se le puede confiar el conocimiento científico y técnico. Hemos sobrevivido sólo porque carecíamos de armas

suficientemente destructivas; ahora podemos inmolar a nuestro mundo.

5. La quinta imagen prevaleciente de la ciencia sostiene que mientras ni la ciencia ni el hombre pueden ser intrínsecamente malos, el surgimiento de la ciencia inició, como por accidente, un cambio en el equilibrio de las creencias e ideas que ahora corroen la única base concebible para una sociedad estable. Muchas aplicaciones de los conceptos científicos recientes fuera de la ciencia revelan simplemente una ignorancia de la ciencia. La imagen de la ciencia como un desastre ecológico puede ser sometida a una crítica severa.
6. Mientras que las últimas cuatro imágenes insinúan una repugnancia hacia la ciencia, el cientifismo puede describirse como una adicción a la ciencia. Se trata del hábito de dividir todo el pensamiento en dos categorías: conocimiento científico actualizado, en un lado, y absurdo, en el otro. Una fuente principal de esta actitud es el éxito convincente del trabajo técnico reciente. Otra reside en el hecho de que estamos atravesando un período de cambio fundamental. La ciencia se ha convertido en una operación a gran escala con un potencial para efectos rápidos y de alcance mundial. El resultado suele ser un avance espléndido en el conocimiento; pero con efectos colaterales que son análogos a los de la urbanización repentina. La sociedad se enfrentará con la insistencia seductora del cientifismo para adoptar lo que se considera —a menudo erróneamente— como la pauta de organización de la *Gran Ciencia*.
7. Finalmente, la magia. Pocos sospecharían un fraude si se anunciara repentinamente que se había sintetizado un elemento químico estable más ligero que el hidrógeno, o que una plataforma de observación tripulada se había posado en la superficie del Sol. Así pues, la séptima imagen represen-

ta a la ciencia como magia, y al científico como un brujo, un *deus ex machina* o un oráculo. La actitud hacia los científicos en este plano va desde el terror hasta el servilismo, dependiendo de qué motivos le atribuya a cada uno.

Holton cree que el predominio de estas siete impresiones es una fuente de alienación entre los elementos científico y no científico en nuestra cultura y, por tanto, un asunto importante. Porque “no sólo el hombre de la calle, sino casi todos nuestros líderes intelectuales y políticos, conocen muy poco sobre la ciencia. Y aquí llegamos al punto central que subyace a este análisis: la advertencia de que nuestros intelectuales están perdiendo su dominio de una cabal comprensión del mundo” (Holton 1998).

Un ejemplo que confirma la anterior crítica es el hecho de que apenas un tercio de los británicos, y menos de la mitad de los norteamericanos, logra recordar la definición de año (tiempo que tarda la Tierra en dar una vuelta alrededor del Sol).

Es peligroso y temerario que el ciudadano medio mantenga su ignorancia sobre el calentamiento global, la reducción del ozono, la contaminación del aire, los residuos tóxicos y radiactivos, la lluvia ácida, la erosión del suelo, la deforestación tropical, el crecimiento exponencial de la población. Los trabajos y sueldos dependen de la *cyt*. Si nuestra nación no puede fabricar, a bajo precio y alta calidad, los productos que la gente quiere comprar, las industrias seguirán desplazándose para transferir un poco más de prosperidad a otras partes del mundo (Sagan C 2001).

El problema radica en que gran parte del público supone que la ciencia requiere de una educación especializada durante años, que su comprensión es responsabilidad exclusiva de los científicos; y no es así, porque a todos compete fomentar una cultura científica. “Cuando nos alejamos de ella [de la ciencia] porque parece demasiado difícil (o porque nos la han enseñado mal) abandonamos la posibilidad de responsabilizarnos de nuestro

futuro. Se nos priva de un derecho. Se erosiona la confianza en nosotros mismos (Sagan 2001).

Quien se considere una persona culta, debería conocer de igual manera a Cervantes o a Shakespeare, que a Newton o a Einstein; aclara Manuel Calvo Hernando. Y su opinión es válida, debido a que la ciencia es parte de la cultura.²⁷

Para que la CPCT apoye con mejores elementos la democratización científico-cultural, es conveniente saber qué percibe el público, cómo asimila la información científica, qué tanto aprende, qué tan fácil le es comprender el contenido, entre otros aspectos. ¿Pero quiénes son los destinatarios de la divulgación científica? Le Lionnais decía, hace treinta años, que esta labor debe destinarse a todo el mundo, “de la Escuela Maternal al Premio Nobel”, porque los problemas que aborda la ciencia afectan al conjunto de la población.

Martín Bonfil y Martha Tappan clasifican en niveles a los usuarios de la divulgación:

1. *El nivel de los investigadores*, formado por científicos que trabajan en un área de estudio determinada.
2. *El nivel educativo*, que agrupa a científicos de otras áreas y a estudiantes de carreras científicas.
3. *El nivel divulgativo*, que integra al público en general y cuya relación con el lenguaje científico se establece, sobre todo, a través de los medios de comunicación.

Cada uno de estos públicos tiene una relación distinta con la ciencia y, por lo tanto, con el lenguaje científico. Como ocurre con las lenguas naturales, el lenguaje científico se halla sujeto a una ‘selección lingüística’, en donde las palabras que estorban la comunicación se van eliminando y son sustituidas por otras más funcionales. Desde esta perspecti-

²⁷ A esta conclusión han llegado varios críticos de la divulgación científica, como John Bernal, Ruy Pérez Tamayo, Amílcar Herrera, Manuel Calvo Hernando y quienes integran la DGDC-UNAM y la División de Divulgación Científica e Imagen Institucional del Instituto Politécnico Nacional (IPN) de México.

va, puede hablarse de una ‘evolución’ de los términos científicos. La aceptación de los términos está determinada por las necesidades de cada público” (Bonfil Olivera y Tappan Velásquez 1993: 261).

Con respecto al público del nivel divulgativo, el objetivo es transmitir la información en forma comprensible e interesante. Para el efecto, Bonfil y Tappan sugieren no usar términos formales y evitar caer en malentendidos, como el que suele darse entre el término *seropositivo* y el tipo de sangre *0 positivo* (en ocasiones se ha llegado a escribir que alguien es “cero positivo”). De ahí que ambos autores digan que el lenguaje científico está al libre albedrío del proceso de comunicación y que, por ello, adquiere transformaciones que no son controlables. De esta manera vemos cómo, al igual que con el lenguaje corriente, el uso del lenguaje científico se presta a incongruencias y a la violación de reglas; comportamiento que no es perjudicial, mientras no obstaculice el proceso de comunicación.

Aporte de los M.C.M. a la comunicación de la ciencia

Para la mayoría de la gente, la realidad de la ciencia es lo que leen de ella en la prensa y en otros medios de comunicación de masas (M.C.M.).

[...] porque como se dice en Periodismo, si una cosa no aparece en los medios, no existe; por lo que los M.C.M. van a ser el intermediario principal entre el mundo de la ciencia y la sociedad, el cual deberán utilizar para informarse de todos los acontecimientos diarios en CYT y obtener una opinión crítica y concienciada de los mismos.²⁸

Para sustentar esta opinión desde la experiencia de España, Alex Fernández Muerza brinda las siguientes pruebas:

²⁸ Comentario de Alex Fernández Muerza, “Divulgación de la ciencia. La comunicación de la ciencia, una necesidad social”, en: <http://www.recol.es/articulos2.asp?idCmdad=28&nombCmdad=Ciencias&home=1&id=846#marca2>

- a) Difusión de las revistas de divulgación científica en España, según datos de la Oficina de Justificación de Difusión (enero-diciembre 1999):
- Muy Interesante: 273470
 - National Geographic: 268283
 - Quo: 202200
 - PC Actual: 92125
 - Muy especial: 79674
 - Newton: 67649
 - La aventura de la Historia: 66534
 - Geo: 63315
 - Cuerpo Mente: 49927
 - Integral: 34030
 - Natural: 31298
 - Investigación y Ciencia: 24559

El director de la revista *Muy Interesante*, José Pardina, atribuye el éxito de estas publicaciones al hecho de que en ellas los lectores hallan información que les interesa y que no ofrecen otros medios de comunicación.

- b) Informe de la Fundación BBVA “Ciencia, Tecnología y Sociedad”, dirigido por Rafael Pardo. Tituló: *Conocimiento científico-tecnológico y legitimación de la cyt en España*: “Entre las noticias que aparecen en los medios de comunicación, las noticias sobre cyt son las que más interés ofrecen; sin embargo, la gente se siente muy mal informada”.
- c) Investigación de la Asociación de Periodistas de Cataluña, publicada en el *Libro Blanco de la divulgación científica y tecnológica de Cataluña*: “Se observa que la mayoría de los productos divulgativos de los medios de comunicación, incluida la televisión, requieren conocimientos equivalentes a los estudios secundarios, de los que carece la mitad de la población. Por lo tanto, hacen falta programas asequibles”.

- d) Datos de la encuesta publicada en el libro *Sciences aux quotidiens: l'information scientifique dans la presse quotidienne européenne*, de Pierre Fayard: “Contrariamente a lo que se creía, la cobertura de la actualidad de ciencia y tecnología es muy apreciada por los lectores de la prensa diaria europea, de su ‘quality press’, según la terminología anglosajona”.
- e) Estudio del Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS): “Los avances médicos, la ecología y los descubrimientos científicos generan en la ciudadanía los niveles de interés más elevados (80, 78 y 63 por ciento, respectivamente), pero también son percibidos como insuficientemente tratados por los medios”.
- f) Informe del “Observatori de la Comunicació Científica” de la Universidad Pompeu Fabra, *La percepció de la ciència a la societat catalana*: “Más del 80 por ciento de la población considera que la información científica es necesaria, útil y curiosa, pero el 40 por ciento la encuentra incomprensible”.

Según un estudio de Manuel Calvo Hernando, las disciplinas científicas de mayor interés para el público son: la astronomía, la física y la cosmología, la biología y la medicina, las matemáticas, los naturalistas, los historiadores y la paleontología (Calvo Hernando M., 1996, pp. 39-40).

En definitiva, ¿puede la ciencia llegar al público, popularizarse? ¿Es positivo que todos lleguen a entender la ciencia? ¿Es posible salvar la brecha entre cultura humanística y cultura científica? ¿Puede afrontarse el problema de la separación radical entre los científicos y la sociedad?²⁹ Si respondemos afirmativamente a estas preguntas, tenemos la responsabilidad de proponer alternativas que permitan desarrollar una buena CPCT. Esta es la idea que sustenta el desarrollo del siguiente capítulo.

²⁹ Estas interrogantes las formuló Philippe Roqueplo en *El reparto del saber: ciencia, cultura y divulgación*, 1ª edición, Buenos Aires, Editorial Gedisa, 1983.

Capítulo 4

ALTERNATIVAS PARA UNA MEJOR CPCT

Creo que efectivamente hay divulgadores natos y hasta geniales, pero esto no debe excluir al común de la gente que, como nosotros, ha tenido que aprender por ensayo y error, por tino y desatino, con criterios únicamente subjetivos, porque no existe la enciclopedia de la divulgación, ni el método a seguir; no hay libros de texto ni recetas infalibles. Peor aún, no hay un sistema para evaluar el trabajo.

ANA MARÍA SÁNCHEZ MORA

¿Cómo se aprende a hacer divulgación?, preguntó cierto día un periodista mexicano a la maestra en física y en literatura, Ana María Sánchez Mora. Aunque no fue descabellada su inquietud, ni la selección de su fuente informativa,³⁰ obtuvo una contestación que lo desalentó.

³⁰ A más de ser una divulgadora reconocida, Ana María Sánchez ha coordinado el Diplomado en Divulgación de la Ciencia de la DGDC-UNAM.

“¿Divulgación? ¿De cuál? [...] ¿Para niños, adolescentes o adultos? ¿Para primaria, secundaria o prepa?³¹ ¿Para científicos de otras especialidades? ¿Por escrito, en video o por radio? ¿Estilo literario o periodístico? ¿Cómo cuento, entrevista, ensayo o guión? ¿Modelo Gamow, Asimov, Sagan, Jay Gould o Dawkins?”.³² Con esta respuesta, Sánchez quiso mostrar al periodista la gama de posibilidades que existen dentro de la divulgación de la ciencia, no desanimarlo. Por eso aceptó ser nuevamente interpelada: ¿Cómo puede llegar alguien a ser divulgador?

Aunque no lo parezca a primera vista —advirtió Sánchez—, esta pregunta es semejante a cuestionarse cómo aprende un pintor a pintar, un escritor a escribir y un compositor a componer. [...] En el caso de la divulgación no hay un método que se nos enseñe, no hay libros de texto ni exámenes. Los de mi generación y los que nos precedieron no tuvimos una escuela formal; hemos aprendido en la práctica, con suerte a la sombra de un divulgador ya formado y hasta reconocido. Como en cualquier actividad intelectual, con escuela o sin ella, algunos han trascendido al encontrar un estilo propio, una definición original, una manera muy personal de hacerla. Y si en suerte les tocó llegar a ser considerados divulgadores de primera línea, tal vez pudieron retribuir ese conocimiento empírico a otros jóvenes aprendices. Sólo a unos cuantos, pues fue una enseñanza individualizada (Sánchez Mora 2000).

Este razonamiento despertó en Sánchez y en algunos de sus colegas el deseo de aportar al aprendizaje de la divulgación. Empezaron por compartir sus experiencias como divulgadores, mediante artículos y conferencias. Luego organizaron un Diplomado en Divulgación de la Ciencia, con apoyo del Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia de la

31 El nivel Secundaria de México equivale, en Ecuador, a los tres primeros años del colegio; y el de Preparatoria, o “prepa”, corresponde a los tres años siguientes.

32 A esta experiencia se refirió Ana María Sánchez Mora en su texto titulado “Enseñanza y aprendizaje de la divulgación”, México, 2000, p. 1 (Texto ofrecido en el VI Diplomado en Divulgación de la Ciencia de la DGDC-UNAM).

UNAM (actual Dirección General de Divulgación de la Ciencia, DGDC-UNAM); y desde el 2003, participan en la programación del Posgrado en Filosofía de la Ciencia, que organiza el Instituto de Estudios Filosóficos y la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM.

La experiencia acumulada en seis ediciones del Diplomado de la DGDC ha permitido identificar varios obstáculos en la enseñanza de la divulgación. Los que destaca Ana María Sánchez, son:

1. La divulgación no es una disciplina, de modo que no tiene un método que le sea inherente.
2. La ausencia casi total de reflexiones escritas sobre cómo hacer la divulgación. Esto incluye una antología mínima de los clásicos de la divulgación.
3. Se requiere también un conjunto de normas, extraídas de la práctica constante, sobre el mínimo de recursos que un divulgador debe conocer y saber utilizar para hacer su trabajo.
4. Hacen falta criterios sólidos para evaluar el trabajo.
5. Se precisa de una institución que respalde el proyecto de enseñanza, que le permita ser reproducible y que le otorgue garantía de calidad.

Este Diplomado ha sido útil no sólo para analizar los problemas de la divulgación, sino también para intercambiar propuestas de mejoramiento y orientar en la búsqueda de soluciones. Gran parte de este trabajo se sustenta en esa experiencia académica, de la que rescato las siguientes alternativas para comunicar públicamente la ciencia: las estrategias de educación no formal; la literatura y la ciencia ficción como recursos narrativos, y el empleo adecuado de la propaganda científica y de la televisión.

1. Estrategias de la educación no formal

La CPCT no sustituye a la educación;³³ pero puede llenar vacíos en la enseñanza moderna y ayudar al gran público a que adopte una determinada actitud ante la ciencia. Después de la educación formal,³⁴ advierte el divulgador mexicano Juan Tonda:

[...] la única vía de acercarse a la ciencia y la técnica es a través de la divulgación de la ciencia, a menos que seamos autodidactas. Es por ello que la función educativa de la divulgación es una cualidad importante que no se debe soslayar. La responsabilidad del divulgador de la ciencia como maestro informal de sus lectores, videntes, escuchas o interlocutores significa la única fuente de conocimiento científico que posee una persona fuera del ámbito científico.³⁵

La principal diferencia entre divulgación y enseñanza es, según Martín Bonfil, la ausencia de un “contrato educativo”; es decir, de un compromiso que obligue al público de la divulgación a demostrar lo aprendido, mediante una evaluación. “Debido a esta ausencia de compromiso, una de las prioridades del divulgador debe ser interesar al público. Para ello debe conocer tanto sus antecedentes como sus intereses, y adecuar el mensaje de divulgación para conseguir interesarlo” (Bonfil Olivera M., 1993).

En México se aplican varias acciones en favor de la educación, a partir de la divulgación científica. Por ejemplo: los con-

cursos que premian la reseña de un libro de la colección *La ciencia para todos*, las ferias del libro, los museos interactivos, la Semana Nacional de Ciencia y más actividades que integran el Programa de Ciencia y Tecnología del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Debido al vertiginoso avance de la ciencia y de sus aplicaciones tecnológicas, es difícil que los programas de *educación formal* lleguen a ofrecer información actualizada y a cubrir todas las necesidades educativas de la sociedad. Ante esta limitación, surge una gran alternativa: la *educación no formal*.³⁶

El término “no formal” apareció a principios de los años setenta, luego de la crisis mundial que sufrió la educación a finales de los años sesenta del siglo xx. Por *educación no formal* se entiende el conjunto de acciones sistematizadas que acontecen fuera del ámbito estrictamente escolar, aunque algunas pueden estar vinculadas con éste.

La divulgación de la ciencia contribuye en la educación de una manera no formal, lo cual no significa que quienes la realicen puedan hacer a un lado el compromiso educativo que tienen a la hora de comunicarse [...]. El papel educativo que desempeña la divulgación de la ciencia es esencial para comprender el valor que posee dicha actividad dentro de las universidades. La divulgación puede contribuir a una educación no formal de la ciencia y la técnica, y con ello a una educación integral del individuo (Tonda J., *La función educativa de la divulgación*, 2000: 1-7).

Una experiencia paradigmática de la educación no formal, que podría aplicarse en Ecuador y en más países Iberoamericanos, es la desarrollada por la Subdirección de Educación No Formal (SENF) de la DGDC-UNAM. Esta Subdirección organiza diplomados, cursos de capacitación académica, actividades lúdicas y experimentales, y elabora materia-

33 La educación –entendida como un proceso de transmisión de valores, creencias, conocimientos y sistemas simbólicos– cubre un amplio espectro que incluye: la educación informal (proceso que dura toda la vida y en el que las personas acumulan conocimientos, habilidades, actitudes y modos de discernimiento, mediante sus experiencias diarias y su relación con el medio ambiente), la educación formal o enseñanza escolarizada, la educación no formal y la divulgación. Así lo explican las hermanas Ana María y María del Carmen Sánchez Mora, en su artículo “Educación y divulgación”, publicado en *Ciencia, México*, DGDC-UNAM.

34 Sistema educativo altamente institucionalizado, cronológicamente graduado y jerárquicamente estructurado, que se extiende desde la primaria hasta los últimos años de la universidad.

35 Comentario expuesto por el mexicano Juan Tonda en: *La función educativa de la divulgación*, DGDC-UNAM, México, 2000: 4 (Texto ofrecido en el VI Diplomado en Divulgación de la Ciencia de la DGDC-UNAM).

36 Es toda actividad organizada, sistemática y educativa que se realiza fuera del marco del sistema oficial, para facilitar determinadas clases de aprendizaje a subgrupos particulares de la población.

les didácticos que aportan a la propuesta de metodologías alternativas para la promoción de experiencias de aprendizaje en ciencias, de manera no escolarizada. Para el efecto, y debido a la diversidad de medios con los que cuenta, programa sus cursos y sus actividades de educación no formal e informal desde las siguientes áreas:

- Actualización.
- Medios didácticos.
- Área técnica.

a) Actualización

Entre las actividades efectuadas por la SENF, destacan la planeación y la organización de cursos de actualización y formación de profesionales de la divulgación. Estos cursos contemplan, como objetivos principales:

- Formar nuevos divulgadores de la ciencia y la técnica.
- Facilitar a maestros de disciplinas científicas, de secundaria y de bachillerato, el acceso a conocimientos y a métodos novedosos de enseñanza.
- Capacitar en divulgación al personal de museos interactivos de ciencia, considerando la variedad de públicos que visitan esos museos y empleando herramientas didácticas.
- Presentar a diversos públicos opciones novedosas de educación no formal.

b) Medios didácticos

La enseñanza de las ciencias naturales y de las matemáticas, dentro de la educación básica, necesita cambios y adaptaciones que permitan fomentar la cultura científica de niños, jóvenes y adultos. Pero, mantener el interés de maestros y de alumnos en disciplinas intrínsecamente abstractas y con mayor grado de difi-

cultad que otras de igual peso académico, obliga a una versátil búsqueda de alternativas pedagógicas.

Los paquetes didácticos que integran el proyecto de la SENF garantizan un acercamiento ameno y novedoso a la instrucción y evaluación de temas de ciencias naturales y de matemáticas para niños y jóvenes, desde tercero de preescolar hasta tercero de secundaria.

Concretamente, los paquetes denominados EXPERIMENTA, más que un conjunto de actividades representan un proyecto de enseñanza cuidadosamente planeado, con el fin de cubrir y enriquecer los programas oficiales correspondientes, u otros sistemas escolarizados. Son diseñados por maestros de amplia experiencia en el área, en colaboración estrecha con científicos y pedagogos de la UNAM y con la participación de divulgadores de la ciencia. Su diseño modular permite utilizarlos en distintos ambientes escolares.

c) Área técnica

El área técnica de la SENF comprende dos laboratorios —el *Astrolab* y el *Fisilab*— y un invernadero. En los laboratorios se estudian temas de física y de astronomía, mientras que en el invernadero se abordan aspectos biológicos y fisicoquímicos sobre el cultivo de plantas y árboles. En las tres secciones se desarrollan cursos y talleres, así como materiales didácticos para apoyar la divulgación y la enseñanza de temas científicos.

El *Astrolab* es un espacio destinado a fomentar el interés y la curiosidad de niños, jóvenes y adultos por la astronomía y la astronáutica. Está conformado por una sala de conferencias y un observatorio astronómico, en donde el visitante puede incursionar en el fascinante mundo de la astronomía, a través de charlas, conferencias, proyecciones, programas de cómputo, libros, revistas y videos.

El *Fisilab* está integrado por el teatro-laboratorio de experimentos didácticos, cuyo objetivo es despertar el interés de profesores y del público en general, en aspectos de física experimental. Está equipado con diversos aparatos e instrumentos que permiten realizar experimentos sobre electricidad, magnetismo, mecánica, acústica y radio comunicación. Cuenta con un pequeño auditorio y un escenario en donde se efectúan demostraciones y cursos participativos, ya que el público colabora con el montaje y la realización de los experimentos. En el *Fisilab* también se diseña y se elaboran equipos y montajes experimentales del tipo “hágalo usted mismo”.

Aprendizaje potencialmente significativo

Dentro del marco teórico que sustenta la misión y objetivos de la Subdirección de Educación No Formal (SENF), es fundamental la Teoría del Aprendizaje Significativo, propuesta por David Ausubel.

“Hay aprendizaje cuando el sujeto construye, en forma asimilativa, motivada y consciente, el significado de las experiencias, las cosas y los fenómenos, y ese significado es incluido en la estructura de conocimiento”, expuso Carmen Sánchez en el módulo que ofreció dentro del VI Diplomado en Divulgación de la Ciencia de la UNAM, respaldada en su experiencia como titular de la SENF.

Para referirse al aprendizaje, conviene empezar por describir algunas tendencias que caracterizaron a la investigación epistemológica y práctica de este término. Hasta mediados del siglo XX, tuvo algunos seguidores la teoría asociacionista o conductista (behaviorista) del aprendizaje. Según ésta, el *aprendizaje* implicaba un proceso en el cual un estímulo (E) procedente del medio produce una respuesta (R) por parte del organismo, y que por repetición se formaba un enlace E-R, tal que un E determinado llevaba

casi inevitablemente asociada una respuesta determinada, R. Pero gran parte de esta teoría se sustentaba en la experimentación de laboratorio con animales, y no alcanzó mucho éxito.

En un ensayo que tituló “Investigación y experiencias didácticas. Constructivismo humano: un consenso emergente”, J.D. Novack, de la Universidad de Cornell, reconoció que las ideas de la teoría asociacionista o conductista dominaron la psicología y la enseñanza, hasta los años 70. Y que el fracaso de estas ideas para describir y predecir cómo producen conocimientos los escolares y cómo aprenden los humanos permitió que surgieran nuevas concepciones sobre el conocimiento. Una de estas concepciones epistemológicas fue la de *esquemas conceptuales* evolutivos, que J.B. Conant introdujo en su libro *Sobre la Comprensión de la Ciencia* (Conant 1947). Novack considera esta concepción y el modelo cibernético del aprendizaje (Wiener 1948), a fin de sustentar su investigación académica y de comprender los parámetros que influyen en la capacidad para resolver problemas.

Según el modelo cibernético de aprendizaje, la mente es una unidad de procesamiento de información en la cual se realizan por separado el almacenamiento de conocimientos y el procesamiento de información (conocimientos). Al procesamiento de información lo considera un componente relativamente estable en el tiempo, pero no al almacenamiento de conocimientos, pues lo supedita a la aportación de nuevas informaciones y a la *retroalimentación*.

No obstante, la investigación de Novack y las que le siguieron empezaron a sugerir que tanto la capacidad de procesamiento como el ritmo de adquisición de nueva información dependían de los conocimientos relevantes que el aprendiz tenía almacenado en su estructura cognitiva, y del contexto del problema o de la tarea de aprendizaje. Y, para el efecto, resultaba insuficiente el modelo cibernético.

Dos nuevos modelos en los que se resaltó la importancia de los conocimientos previos para el nuevo aprendizaje fueron: la

teoría de la memoria F. C. Bartlett (Bartlett 1932). y la psicología de los constructos personales de G. A. Kelly (Kelly 1955). El primero afirmaba que los *esquemas* influyen en la percepción y recuerdo de la información, de una manera similar a como se concibe que operan los esquemas en las visiones contemporáneas de la *ciencia cognoscitiva* del aprendizaje y de la retención. Aunque el segundo, el de Kelly, también destacaba el papel del aprendizaje previo para el nuevo aprendizaje, no enfatizaba en los conceptos específicos ni en las estructuras proposicionales.

En 1963, David Ausubel aportó la Teoría del Aprendizaje Significativo,³⁷ que resultó de gran utilidad para los estudios de Novack y los de siguientes generaciones. Esta teoría enfatiza el proceso de la cognición y ofrece una perspectiva constructivista a ese proceso. Su principal aporte, según Novack, fue destacar la importancia del aprendizaje significativo, en contraste con el aprendizaje por repetición, y la claridad con que describió el papel que juegan los conocimientos previos en la adquisición de nuevos conocimientos.

La esencia de esta teoría, y de sus posibles implicaciones, podría resumirse en la frase que Ausubel escribió para el epígrafe a las ediciones 1968 y 1978 de *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*, en donde expuso:

Si tuviese que reducir toda la psicología educacional a un solo principio, diría lo siguiente: el factor aislado más importante que influencia el aprendizaje es aquello que el aprendiz ya sabe. Averígüese esto y enséñese de acuerdo a ello.

- Con “aquello que ya sabe”, Ausubel se refirió a la *estructura cognitiva*, al contenido total y a la organización de sus ideas en esa área particular de conocimientos.

³⁷ David Ausubel empezó a desarrollar esta teoría en su obra: *Psicología del aprendizaje verbal significativo*.

- Con “averígüese esto”, exhortó a que se revelara la estructura cognitiva preexistente, a que se haga el mapeamiento de esa estructura.
- “Enséñese de acuerdo” es fundamentar la instrucción en aquello que el aprendiz ya sepa.

En resumen: aprender de manera significativa es aprender de manera no arbitraria ni literal. Esto implica un proceso a través del cual nuevas informaciones adquieren significado por interacción (no asociación) con aspectos relevantes preexistentes en la estructura cognitiva, los cuales, a su vez, también son modificados durante ese proceso. “Para que el aprendizaje pueda ser significativo –aclara Marco Antonio Moreira-, el material debe ser potencialmente significativo y el aprendiz tiene que manifestar una disposición para aprender” (Moreira 1993).

Esta advertencia supone el hecho de que el material tenga significado lógico y de que el aprendiz tenga disponibles, en su estructura cognitiva, *subsumidores*³⁸ específicos con los cuales pueda relacionar el material. Contrario al aprendizaje significativo es el aprendizaje mecánico que, aunque no se procesa en un vacío cognitivo, no implica la interacción de conceptos relevantes existentes en la estructura cognitiva.

En su obra *An alternative to Piagetian psychology*, Novak dice que es necesario el aprendizaje mecánico cuando se adquiere información en un área de conocimiento totalmente nueva.

De su parte, Ausubel propone el uso de *organizadores previos*³⁹ que sirvan de anclaje para el nuevo conocimiento y el

³⁸ La palabra *subsumidor* no existe en español, pero es una tentativa de traducir la palabra inglesa “subsumer”. Representa un concepto, una idea, o una proposición que existe en la estructura cognitiva y que es capaz de anclar la nueva información. El aprendiz los adquiere de manera gradual e idiosincrática.

³⁹ Los *organizadores previos* son materiales introductorios que funcionan como “puentes cognitivos”; pueden ser textos escritos, discusiones, demostraciones, filmes o videos, entre otros. Su construcción depende de la naturaleza del material de aprendizaje, de la edad del aprendiz y del grado de familiaridad que tenga éste con el asunto que aprenderá.

desenvolvimiento de conceptos subsumidores que faciliten el aprendizaje subsecuente. Con esta propuesta, Ausubel procura facilitar el aprendizaje significativo.

Hay tres tipos de aprendizaje significativo: el *representacional*, el *de conceptos* y el *proposicional*. El más básico es el *representacional*; envuelve la atribución de significados a determinados símbolos (típicamente palabras). El *aprendizaje de conceptos* es, en cierta forma, *representacional*; porque también los conceptos son representados por símbolos particulares. Para ser significativo debe ser sustantiva y no arbitraria, al contrario de nominalista o meramente representacional. Ausubel dice que los conceptos son adquiridos a través de dos procesos: formación y asimilación. El *aprendizaje proposicional*, a diferencia del representacional, no tiene como tarea el aprender significativamente lo que representan palabras aisladas o combinadas, sino aprender el significado de ideas en forma de proposición. Por tanto, en este tipo de aprendizaje, la tarea es aprender el significado que está más allá de la suma de los significados de las palabras o conceptos que componen la proposición.

Aunque el aprendizaje significativo de las proposiciones es más complejo que los aprendizajes representacional y conceptual, es similar a éstos, en el sentido de que los significados emergen cuando la nueva proposición está relacionada e interactúa con proposiciones o conceptos relevantes (subsumidores), existentes en la estructura cognitiva.

Ausubel insiste en que el resultado de la interacción que ocurre en el aprendizaje significativo, entre el nuevo material a ser aprendido y la estructura cognitiva existente, es una asimilación de antiguos y nuevos significados que contribuyen para la diferenciación de esa estructura. De ahí que se refiera al *principio de asimilación* o a la *teoría de asimilación*, para aclarar el proceso de adquisición de significados en la estructura cognitiva.

El centro de la *teoría de la asimilación* está en la idea de que nuevos significados son adquiridos a través de la interacción del nuevo conocimiento con conceptos o proposiciones previamente aprendidos. La teoría del aprendizaje significativo enfatiza en el proceso de cognición con una perspectiva constructivista, la que impulsó Novack en su ensayo titulado “Constructivismo humano: un consenso emergente”. En éste, expuso que el constructivismo humano “es un esfuerzo de integrar la psicología del aprendizaje humano y la epistemología de la construcción de conocimientos” (Novack 1988: 220).

2. Divulgación de la ciencia como literatura

“Ninguna escuela literaria ha podido responder con precisión en qué estriba lo literario de una obra. Mi propuesta consiste en discutir por qué la buena divulgación sí podría considerarse literatura” (Sánchez Mora 1995: 476-481). Esta propuesta es otra de las valiosas alternativas para una mejor divulgación de la ciencia; por eso se la incluye en el presente capítulo. La argumentó de manera contundente Ana María Sánchez Mora⁴⁰ en su libro *La divulgación de la ciencia como literatura*, en varios artículos y en clases universitarias. Sus propios razonamientos ayudarán a comprender mejor esta segunda alternativa de divulgación de la ciencia y la tecnología.

40 Ana María Sánchez Mora estudió la licenciatura y maestría en física y la maestría en literatura comparada en la UNAM. Trabajó en el área de superconductividad del Instituto de Investigaciones en Materiales de la UNAM. Desde 1981 trabaja como divulgadora profesional en el Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia, hoy DCDG-UNAM. Ha impartido varios cursos de divulgación escrita y ha coordinado el Diplomado en Divulgación de la Ciencia de la DCDG. Apoyó en la programación del Posgrado en Filosofía de la Ciencia de esa Universidad. Es socia titular de la Sociedad Mexicana de Divulgación de la Ciencia y la Técnica (SOMEDICYT). En sus ratos libres toca el violoncelo, escribe novelas y obras de teatro. Su novela *La otra cara* fue finalista del Premio Joaquín Mortiz para Primera Novela 1996.

Ciencia y literatura

El interés en la relación entre ciencia y literatura puede rastrearse hasta Francis Bacon, siglos antes de que C.P. Snow esbozara las fronteras de las “dos culturas”; pero este interés ha cobrado intensidad en los últimos 10 años.

Para analizar esta relación hay diferentes enfoques: el de los literatos, el de los científicos y el mixto. A los primeros pertenece el libro de Aldous Huxley, *Literatura y ciencia* (Huxley 1979), que analiza la ciencia como posible fuente de inspiración para la literatura, en particular para la poesía. Este autor decía que si el siglo xx era eminentemente científico, sería de esperarse que la ciencia dejara huella en la literatura. Sin embargo, como la ciencia se ha convertido en un asunto de especialistas, al hombre de letras, incapaz de entender esas complejidades, no le queda más que ignorar por completo la ciencia contemporánea. Pero además del problema del lenguaje especializado de la ciencia, Huxley hace notar la gran diferencia entre ambas disciplinas. A la ciencia hay que acercarse de manera impersonal, mediante una observación desinteresada, una intuición y una experimentación carentes de prejuicios y una paciente racionalización de acuerdo con algún sistema de conceptos lógicamente relacionados. En la vida real, dice Huxley, siempre hay conflictos entre razón y pasión, y la ciencia es intolerante frente a esta última. La literatura tolera un espectro mucho más amplio de actitudes humanas.

El enfoque mixto, o interdisciplinario como hoy se da en llamarlo, es el que rastrea desde los dos puntos de vista la influencia de la ciencia en la literatura.⁴¹ Pero aun cuando encontremos similitudes entre ciencia y literatura, saltan a la vista sus enormes

⁴¹ Un texto que ejemplifica este enfoque es el de Alan J. Friedman y Carol C. Donley, *Einstein as Mit. And Muse*, Cambridge, University Press, 1985. En esta obra, el tema de la relatividad se rastrea en obras de Durell, Nabokov, Wolf, Williams y MacLeish.

diferencias: apasionamiento contra frialdad, objetividad contra subjetividad, interés por problemas humanos contra despersonalización. Sumado lo anterior al problema del lenguaje especializado y a la falta de una cultura científica a todos los niveles, tendremos los ingredientes que actúan como repelentes para el público general. ¿Qué tiene que ver ese conocimiento abstracto e impersonal con sus problemas cotidianos, con sus pasiones y sentimientos?

Nadie, en su sano juicio, pretendería pedir “más objetividad” a la literatura o “más subjetividad” a la ciencia. Cada una desempeña un papel sui generis en el conglomerado que llamamos cultura. Pero de esas dos actividades creativas se ha logrado una intersección que conjuga ambos intereses: la divulgación de la ciencia.

Lo literario

El problema de lo literario ha sido abordado por innumerables autores. Ana María Sánchez Mora respalda su propuesta en las ideas que T. Eagleton (1988) plasmó en la introducción de su libro *Una introducción a la teoría literaria*:

“El discurso literario aliena o enajena el lenguaje ordinario, pero, paradójicamente, al hacerlo, proporciona una posesión más completa, más íntima de la experiencia. Leemos una nota garra-pateada por un amigo sin prestar mucha atención a su estructura narrativa; pero si un relato se interrumpe y después recomienza, si cambia constantemente su nivel narrativo y retarda el desenlace para mantenernos en suspenso, nos damos al fin cuenta de cómo está construido y, al mismo tiempo, quizá también se haga más intensa nuestra participación” (Eagleton 1988).

Este autor sustentó sus ideas en el enfoque dado por “los formalistas”(sic.) a lo literario. Para ellos, lo literario consiste en una forma de escribir en la cual “se violenta organizadamente el

lenguaje ordinario”, y la *obra literaria* es un conjunto más o menos arbitrario de “recursos” relacionados entre sí o como “funciones” dentro de un sistema textual total.

Eagleton advirtió que los formalistas no se habían propuesto definir la “literatura”, sino “lo literario”; es decir, los usos especiales del lenguaje que pueden encontrarse en textos literarios, pero también en otros diferentes. “No hay recurso ‘literario’ que no se emplee continuamente en el lenguaje diario” (Eagleton 1988).

Ana María Sánchez Mora concuerda con esta opinión de Eagleton, pues le inquieta saber ¿cómo puede reconocerse que una expresión o un recurso son literarios si el lenguaje en sí mismo carece de calidad o propiedades que permitan distinguirlo de cualquier otro tipo de discurso?

Es el contexto el que nos revela su carácter literario: si la expresión proviene de una novela conocida, si el recurso forma parte de un texto que se ha leído como *literario*, si figura en el programa de lecturas de un curso universitario de literatura, si integra un texto que estaba en el estante etiquetado como *novela* en la librería o en la biblioteca. Lo anotado demuestra que la dependencia del contexto no hace una buena definición de lo *literario*; esta es una de las causas por las que el lector no acostumbra leer la divulgación como literatura.

La tradición

Muchas obras que se estudian como literatura en las instituciones académicas fueron *construidas* para ser leídas como literatura, pero también hay otras que no fueron *construidas* con ese propósito. Un escrito puede comenzar a vivir como historia, filosofía o ciencia y, posteriormente, ser clasificado como literatura; o bien puede empezar como literatura y acabar siendo apreciado por su valor arqueológico, histórico, etc.

Algunos textos nacen literarios, dice Eagleton; a otros se les impone el carácter literario y, al respecto, puede contar mucho más la educación que la cuna. Quizá lo importante no sea de dónde viene, sino cómo lo trata la gente. Si la gente decide que tal o cual escrito es literatura, parecería que de hecho lo es; independientemente de lo que se haya intentado al concebirlo. Si las obras de divulgación siempre se han clasificado como ciencia, al abordarlas las leeremos como ciencia; jamás nos percataremos de su valor como literatura, cuando lo tienen.

De lo anterior, se desprende que la literatura no puede considerarse tanto como una cualidad o conjunto de cualidades inherentes que quedan de manifiesto en cierto tipo de obras, sino como las diferentes formas en que la gente se relaciona con el escrito. Eagleton lo confirma al decir:

No es fácil separar, de todo lo que en una u otra forma se ha denominado *literatura*, un conjunto fijo de características intrínsecas. No hay absolutamente nada que constituya la *esencia* misma de la literatura. Cualquier texto puede leerse sin *afán pragmático*, suponiendo que en esto consista el leer algo como literatura; así mismo, cualquier texto puede ser leído *poéticamente*.

¿Por qué entonces suele concebirse a las obras de divulgación científica como no literarias? Porque, según Ana María Sánchez Mora, no estamos posibilitados para decir con precisión por qué Shakespeare, Dostoyevski y Simon son literatura, ni tampoco por qué no lo podrían ser Einstein, Darwin o Jay Gould. Porque al momento de juzgar qué es literatura y qué no, a veces influyen los juicios de valor.

Entonces, ¿cómo explicar que ciertas obras literarias parecen conservar su valor a través de los siglos? Quizá la respuesta está en que asignamos valor a las obras literarias de acuerdo con lo que nos preocupa o interesa como seres humanos; a lo que nos conmueve, nos agita, nos hace mirarnos en un espejo. Pero esas inquietudes humanas que compartimos hoy con la obra literaria

también han experimentado cambios y nada impide que la ciencia sea tratada en el contexto de tales inquietudes.

Luego de exponer los anteriores razonamientos, Ana María Sánchez Mora concluye: “Quedémonos, por ahora, con la noción de que una obra literaria es un texto bien escrito cuyo valor (variable) descansa en su capacidad de reflejar las preocupaciones humanas vigentes. Pero, resumiendo, ni el recurso de la invención ni el empleo característico de la lengua, ni el carácter de no pragmático son exclusivos de la literatura. El aprendizaje compartimentalizado, la rígida tradición de considerar estas características como exclusivas de la literatura, así como la imposición del carácter literario a ciertas obras, han dado lugar al destierro de las ciencias del reino de las bellas artes.

“Basada en que el concepto de literatura es cambiante y poco preciso, me atrevo a afirmar que el día en que las antologías literarias incluyan a Jay Gould y a Sagan, a Hoyle y a Dawkins, se habrá dado un gran paso en la cultura. Si se defiende el valor de estas y muchas otras obras de divulgación científica como literatura, independientemente de su tema, se habrá cimentado una tradición literaria más flexible y, por lo tanto, más completa” (Sánchez Mora 2000).

Aunque Sánchez predijo que los resultados de su análisis quizá no iban a ser aceptados por científicos ni por literatos, esperaba causar polémica entre los divulgadores, con su propuesta.

Teoría de la recepción

Para sustentar teóricamente su propuesta, Ana María Sánchez Mora recurrió a la Teoría de la recepción, que considera al lector como uno de los polos de la obra literaria, como el elemento que concreta el texto creado por el autor. Porque, “el texto solamente toma vida cuando es concretizado”, señala Wolfgang Iser, uno de los estudiosos de esa teoría (Iser 1972).

Con esa frase, Iser quiso decir que el texto está *modificado* por la lectura, por cada lector; que el texto pierde su carácter *virtual* hasta que es leído (Sánchez Mora 1995: 9-14). Por eso advirtió que, “a la hora de considerar una obra literaria, ha de tenerse en cuenta no sólo el texto en sí sino también, y en igual medida, los actos que lleva consigo el enfrentarse a dicho texto” (Iser 1972). Esta postura es de suma importancia para la divulgación, afirma Sánchez Mora, porque si ésta se olvida del receptor, puede perder su sentido primordial: comunicar.

Otra idea de Iser que conviene aplicar a la propuesta de divulgación como literatura, es: “Un texto literario debe concebirse de tal modo que comprometa la imaginación del lector”. Porque, así como el texto literario “activa nuestras propias facultades, permitiéndonos recrear el mundo que presenta”, el texto (y cualquier otro acto) de divulgación puede activar nuestros pre-conceptos equivocados y nuestro apego al pensamiento mágico infantil (Sánchez Mora 1995: 9-14).

Aunque Sánchez Mora advierte no estar totalmente de acuerdo con Iser, estima enriquecedora la aplicación de su Teoría de la recepción al texto de divulgación científica. Reconoce, sin embargo, que le faltó contemplar en su estudio otros aportes relacionados con el problema de la recepción, como: la teoría de la comunicación (basada en la lingüística); los estudios de Umberto Eco, de Ingarden y de Glowinski, entre otros.

Aceptando que la divulgación de la ciencia es un asunto más literario que científico, Sánchez Mora concluye que es posible tomar prestadas de la literatura herramientas de análisis que pueden ser de gran utilidad para el divulgador.

Ejemplos de divulgación de la ciencia como literatura

1. Imaginemos los días anteriores a la imprenta, cuando se copiaban a mano libros como los Evangelios. Todos los escribientes, no importa cuán cuidadosos, están expuestos a cometer errores, y algunos se senti-

rán inclinados a “mejorar” voluntariamente el original. Si todas las copias fuesen hechas a partir de un solo original, el significado no se falsearía demasiado. Pero si las copias se hacen a partir de otras copias que a su vez fueron hechas de otras copias, los errores empezarán a ser acumulativos y graves. Tendemos a considerar las copias erráticas como algo malo, y en el caso de los documentos humanos es difícil hallar ejemplos donde los errores puedan describirse como mejoras. Supongo que a los eruditos de la Versión de los Setenta se les podría atribuir el haber iniciado algo de enorme trascendencia cuando tradujeron equivocadamente la palabra hebrea “mujer joven” por la palabra griega “virgen”, resultando así la profecía: “He aquí que una virgen concebirá y dará a luz a un hijo...”. De cualquier modo, como veremos, el copiado errático de los replicadores biológicos puede, en un cierto sentido, dar lugar a mejoras, y para la evolución de la vida fue esencial que se cometieran algunos errores. No sabemos con qué precisión hacían sus copias las moléculas replicadoras originales. Sus descendientes modernas, las moléculas de ADN, son asombrosamente fieles comparadas con el proceso humano de copiado de más alta fidelidad, pero aun aquellas ocasionalmente cometen errores y en última instancia son esos errores los que hacen posible la evolución.

RICHARD DAWKINS, *EL GEN EGOÍSTA*, 1976.

2. El Cosmos fue descubierto apenas ayer. 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, navegando en un gran océano cósmico salpicado aquí y allá con millones de billones de galaxias y miles de millones de billones de estrellas. Con valentía hemos probado las aguas y hemos encontrado el océano a nuestro gusto, en resonancia con nuestra naturaleza. Algo en nosotros reconoce al Cosmos como el hogar. Estamos hechos de ceniza estelar. Nuestro origen y evolución han estado ligados a eventos cósmicos distantes. La exploración del Cosmos es un viaje de autodescubrimiento.
CARL SAGAN, *COSMOS*, 1980.
3. Cuando el ministro Irma 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”, EN *NATURALEZA*, MÉXICO, 1983.

4. Los labios de la mujer están brillando a la luz del sol, reflejando luz de alta densidad en la parte posterior de la retina del hombre [...]. Después de unos 30 segundos —después de que varios cientos de billones de partículas de luz reflejada han entrado a los ojos del hombre y han sido procesadas— la mujer dice hola. Inmediatamente, las moléculas de aire son comprimidas, partiendo de sus cuerdas vocales y viajando en un movimiento como de resorte hasta los oídos del hombre. El sonido hace el viaje desde ella hasta él (20 pies) en un cincuentavo de segundo. Dentro de cada uno de sus oídos, el aire vibrante rápidamente cubre la distancia hasta el tímpano. El tímpano, una membrana oval de unas 0.3 pulgadas de diámetro inclinada 55 grados respecto al piso del canal auditivo, empieza a vibrar a su vez y transmite su movimiento a tres diminutos huesos. De allí, las vibraciones agitan el fluido en la cóclea, que se curva en espiral como un caracol de dos y media vueltas. Dentro de la cóclea, los tonos son descifrados. Aquí, una membrana muy delgada ondula en consonancia con el turbio fluido y a través de esta membrana basilar corren diminutos filamentos de diversos groesos,

como cuerdas de un arpa. La voz de la mujer, desde la distancia, está tocando esta arpa. Su hola empieza en los registros bajos y eleva su tono hacia el final. En respuesta precisa, los filamentos gruesos de la membrana basilar vibran primero, seguidos de los más delgados. Finalmente, decenas de miles de cilindros salientes de la membrana basilar conducen sus temblores particulares al nervio auditivo.

El mensaje del hola de la mujer, en forma eléctrica, corre por las neuronas del nervio auditivo y entra al cerebro del hombre a través del tálamo hasta una región especializada de la corteza cerebral, para ser procesado. Finalmente, una gran fracción de los billones de neuronas en el cerebro del hombre es implicada en el cómputo de los datos visuales y auditivos recién adquiridos. Los canales de sodio y potasio se abren y se cierran. Las corrientes eléctricas corren por las fibras neuronales. Las moléculas fluyen de una terminación nerviosa a la siguiente.

Todo esto se sabe. Lo que no se sabe es por qué, después de casi un minuto, el hombre se aproxima a la mujer y le sonrío.

ALAN LIGHTMAN, *SONRISA*, 1985.

Los anteriores ejemplos reúnen varias de las características que Ana María Sánchez Mora atribuye a los buenos textos de divulgación de la ciencia como literatura, porque:

- Se apoyan en la historia y la tradición.
- Usan la ironía y el humor.
- Logran entretener arte y ciencia.
- Emplean analogías y metáforas.
- Recurren a lo cotidiano.
- Ceden espacio a la metafísica y a la religión.
- Se refieren a la cultura popular.
- Reconocen los errores humanos.
- Desacralizan la ciencia.

3. Propaganda científica

El mexicano Rolando Isita Tornell supuso que el problema principal de la transmisión social del conocimiento científico era la falta de un modelo de comunicación que interactuara y adecua-

ra al sistema científico con los sistemas ideológico y social, sin entrar en conflicto con los valores, las creencias, los miedos, las fobias, las filias, las recetas, las costumbres y las tradiciones que caracterizan al público destinatario. Esta consideración lo animó a buscar un modelo que cumpliera con esas expectativas. Lo presentó en 1995, como tema central de su tesis doctoral, bajo el nombre de *Propaganda científica* (Isita Tornell 1995).

La premisa fundamental de su propuesta es que “la ciencia no sólo es parte de la cultura, sino que en ocasiones la determina”. Esta premisa la sustenta en los análisis escritos por John Bernal, Ruy Pérez Tamayo y Amílcar Herrera. Es una idea que también la destacó Martín Bonfil Olivera en un artículo referente a la relación entre ciencia y cultura,⁴² en donde empezó por atribuir varias definiciones al término cultura, como la denominada culta —que es elitista— y la que representa el conjunto de todos los productos de la actividad humana. En el segundo grupo contempló a la tecnología y a las culturas populares; pero también incluyó a la ciencia como parte de la cultura, con el argumento de que ésta surge de la creación humana.

Tanto la mente como la conciencia son fenómenos naturales porque, desde una perspectiva biológica, ambos son producto de la evolución. Sobre la base de esta premisa, Bonfil dijo que todas las ciencias destinadas al estudio de la mente humana (a las que denominó mundo 2, el filósofo Karl Popper), así como las que estudian la cultura (mundo 3 de Popper), forman parte del mundo biológico; el cual, a su vez, integra el universo físico (mundo 1, según Popper).

“Podría decirse, entonces, que no sólo la ciencia es parte de la cultura sino que la cultura es un fenómeno que surge a partir del mundo biológico, y por tanto queda dentro del amplio campo

⁴² Opinión que expuso el mexicano Martín Bonfil Olivera en su artículo “La ciencia por gusto”, que publicó en diario *Reforma*, de México, el jueves 4 de enero del 2001.

de estudio de la ciencia”, concluyó Bonfil en el citado artículo.

Isita concibe la cultura como un sistema global de culturas públicas ordenadas, pertenecientes a todas las actividades que se desarrollan dentro de la sociedad. Dentro de cultura identifica a los subsistemas ideológico, científico y social; cuya coherencia depende del análisis de los ocho *propiospectos*⁴³ que caracterizan a los miembros de una sociedad.

Entendida la cultura como un sistema global; la ciencia, la ideología y lo social como los tres subsistemas fundamentales de la cultura, habremos de poner en relieve que la ciencia, de los tres subsistemas, es un sistema especial con sus propios valores y tradiciones legitimados por sus resultados; que su capital humano, en cambio, es producto de la sociedad en que la actividad científica se halla inmersa; que no hay manera de sustentar ninguna modernidad ni progreso económico si no existe en su base el desarrollo de la ciencia y su aplicación (Isita Tornell 1995).

Isita sugiere divulgar la ciencia sin dejar de considerar la influencia de los tres subsistemas. Por tanto, un divulgador debe empezar por cuestionarse cuáles son los valores que priman en una sociedad, cuál es su imaginario colectivo y qué estrategias o políticas de Estado aplica ésta en el ámbito científico. “Pero si realiza su trabajo en un país con políticas de Estado incoherentes, debe esmerarse por lograr que su estrategia sea coherente con las necesidades de su entorno”, aclaró Isita en una de las clases que impartió en el VI Diplomado en Divulgación de la Ciencia de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM.

Entre los estudios que inspiraron este modelo están los realizados por Pierre Fayard; porque, a pesar de que este autor se abstuvo de usar el concepto *propaganda*, vislumbró en su análisis la interacción de la ciencia, la ideología y la sociedad, por medio de la seducción y la persuasión.

⁴³ Rolando Isita denomina *propiospectos* al grupo de creencias, valores, tradiciones, hábitos, fobias, filias, símbolos y conocimientos que caracterizan a una sociedad.

El estudio de Bernard Dixon (Dixon 1986: 379-385) fue el primero que abordó la divulgación de la ciencia desde una perspectiva propagandística, según Isita. Pero no fue la propaganda en sí el objetivo del estudio, sino los libros y las películas como medios para hacer propaganda de la ciencia.

La propaganda puede clasificarse en eficaz o ineficaz. Resulta eficaz cuando, en lugar de ser elaborada empíricamente, se la ejecuta sobre la base de encuestas, de estudios de mercado y de otras técnicas que permitan valorar la opinión del público meta. Ya que el conocimiento científico no es un *producto determinado*, difícilmente se podrá realizar un estudio de mercado referente a la ciencia; por eso, con mayor razón, el estudio debería priorizar los criterios provenientes de los receptores intencionales. El interés del divulgador no deberá ser cuántos recibieron su mensaje, sino quiénes lo recibieron y qué efecto les provocó.

Varios estudios sobre propaganda han demostrado que, con ella, se pueden inducir deliberadamente conductas, valores, creencias, fobias o filias; a favor o en contra de una idea, de una persona, de partidos políticos, de estados y de naciones. Que su ámbito de operación es el ideológico y el social, que se dirige a los sentimientos y no a la razón, aunque nada excluye que se pueda usar la razón dirigida a los sentimientos. Que, para ser eficaz, debe considerar la historia, las tradiciones, los valores, los símbolos y las creencias de los destinatarios de su acción. Que es más efectiva si está vinculada a programas de gobierno. Y que no debe circunscribirse sólo a medios de comunicación, sino que debe englobar todo hábito en donde tenga expresión la cultura, en cualquiera de sus manifestaciones (Isita Tornell 1995: 66).

Una meta de la propaganda científica es la superación de los miedos que surgen de la naturaleza, del universo y del entorno social; pero, sin que ello implique suplir o imponer ante una creencia el conocimiento científico. Porque una de las características de este modelo es sustentarse en la creencia para ofrecer una

explicación científica; dejar que convivan ambas ideas, pero logrando que la gente llegue a identificar sus diferencias y sus fundamentos.

Un ejemplo de propaganda científica: *A golear con ciencia*⁴⁴

Justificación

El avance científico y tecnológico en el área de las ciencias del deporte ayuda a disminuir los factores de riesgo en la salud, para superar problemas de obesidad, diabetes, hipertensión e infarto al miocardio. También contribuye a la detección y reclutamiento de talentos del deporte e, inclusive, al triunfo deportivo.

El fútbol es el deporte que más impacto genera en los ámbitos nacional e internacional; el que a más público convoca sin resultar elitista ni discriminar por la edad o por el género. Tanta es su relevancia, que incluso ha sido motivo de disputas a nivel social, político, económico y diplomático.

Un aficionado al fútbol, Albert Ruiz, recopiló en su página web las siguientes frases relacionadas con este deporte:

- “El fútbol no es una cuestión de vida o muerte, es mucho más que eso” (Bill Shankly).
- “Todo equipo que trata bien el balón, trata bien al espectador” (Jorge Valdano).
- “Siempre me gustó definir a la afición como un monstruo de mil cabezas. Sin embargo, existen unas que son más monstruosas que otras” (Jorge Valdano).
- “Hay dos tipos de espectadores: aquellos que aman el fútbol y aquellos que aman la moda o el fenómeno social. Estos últimos son los peligrosos” (Jorge Valdano).

⁴⁴ Este proyecto lo desarrollé en México a mediados del año 2001, para cumplir con la asignatura que dirigía Rolando Isita en el VI Diplomado en Divulgación de la Ciencia de la DGDC-UNAM. Fue aprobado.

- “Si te agreden es porque eres bueno, porque te temen. Esa ilógica es la implacable lógica del enemigo y está registrada en el código de conducta más elemental del hincha de cualquier parte. Apunta al ánimo del adversario, pero sólo hace diana en los pobres de carácter” (Jorge Valdano).

Lo expuesto anteriormente confirma el gran impacto que tiene el fútbol en sus aficionados y en quienes lo aprovechan como escenario de poder, porque en muchos representa un factor de identidad nacional. Por tanto, su afición es masiva y gran parte está cautiva a través de los medios de comunicación que priorizan este deporte en su agenda noticiosa. Entre los periódicos mexicanos que cumplen con esta expectativa están los que pertenecen al grupo empresarial *Reforma*, concretamente los diarios *Reforma* y *Metro*, a cuyos lectores escogí como público meta de este proyecto de propaganda científica.

A golear con ciencia es un proyecto que supone la presentación textual y gráfica de información referente a las ciencias del deporte; que pueden ser tan básicas como la fisiología y la bioquímica del ejercicio, la biomecánica y la nutrición del deporte, o tan complejas como son la kinesiólogía, la sociología, la psicología, la administración, la filosofía, la legislación y la tecnología del deporte.

Un principio del cual partiré es que las adaptaciones fisiológicas a la actividad física regular disminuyen la morbimortalidad asociada con enfermedades cardiovasculares. El objetivo es demostrar que en el cuerpo humano es posible detectar señales que reflejan el estado de salud de una persona —como la temperatura, el pulso, la frecuencia ventilatoria y la tensión arterial— y responder a preguntas frecuentes sobre el rendimiento y la fisiología del deporte. Entre estas preguntas destaco las que se refieren a: la recuperación con respecto al ejercicio, la función muscular y el entrenamiento con pesas, el sistema de transporte de

oxígeno, el entrenamiento aerobio y anaerobio, la composición del cuerpo, los cambios de peso y la nutrición, las necesidades de agua y las enfermedades provenientes del calor.

Para evitar problemas bioéticos, relacionados con la intensidad, la duración y la frecuencia del ejercicio, es conveniente realizarse previamente exámenes médicos y contar con la supervisión de personal calificado, como un técnico en fisiología del ejercicio, un profesor de educación física, un entrenador, un médico del deporte, un rehabilitador, o un investigador científico del deporte. Pero el costo de esos exámenes hace que no todos puedan practicárselos. Esta carencia es la que me propuse cubrir con la ejecución del proyecto *A golear con ciencia*, porque su contenido sustente en información ofrecida por profesionales de la ciencias del deporte, en México.

Propuesta

Este proyecto, que la autora diseñó a finales de 2001 en México, consistía en la publicación mensual de una página con información referente a la actividad futbolística, a partir de estudios promovidos por las ciencias del deporte. El nombre de esa página fue *A golear con ciencia*. Inicialmente, se propuso publicarla en la sección deportiva del periódico, tras la realización de un estudio de mercado sobre el público meta de la sección. Luego de seis meses, se ofreció evaluar la aplicación del proyecto y la percepción del público meta de esa sección periodística.

Este proyecto de propaganda científica me comprometí a desarrollarlo con creatividad, claridad y sencillez en el lenguaje; sin dejar de considerar la ciencia como parte de la cultura ni de contemplar los ocho propiospectos (creencias, valores, tradiciones, hábitos, fobias, filias, símbolos y conocimientos) que caracterizan al público meta del proyecto.

Género

Los géneros que consideré para la publicación de la página semanal *A golear con ciencia*, son los siguientes:

- Reportaje.
- Entrevista.
- Columna de opinión.
- Reseñas de libros.
- Publicidad.

Público objetivo

Inicialmente, el proyecto estuvo destinado a los lectores de la sección deportiva de un diario mexicano. Luego de seis meses, se propuso aplicar este modelo de divulgación científica en otras secciones del diario.

Para desarrollar este proyecto de propaganda científica, hay que considerar las características del público al que va destinada la sección deportiva del medio donde se proponga ejecutar el proyecto *A golear con ciencia*.

La pasión por el fútbol convoca en el estadio a gente de distinta condición social, tendencia política o edad. Y aunque mayoritariamente son hombres quienes asisten, va en aumento el número de mujeres aficionadas. Pero esta afición no siempre acude a los partidos, algunos prefieren enterarse a través de la radio o la televisión y complementar su información con la lectura del periódico. A estos hinchas o aficionados está destinado el actual proyecto.

Para conocer algunos rasgos característicos de estas personas, entrevisté al físico Enrique Buzo, secretario técnico de la Coordinación de Humanidades de la UNAM y experto en la aplicación de conocimientos de física al comportamiento del cuerpo humano. En su criterio, los hinchas del fútbol son personas que

requieren de líderes y que pueden enlistarse en uno de los siguientes grupos:

- 1) *Fanático juvenil*: Cuya edad oscila entre los 10 y 17 años de edad. Estas personas suelen dejarse llevar por las apariencias, porque “el problema de los jóvenes es que han perdido su capacidad de asombro”, lamenta el físico.
- 2) *Fanáticos maduros*: Tienen entre 22 y 35 años de edad. Según Buzo, estos fanáticos desean mostrarse críticos ante el fútbol y actúan como si fueran técnicos o entrenadores de butaca. “De ellos hay que tener cuidado — advierte Buzo—, porque son los que entienden indebidamente los mensajes de la Medicina del deporte”.
- 3) *Fanáticos dinosaurios*: Son los que, después de los 35 años, desarrollan un gusto por el juego. “Ya no se identifican con un equipo en particular, sino que tienen la misma actitud acrítica que los fanáticos juveniles. Pero, si alguien pierde, buscan a un culpable. Si llegan a madurar en la fase de fanáticos maduros, podrían ser más críticos y convertirse en patriarcas o analistas del fútbol”, señala Enrique Buzo.

Con ironía y machismo, dice que las mujeres fanáticas al fútbol son peores que los hombres. “Son más listas que ellos y algunas empezaron a serlo porque se dieron cuenta de que el fútbol es un medio para acercarse a los hombres. La mujer demostró su inteligencia desde que le dijo al hombre que ella era el sexo débil y que por eso él debía ir a trabajar”, opina sonriente.

Sobre la base de estas apreciaciones, Buzo cree que el impacto de una propaganda científica sobre Medicina del deporte dependerá del grupo de fanáticos que la recepte. Para que resulte un buen ejercicio de divulgación, sugiere la ruptura del mito de que la Medicina del deporte es únicamente curativa, ya que también es preventiva. “El peligro surge por las falsas expectativas que puede generar la propaganda científica. Por eso, lo

ideal es que ésta provoque el deseo de más información, en lugar de crear confusión o ideas erradas sobre lo que se deseaba divulgar. Es decir, que la propaganda debe despertar la curiosidad, pero no crear expectativas que sean como panacea ante un problema. La naturaleza del mensaje no debe ser fugaz, sino que debe estar relacionada con la vida cotidiana”,⁴⁵ aclara Buzo.

Objetivos

Principal:

Promover en los lectores la predisposición para atender, valorar y asumir sugerencias médicas y fisiológicas relacionadas con la actividad fíicodeportiva y más acciones que conlleven a conservar una buena salud.

Secundarios:

- Fomentar la cultura científica en los aficionados al fútbol.
- Compartir información actualizada y contextualizada sobre los avances logrados en las ciencias del deporte.
- Refutar con argumentos científicos los mitos que afectan a la práctica futbolística.
- Responder a las preguntas más comunes en torno al rendimiento y a la fisiología del ejercicio.
- Advertir sobre los posibles riesgos que plantea el consumo de productos alimenticios o la vestimenta no apropiada para el desarrollo de actividades fíicodeportivas.

Temario

A continuación, expongo un listado de temas que podrían servir para publicar en la página *A golear con ciencia*:

⁴⁵ Fragmento de la entrevista realizada al físico Enrique Buzo, a mediados de julio del 2001.

- Causas de lesiones en deportistas jóvenes.
- Efectos provenientes del uso de anabólicos.
- Riesgos por el consumo excesivo de bebidas energéticas (como Gatorade) o de bebidas alcohólicas; antes, durante y después del ejercicio.
- Tipo de calzado apropiado para cada disciplina deportiva.
- Adicciones que afectan el desempeño deportivo; relación entre tabaquismo y deporte.
- Lenguaje y jerga propia del ambiente futbolístico; su influencia en la literatura.
- Influencia de la altura en el rendimiento fisicodeportivo de los futbolistas.
- Liderazgo deportivo, político o empresarial que se ancla en la pasión por el fútbol. Considerar los análisis del conocido futbolista argentino Jorge Valdano, quien destacó en el Mundial de 1986.
- Antecedentes históricos del fútbol. En México, relación que existe con el antiguo juego de pelota de los mayas.
- Pros y contras de las dietas.
- El cuerpo y sus atributos.
- Características de la actividad fisicodeportiva en la antigüedad.
- Apoyo universitario a las actividades deportivas y recreativas; especialmente al fútbol.
- Formas de recuperarse después del ejercicio.
- Relación entre la función muscular y el entrenamiento con pesas.
- Sistema de transporte de oxígeno.
- Entrenamiento aerobio y anaerobio.
- Cambios de peso y la nutrición.
- Importancia del agua para la actividad fisicodeportiva.
- Enfermedades que afectan al deportista, por el calor.
- Sugerencias para estar más activo durante la vida cotidiana.

Bibliografía útil para este proyecto

- Gollnick Philip D., Astrand Per-Olof y Hermansen Lars, *Esfuerzo físico y fatiga*, México, Instituto Politécnico Nacional (IPN), 1984. (Compilador y coordinador del curso: Javier Padilla Pérez).
- Fox, Edward L., *Fisiología del deporte*, Buenos Aires, 1984 (Traducción de Editorial Médica Panamericana).
- Méndez de Pérez, Betty, *Los atletas venezolanos. Su tipo físico: un estudio biotipológico de las especialidades de natación, baloncesto, voleibol, atletismo, levantamiento de pesas y gimnasia*, Caracas, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, División de Publicaciones, 1981.
- Nilo, José Luis, *Medicina del Deporte*, México, Federación Internacional de Medicina del Deporte, Ediciones científicas La Prensa Médica Mexicana, 1983.
- Padilla Pérez, Javier, *Esfuerzo Fisicodeportivo*, México, IPN, 2000.
- Stokes, Peter G., *Guía de Medicina del Deporte*, 1ª edición en español, México, Compañía Editorial Continental, 1982.
- UNAM, *Ciencia y Deporte*, México, Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia, Coordinación de la Investigación Científica, Dirección General de Actividades Deportivas y Recreativas, Subdirección de Deportes, Subdirección de Investigación y Medicina del Deporte, Centro de Investigación y Servicios Museológicos; 1990.

4. El imaginario audiovisual de la ciencia, desde un enfoque sociocultural

“Noticias e informaciones, ciencias y religiones, mitos y novelas, refranes y diálogo cotidiano, todos los contenidos de la cultura situada y virtual dirigen nuestra actividad y nuestro pensamiento. Nos dicen quiénes somos, qué es el mundo (social y natural), qué son las cosas, artefactos y operadores materiales y simbólicos de las tecnologías, saberes y lenguas creados por el hombre y, sobre todo, qué es la vida y a dónde vamos. De una u otra manera: en los currícula escolares o en la prensa, en la ciencia o en el teatro, en el templo o en las tertulias de televisión, en el bar o leyendo una novela”.

(PABLO DEL RÍO, 2004).

El análisis sobre el rol de las narrativas en la argumentación sobre CYT demuestra que estos temas se tornan significativos cuando se los expone desde la narrativa (ejemplo: la producción de Carl Sagan o de Isaac Asimov). Porque, mientras las noticias y otros géneros informativos proporcionan mucha información y pocas estructuras de fondo, la ficción ofrece resultados más contextualizados. La ficción plantea un pasado y un futuro que permite dar forma al presente, para verlo como algo representado y para poder inscribirlo en una narrativa de mundo y de vida. Por eso las narrativas aportan a la construcción de la realidad desde lo imaginario.

Para comprobarlo, se realizó un análisis de contenido cualitativo y cuantitativo a una muestra representativa de los programas de televisión más vistos en España por el público infantil (de 4 a 12 años), durante la semana comprendida entre el 3 y el 9 de noviembre de 2003. Esta muestra constituyó el corpus empírico de un proyecto de investigación que desarrolló la Universidad de Salamanca, a través del Centro Tecnológico de Diseño Cultural (CTDC), en convenio con el Ministerio de Educación y Ciencia (MEC). En la muestra fueron considerados estos canales: TVE, La 2, Antena 3, Tele Madrid, Telecinco y Canal Plus (+).

El objetivo de esta investigación fue identificar los imaginarios y las representaciones de CYT que generan esos programas de televisión. Para el efecto, fue necesario distinguir los niveles de estructuración que cumplen los géneros informativos en ese medio. La metodología empleada constituye un desarrollo propio y específico de esta investigación.

Esta fue una de las hipótesis planteadas: que las narrativas (cine, novela) cubren la función del paradigma, la macroestructura del imaginario; mientras que las noticias cubren una función más limitada (las microestructuras). Este análisis es un paso previo para justificar el diseño de un “currículum cultural y mediático” de las representaciones que generan los mensajes de televisión sobre temas de CYT.

La investigación se sustentó en el concepto científico de la naturaleza humana (la teoría histórico-cultural) de L.S. Vygotski, cuyo enfoque destaca la influencia de la mediación artística para la construcción psicológica y educativa del ser humano, porque considera que ciencia y arte son dos maneras de acercarse al conocimiento científico.

Con esta investigación no solo se pretendió identificar hallazgos científicos, sino también las representaciones y la discusión sobre las implicaciones que genera el desarrollo científico-tecnológico en la sociedad; la evaluación de tecnologías, la participación pública en CYT y el desarrollo de políticas científico-tecnológicas. Para el efecto, se siguió la actual línea teórica de los estudios relacionados con la percepción pública de la CYT, y se enriqueció el análisis con el aporte que ofrece el enfoque histórico-cultural a la evaluación de las representaciones sociales y de los imaginarios generados por la televisión.

Comunicar la ciencia al público desde un enfoque sociocultural: propuesta desde la perspectiva *Genético Cultural*

La incapacidad de las escuelas para adecuarse a los cambios dinámicos que surgen en su entorno agudiza cada vez más la crisis que afrontan varias instituciones educativas en España y en más países de Iberoamérica. Por tanto, cabe preguntarse si los maestros están preparados para comprender y enfrentar las formas de transformación social tan radicales que generan los nuevos contextos de globalización.

Para comprender mejor este dilema, y para avanzar en la formulación de soluciones, conviene analizar la propuesta que ofrecen Pablo del Río, Amelia Álvarez y Miguel del Río en su obra *Pigmalión: Informe sobre el impacto de la televisión en la infancia*. En esa obra se propone rediseñar la educación, con el fin de enfrentar los desafíos de un mundo en cambio acelerado, y de

replantear el objetivo de la alfabetización como un programa para dominar las lecto-escrituras y las multi-alfabetizaciones.

Por eso es necesario comprender a los niños como un “nuevo, renovado, diseño humano”, para ayudarles a realizar su propia construcción personal de la mejor manera posible, salvaguardando lo mejor del pasado, ayudándoles a apropiarse de lo mejor del futuro, defendiéndoles en lo posible de los ataques de las mutaciones destructivas. (Del Río, P.; Álvarez A. y Del Río M., 2004: 16).

Su análisis lo sustentan en la perspectiva histórico-cultural desarrollada por L.S. Vygotski (base fundamental del constructivismo) y por varios seguidores (como Bruner, Cole, Rogoff, Del Río). A partir de esta perspectiva, se ha logrado sustentar importantes alternativas metodológicas que ayudan a comprender y a aprovechar mejor los nuevos retos educativos. Uno de los grandes méritos de la teoría vygotskiana es su capacidad para ofrecer un modelo interdisciplinario de la mediación.

Para Vygotski, la escuela representaba un escenario cultural: un ámbito organizado socialmente para facilitar a los niños el uso y la apropiación de los instrumentos y de las actividades de la cultura. Por tanto, el aprendizaje humano supone una naturaleza social específica y un proceso mediante el cual los niños crecen dentro y hacia la vida intelectual de quienes les rodean. De ahí que el maestro asuma el rol de “facilitador” de esos conocimientos, instrumentos y habilidades culturales que el niño tiene que co-construir, en el marco de un contexto específico.

Este mismo análisis podría aplicarse a los medios de comunicación, pues uno de sus papeles fundamentales es *in – formar*; aunque no siempre anuncien al público que cumplen con esa función. La influencia de esos medios, sobre todo de la televisión, es cada vez más notoria en la formación de imaginarios y de representaciones sociales del público general. De ahí que convenga realizar investigaciones exhaustivas sobre el impacto cognitivo,

cultural y social que está generando la televisión en el público infantil, como bien lo sugieren Pablo del Río, Amelia Álvarez y Miguel del Río en su Informe *Pigmalión*.

Como en las muñecas rusas, todas estas representaciones y remodificaciones de las herramientas del significado, todas estas mediaciones, llevan a una última y esencial herramienta del sentido que redefine realmente, en el fondo y no sólo en la forma, la aventura humana [...]. Los contenidos son los que, de hecho, sustituyen los instintos, emociones y objetos de la realidad animal por las narrativas, sentimientos y personajes de la realidad humana re-construida. La forma y la representación, las estructuras y los lenguajes son importantes, pero remiten en último término (deben remitir) a un contenido, a una nueva realidad propuesta por ellos. ¿Cuál sería el precio de olvidar que la escuela y la cultura de masas deben responder a esas grandes preguntas y que sus respuestas deben ser el territorio de esa nueva realidad y la brújula para orientarse en él? (Del Río, P.; Álvarez A. y Del Río M., 2004: 16).

El precio de ese olvido ha sido la desorientación y el incumplimiento del cometido social que justificó la creación de la escuela y de los medios de comunicación. De ahí que el objetivo final de una pedagogía cultural de la alfabetización debería ser: analizar el modelo de mundo, de vida, de humanidad y de actividad que proponen los medios y la cultura actual, en su totalidad.

Desde las ciencias de la comunicación, el concepto de mediación y las teorías que éste propone se han constituido en el eje principal del actual pensamiento cultural. Los autores del Informe *Pigmalión* sugieren clasificar las entidades culturales o las mediaciones instrumentales en cinco grandes familias:

1. Los marcos o escenarios culturales o zonas sincréticas de representación (del Río, 1990).
2. Los artefactos culturales y medios de comunicación.
3. Los sistemas simbólicos, códigos y lenguajes.

4. Las estructuras formales de representación de carácter semántico (intermedias entre sistemas simbólicos y los contenidos); como conceptos, estructuras, géneros o formatos.
5. Los contenidos vitales vehiculados: mitos, modelos de mundo y de vida, ciencia, información, realidades o virtualidades representadas.

Análisis sobre el imaginario audiovisual de la CyT

Las familias 2 y 5 plantean aspectos que justificarían analizar la influencia de la televisión en la creación del imaginario audiovisual de ciencia y tecnología. Para sustentar este estudio con la propuesta desarrollada en el Informe *Pigmalión*, centré mi análisis de contenido en el impacto generado por la televisión en el público infantil.

A partir del análisis de contenido aplicado a una muestra representativa de los programas de televisión más vistos por el público infantil en España, se ha diagnosticado la influencia de este medio en la creación de imaginarios de ciencia y tecnología. Para el efecto, ha sido necesario distinguir los niveles de estructuración que cumplen los géneros informativos de la televisión. Los resultados de este análisis servirán para justificar el posterior diseño de un “currículum cultural y mediático” de las representaciones que generan los mensajes de televisión, en torno a temas científicos y tecnológicos.

La mayoría de proyectos diseñados para comunicar la ciencia al público siguen modelos de tipo asimétrico, limitado y unidireccional, como el de déficit o el de difusión. Por eso conviene proponer un modelo de comunicación más completo, desde una perspectiva sociocultural que contemple las articulaciones entre las formas de organización de la sociedad, las mediaciones y las prácticas discursivas de la ciencia y de su divulgación.

La “integración evolutiva” ha sido el gran aporte del enfoque interdisciplinario al desarrollo humano, que supone la constatación —desde las ciencias biológicas, la genética, las ciencias sociales y la psicología del desarrollo— de que los cambios en los niveles físicos, biológicos, sociales, culturales y psicológicos se integran, de manera dialéctica, en una reorganización sistémica que transforma todo el programa genético.⁴⁶

Para analizar las culturas y proponer el diseño de un nuevo modelo de CPCT, conviene evaluar la relación entre el cambio cultural y el cambio humano. A este análisis puede contribuir la perspectiva genético cultural, que obliga a un diagnóstico del sistema cultural externo y social, a partir del supuesto de que cada cultura propone un sistema funcional de actividad y de conciencia acorde con su propia red cultural de mediadores. El objetivo de este tipo de diagnóstico consiste en analizar conjuntamente la cultura y la mente; propone comprender *cada nueva generación* como un *Diseño Cultural* del hecho humano.

Las investigaciones realizadas durante más de dos décadas por los españoles Pablo del Río y Amelia Álvarez demuestran que la buena aplicación del diagnóstico genético cultural ofrece un conjunto de conocimientos útiles para guiar las actuaciones humanas, a fin de optimizar los aspectos positivos del desarrollo y de evitar los nocivos; para intentar ver y valorar a tiempo las herencias culturales con valor funcional; para no dar lo humano por garantizado y evitar actuaciones masivas que destruyan su tejido cultural, o construcciones irreversibles excesivamente rápidas.

⁴⁶ Reflexión expuesta por Pablo del Río y Amelia Álvarez en su artículo “Genética cultural y Diseño Cultural”, publicado e Introducción a la selección de lecturas: Desarrollo, cultura y educación. La aproximación del Diseño Cultural.

Capítulo 5

COMUNICACIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA DENTRO DE LA POLÍTICA CIENTÍFICA

¿Cómo se podrá decidir la política de un país si sus ciudadanos no entienden los acontecimientos fundamentales (relacionados con el conocimiento científico y tecnológico)?

CARL SAGAN

La ciencia, la tecnología y la innovación se han convertido en el principal soporte de las estructuras económica y productiva de la sociedad contemporánea; por eso conviene instituir las al nivel de política de Estado. Pero si la política científica no está orientada a la solución de problemas nacionales fundamentales, no contribuirá al desarrollo del país ni elevará el bienestar de la población. Para evitar este problema, conviene promover una relación más cercana y permanente entre la sociedad, los científicos y las autoridades encargadas de establecer políticas públicas. Este vínculo podrá lograrse con la ejecución de un *Programa Nacional de*

Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología; cuyo éxito dependerá, en gran medida, del modelo de comunicación que se aplique. Este trabajo propone adoptar un modelo de comunicación interdisciplinario, desde una perspectiva sociocultural.

Razones para evaluar la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

La falta de una política científica orientada al estudio y a la solución de problemas nacionales, así como al fomento de una conciencia cívica, ha conllevado a varios países de Iberoamérica a un estado de extrema dependencia en los aspectos económico, industrial, político, científico y tecnológico. De esta manera, la ciencia incumple con su cometido social, porque no contribuye al desarrollo adecuado de los pueblos.

Este problema genera consecuencias lamentables para la población, es una de las principales razones que ha conllevado la masiva emigración de ecuatorianos hacia Estados Unidos y a diversos países de Europa, como España.

La búsqueda de soluciones anima a recordar el cometido social de la ciencia y la importancia de la comunicación para lograr que éste se cumpla. Porque, la ciencia que no se comunica no existe para el público general, a pesar de que la gestión de nuestras sociedades dependa cada vez más de los avances científicos y tecnológicos.

Para contextualizar este análisis, conviene resaltar la importancia de establecer una política científica adecuada. Un investigador mexicano que ha escrito sobre el tema es Marcos Kaplan⁴⁷, quien dice que todas las decisiones y actividades relacionadas

⁴⁷ Marcos Kaplan es politólogo, doctor en derecho y ciencias sociales e investigador nacional emérito del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del CONACYT. Ha publicado más de 30 libros y numerosos artículos sobre teoría y análisis del Estado, política científica y tecnológica, entre otros temas.

con la ciencia tienen un carácter político; porque surgen y se desarrollan dentro de una estructura de poderes, sobre la cual se erige y actúa un arbitraje político. Según este investigador, toda política científica revela la coexistencia de tres conjuntos de variables, que presentan a la ciencia como elemento constitutivo, objeto y motivación de la acción política.

La política científica engloba el conjunto de intervenciones, decisiones y actividades de los poderes que coexisten en una sociedad y época dadas; está destinada a ignorar, obstaculizar, promover o estimular el progreso de la investigación científica y la aplicación de sus productos (Dedijer 1969). En criterio de Kaplan, la política científica puede ser nacional o gubernamental: la nacional está constituida por el conjunto de políticas científicas correspondientes a los actores y unidades de los subsistemas político, social, productivo, cultural, educativo y científico; mientras que, la gubernamental, constituye el conjunto de medidas de intervención de poderes públicos destinadas a frenar o a estimular el avance de la ciencia.

Según Kaplan, siempre hay una política científica, que puede ser explícita o tácita, benéfica o perversa, por acción o por omisión; puede concretarse o no en planes, programas o proyectos; puede o no establecer una comunicación regular y más o menos armónica con otras políticas del Estado. Para evaluarla, este investigador sugiere considerar criterios e indicadores que agrupa de la siguiente manera:

1. Ideología de la política científica.
2. Grado de desarrollo de las organizaciones de investigación.
3. Grado de desarrollo de los órganos centrales que intervienen en la política científica y de su integración en el sistema nacional que rige la toma de decisiones.
4. La política científica como sistema de información.

El cuarto criterio permite justificar la propuesta de consolidar un *Programa Nacional de CPCT*, para fomentar la cultura científica, la participación ciudadana y la transparencia en la toma de decisiones sobre ciencia, tecnología e innovación.

El reto es cerrar la brecha científica y pasar del análisis global a la acción local

Al analizar la magnitud de la brecha que separa a la región de América Latina de otros continentes, Carlos Jarque, del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), comenta lo siguiente:

Las brechas son significativas y son resultado tanto de los montos de inversión, como de la forma en que operan los Sistemas Nacionales de Innovación. Algunas cifras ilustran las brechas. Por ejemplo, los científicos holandeses o suecos, por separado, publican más que todos los hombres y mujeres de ciencia de América Latina y el Caribe. Muchos de nuestros investigadores están mal financiados, no están dedicados a las áreas críticas o estratégicas y, con frecuencia, tienen poca conexión con el sector productivo. En cuanto al número de personas en investigación y desarrollo, también hay grandes brechas. En Estados Unidos se estima que cerca de 1 millón de personas están dedicadas a investigación y desarrollo, en comparación con cifras menores a 30 mil en la mayoría de nuestros países. El número de sitios de Internet vinculados con CYT en Estados Unidos se mide en millones, en la mayoría de los países de América Latina es de menos de 300. Las diferencias también se reflejan, por ejemplo, en el número de patentes y en la cantidad de empresas con innovación continua. La capacidad de innovación parte desde los sistemas educativos. Cada vez hay una conexión más estrecha entre formación en ciencias básicas y tecnología. Sin embargo, la calidad de nuestros sistemas educativos requiere reforzarse, particularmente en estas áreas (Mac Culloch 2005).

Para superar estas brechas, cada país debe fortalecer su Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, y ofrecer soluciones a problemas tan importantes como son los relacionados con: educación, salud, nutrición, agricultura, calidad de la

vivienda, explotación racional de los recursos naturales y energéticos, gestión del riesgo, entre otros. Al respecto, la experiencia de México aporta iniciativas alentadoras, como fue la creación del *Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006* (denominado PECYT), que estableció tres líneas estratégicas:

- a) Disponer de una política de Estado en CYT.
- b) Incrementar la capacidad de investigación en CYT.
- c) Elevar la competitividad y la innovación de las empresas.

Uno de los grandes retos es valorar desde un contexto global las iniciativas que se propone en ciencia, tecnología e innovación; pero actuar localmente, con acciones destinadas a resolver las necesidades de cada país. Porque, como bien señala Carlos Jarque: “No sólo necesitamos invertir más, también tenemos que invertir mejor, en áreas críticas y estratégicas, de ventaja comparativa para cada país de la región” (Mac Culloch 2005). Por eso Jarque estima necesario un nuevo paradigma, un enfoque más pragmático y un cambio sistémico profundo en el área de ciencia y tecnología:

Dado el gran dinamismo en CYT y la necesidad de esfuerzos persistentes, se tendrían grandes costos si caemos en acciones a corto plazo sin proyecto. Son costos en términos de crecimiento económico, pero también en pobreza y en pérdida del bienestar general. La región tiene grandes oportunidades en CYT, por sus recursos humanos y naturales, pero necesitamos incluir el tema en las prioridades nacionales, impulsar reformas estructurales y lograr más aliados y mejor coordinación de los sectores público, privado y académico. Debemos consolidar y fortalecer instituciones, articular mejor los sistemas de innovación y lograr, en particular, una mayor interacción con el sector productivo. Tenemos que reorientar recursos y acumular masas críticas, evitando dispersión y volatilidad en la inversión tecnológica. El reto es identificar las ventajas comparativas de cada país, así como de cada región, y concretar sus potencialidades, mostrar su rentabilidad económica y social, y elegir con criterio las áreas de mayor concentración. Se necesita un nuevo paradigma, un enfo-

que más pragmático y un cambio sistémico profundo en el área de Ciencia y Tecnología.

“Ciencia y tecnología: patrimonio social de los ecuatorianos”

En el año 2005 se registró un hecho histórico para el futuro de la investigación y la innovación en el Ecuador; porque, por primera vez, el Gobierno ecuatoriano consideró a la ciencia y a la tecnología como instrumentos clave para el desarrollo social y económico del país, por eso los ha instituido como una política de Estado.

Esta iniciativa fue acogida por el Congreso Nacional del Ecuador, con la aprobación de la Ley Orgánica de Responsabilidad, Estabilidad y Transparencia Fiscal, que destina el 5% de recursos provenientes del excedente de la venta del petróleo para financiar propuestas de ciencia y tecnología. De esta manera, Ecuador podrá destinar más recursos para el desarrollo de estas actividades; pasó de invertir 0,06% del Producto Interno Bruto (PIB), en el año 2004, a una inversión de 0,12%, en el 2005, y a un mínimo de 0,22%, en el 2006. Aunque estas cifras aún están muy distantes del promedio latinoamericano (0,60% del PIB), sin duda em pieza una época promisoriosa para la investigación científica y tecnológica en el Ecuador.

De 1994 a septiembre de 2006, la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT) fue el organismo rector de la política científica y tecnológica en el Ecuador; mientras que la Fundación para la Ciencia y la Tecnología (FUNDACYT) ejercía las funciones ejecutivas y operativas. De julio a diciembre de 2005, con el soporte técnico y administrativo de FUNDACYT, la SENACYT lideró un debate nacional con el fin de diseñar la “Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación” del Ecuador, cuya vigencia registrará durante el quinquenio 2006-2010. Este trabajo supuso la activa participación de varios actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI), como son

representantes de universidades, escuelas politécnicas, cámaras empresariales, centros de investigación y secretarías de Estado. Entre todos, se pretendió poner en práctica el lema: “Ciencia y tecnología: patrimonio social de los ecuatorianos”.

En septiembre de 2006, a través del Decreto Ejecutivo N° 1829, se establece la creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), para que éste asuma las responsabilidades que antes ejercía SENACYT; por tanto, esta Secretaría pasó a ser el órgano ejecutivo y operativo del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Tal decisión llevó al término de las relaciones entre SENACYT y FUNDACYT.

Principios que rigen la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación:

- Conformar un entorno integrador entre organizaciones que conforman el SNCTI, con un marco legal adecuado, ágil y transparente. Garantizar la asignación de un presupuesto estable para el desarrollo de la CTI en el Ecuador.
- Desarrollar redes entre organizaciones académicas, grupos de investigación y el sector productivo para mejorar la sostenibilidad y eficiencia del SNCTI.
- Es prioritaria la promoción y consolidación de organizaciones de investigación, a fin de adaptarse a los continuos cambios en los objetivos de investigación que impone el ritmo del desarrollo económico nacional, inmerso en un proceso de globalización.
- Fortalecer los centros de investigación con líneas de investigación definidas.
- Propiciar el intercambio, transferencia y difusión científica y tecnológica, en el marco de los convenios y proyectos de integración subregional y regional.
- Lograr la sostenibilidad del SNCTI mediante el apoyo permanente del Estado.

El objetivo general de esta Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación es fortalecer la capacidad científica y tecnológica del Ecuador, mediante el impulso a la investigación básica y aplicada, que responda a las necesidades prioritarias de la población, para mejorar su calidad de vida, y fomentar la innovación y transferencia tecnológica que eleve la productividad y competitividad de la nación ecuatoriana.

Líneas de acción de esta Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación:

- I. Fortalecimiento de la investigación científica y tecnológica, dirigida prioritariamente a solucionar los principales problemas socioeconómicos de la población ecuatoriana, tales como: salud, nutrición, educación y vivienda.
- II. Apoyo a la innovación, adaptación y transferencia tecnológica.
- III. Articulación entre los sectores académico, gubernamental y productivo, mediante alianzas estratégicas con gobiernos locales.
- IV. Consolidación y fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación del Ecuador.

Aporte desde la Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología

A más de fomentar la cultura científica, la Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología (CPCT) ofrece más transparencia al proceso de toma de decisiones sobre temas científicos y tecnológicos. El objetivo de la CPCT es contribuir a que se ejerza más vigilancia civil y gubernamental sobre los efectos que genera la actividad científica y tecnológica. No en vano la

Declaración de los Derechos Humanos señala, en su artículo 27: “Toda persona tiene derecho a tomar parte libremente en la vida cultural de la comunidad, a gozar de las artes y a participar en el progreso científico y en los beneficios que de él resulten”.

La CPCT comprende la ejecución de varias actividades de ampliación y actualización del conocimiento científico y tecnológico. Éstas pueden realizarse desde la educación no formal, a través de medios de comunicación y en espacios abiertos para el diálogo sobre temas de ciencia y tecnología. No sustituye a la educación, pero ayuda a superar ciertos vacíos que deja el sistema de educación formal.

La mayoría de proyectos diseñados para comunicar la ciencia al público siguen modelos de tipo asimétrico, como el de déficit o el de difusión;⁴⁸ pero estos resultan limitados, porque analizan la comunicación como un proceso de recorrido unidireccional (que va desde el científico hacia el público), consideran neutra la información que transmiten e ignoran las diferencias culturales que caracterizan a los actores involucrados en el proceso de CPCT. Esta omisión es una de las principales razones que dificultan la comunicación entre los científicos y el público general. Porque, aunque la ciencia tenga una proyección internacional (global), para comunicar sus avances al público general hay que considerar las características culturales (valores, creencias, hábitos, fobias, filias, símbolos, tradiciones y conocimientos)⁴⁹ de los actores que intervienen en ese proceso de comunicación.

Si aceptamos que el diálogo debe ser cultural, habrá que reformular el modelo tradicional unidireccional de comunicación y proponer uno más completo, interdisciplinario, desde una pers-

⁴⁸ Estos modelos los ha explicado ampliamente Lewenstein B.C., 2003, “Models of Public Communication of Science and Technology”. Dirección: <http://communityrisks.cornell.edu/BackgroundMaterials/Lewenstein2003.pdf>

⁴⁹ El término “propiospectos” fue empleado por Rolando Isita Tornell en su tesis doctoral, que titula *Ciencia y propaganda en España*, la cual defendió en la Universidad Complutense de Madrid, España, 1995: 66.

pectiva sociocultural que contemple las relaciones entre las distintas formas de organización de la sociedad, las mediaciones socioeconómicas y las prácticas discursivas de la ciencia y de su divulgación. Este nuevo modelo debe considerar las siguientes categorías: institucionalización, mediaciones y agentes sociales que intervienen en el proceso de comunicación pública de la ciencia.

Varias son las obras que destacan la importancia de la CPCT para fortalecer la democracia en los países. Tenía razón el mexicano Marcos Kaplan cuando dijo que “la existencia, la madurez y la eficacia de la política científica era función directa del desarrollo del subsistema de información/comunicación; de su complejidad, flexibilidad y sensibilidad; de la cantidad y la claridad de la información que recibe, produce, trata y trasmite a través de la sociedad”.

A más de cumplir un importante rol democrático, la CPCT puede ayudar a superar el denominado “problema de las dos culturas” que anunció C. P. Snow. Este investigador expuso la tesis de que la cultura occidental estaba escindida en dos bandos que se ignoraban mutuamente: los humanistas y los científicos. Su propuesta era cerrar esta brecha y, para el efecto, sugirió “re pensar la educación” (Snow 1956).

Por eso es importante destacar la función democrática que cumple la CPCT y el valioso aporte que podría ofrecer al Ecuador y a otros países de Iberoamérica, si se la institucionalizara, incluyéndola como tema prioritario dentro de la política científica de cada país. El *Programa Nacional de CPCT* que propongo debería fomentar el interés de la gente joven por participar en proyectos científicos y tecnológicos que den solución a los problemas nacionales. También debería destinar mejores salarios a los investigadores, para evitar la fuga de cerebros, y crear nuevas fuentes de trabajo.

Conviene apoyar actividades como el periodismo científico, porque esta labor “trata de poner lo más noble del espíritu huma-

no, el conocimiento, al servicio del individuo y de la sociedad, para evitar que se repita la historia y que el progreso beneficie exclusivamente a las minorías. El Periodismo Científico tiene la obligación social de hacer lo posible y lo imposible por que la ciencia y la tecnología no sirvan sólo para el enriquecimiento cultural y el beneficio práctico de algunas naciones o ciertas sociedades privilegiadas (Calvo Hernando 2005).

En México, el denominado PECYT y la Ley de Ciencia y Tecnología otorgaron más apoyo a la comunicación pública de la ciencia. También adquirió más relevancia la CPCT en Europa, a raíz de la aplicación del *VI Programa Marco de Investigación y Desarrollo de la Unión Europea*⁵⁰ (6PM). Este Programa anuncia la promoción de relaciones entre ciencia y sociedad, en línea con lo expuesto en el “Plan de Acción Ciencia y Sociedad” de la región. Este Plan incluye 38 acciones, que giran en torno a tres objetivos:

1. Promoción de la educación y de la cultura científica en Europa.
2. Elaboración de políticas científicas más cercanas a los ciudadanos.
3. Incorporación de una ciencia responsable en las distintas políticas.

En coherencia con el “Plan de Acción sobre Ciencia y Sociedad” de la Unión Europea, el 6PM respalda actividades de educación y divulgación científica, promueve la igualdad de género y sitúa la práctica de una ciencia responsable en el centro de su política científica.

⁵⁰ Con el “VI Programa Marco” (6PM) se pretendía contribuir a la creación del Espacio Europeo de Investigación y a la innovación (2002-2006). Se lo aprobó el 27 de junio de 2002.

Programa Nacional de Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología

Para contribuir al fortalecimiento y consolidación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, conviene promover una relación más cercana y permanente entre la sociedad, la comunidad científica y las autoridades encargadas de establecer las políticas públicas. Este reto puede lograrse con la ejecución de un *Programa Nacional de Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología*.

Este Programa debe incluir varias acciones tendentes a compartir los conocimientos científicos con el público general; también deberá favorecer el diseño de nuevos medios y de metodologías que hagan más eficiente la CPCT en el Ecuador. Sensibilizar a dirigentes y a ciudadanos sobre la importancia de esta propuesta exigirá no sólo mayor equilibrio político y social, sino también más participación ciudadana en el saber común. Esta idea ha propiciado que en varios países se asuma la CPCT como un tema de prioridad nacional.

Objetivos del Programa Nacional de CPCT

- Fomentar más cultura científica y el aumento de la conciencia cívica.
- Sensibilizar a periodistas y a científicos sobre la necesidad de trabajar en equipo.
- Identificar cuáles son los problemas prioritarios del país, para orientar los recursos del Estado a la investigación y a la solución de esas necesidades.
- Contribuir a la eliminación del analfabetismo científico-tecnológico.
- Preparar a la población para que comprenda los avances de la ciencia y los alcances del cambio tecnológico, en los ámbitos nacional y mundial.

- Ayudar a las nuevas generaciones a que entienda mejor la evolución que ha experimentado el mundo en que viven; sus desafíos, sus riesgos y sus posibilidades.
- Aclarar la imagen social de la ciencia y de la tecnología, a partir de la evaluación de los temores, mitos y prejuicios que enturbian la percepción pública de esos temas.
- Establecer redes y convenios institucionales que permitan un diálogo permanente entre científicos y periodistas.

Este Programa deberá asignar funciones y tareas a tres comunidades: la educativa, la informativa y la científica.

Compromisos desde el sector educativo

Según Manuel Calvo Hernando, éstas son algunas de las acciones con las que puede contribuir el sistema educativo a la CPCT (Calvo Hernando 1990):

- Mejora efectiva de la enseñanza de las ciencias, como paso previo para iniciar una tarea de sensibilización ante la opinión pública.
- Formación de especialistas en la CPCT, procedentes tanto del periodismo como de la ciencia y de la docencia.
- La formación para periodistas debería ir precedida por la inclusión de la asignatura de Periodismo Científico en los planes de estudio de las facultades de Ciencias de la Información. Las universidades politécnicas deberán ofrecer a sus graduados e ingenieros cursos o seminarios de capacitación teórica y práctica, sobre la comunicación científica y tecnológica para el gran público.
- Desarrollo de programas de formación e información sobre biología, especialmente sobre genética y biotecnología, en todos los niveles educativos y en la mayoría de estudios universitarios.

- Apoyo a las actividades juveniles en CYT (clubes, ferias, congresos, concursos, olimpiadas, excursiones, campamentos científicos, aulas de la naturaleza) y a la creación de museos de ciencia, interactivos y móviles, para que lleguen a zonas urbanas y rurales.
- Establecimiento de programas de CPCT y organización de cursos de posgrado sobre Periodismo Científico.

Compromisos desde la comunicación

No hay consenso sobre quién es la persona idónea para comunicar públicamente la ciencia. Una solución es el trabajo conjunto entre científicos y periodistas; pero este aporte será insuficiente sin la cooperación de otros profesionales, de educadores y de familiares. Porque, así como la música requiere de intérpretes para ser apreciada, la ciencia necesita de profesionales que interpreten ante el público las obras científicas.

Maurice Goldsmith (Goldsmith 1986) compara al comunicador público de la ciencia con el crítico de arte; le llama *crítico científico* y le sugiere lograr una formación multidisciplinaria, que integre cursos de ciencia general, historia y filosofía de la ciencia, arte y psicología de la comunicación, entre otras disciplinas.

Para una adecuada CPCT, Manuel Calvo Hernando sugiere considerar algunas reflexiones (Calvo Hernando 2005):

1. La demostración científica no tiene un valor absoluto, ha de ser entendida como cualquier otro discurso, dentro de un contexto y de una situación.
2. Es necesario elaborar más y mejores elencos de vocabulario científico y técnico.
3. Hay que estimular a los científicos para que cada vez sean más capaces de proferir tanto el lenguaje de la ciencia como el de la divulgación científica.

4. Para científicos que no quieran o no sepan divulgar, conviene propiciar la participación de mediadores.
5. El informador debe acercarse al campo de la ciencia como a cualquier otro: con honradez, rigor y la máxima competencia posible.
6. Hay que desmitificar la ciencia: no es una panacea para los problemas del ser humano, ni una religión. Como todo instrumento, se puede emplear para el bien o para el mal.
7. Se debe hacer propaganda de la ciencia: expande los límites del conocimiento humano y proporciona bienestar.
8. Las ciencias y las humanidades forman parte de la cultura: no es aceptable una ciencia sin humanismo, ni lo son unas humanidades al margen de la ciencia.

Compromisos desde la comunidad científica

El carácter evolutivo y el crecimiento acelerado de la ciencia ocasionan un gran problema a la CPCT; porque es demasiado amplio, diverso y especializado el campo de estudio que debe cubrir. De ahí que el periodista científico o comunicador público de la ciencia deba actualizarse de forma permanente.

Al analizar la inversión que en ciencia y tecnología han registrado los países de América Latina, Carlos Jarque, del BID, señala:

En general, en América Latina y el Caribe invertimos poco. La inversión en investigación y desarrollo está entre 0,1 y 0,6% del PIB, en la mayoría de los países de la región, cifras que no han cambiado drásticamente en los últimos diez años. Nuestra inversión es baja en comparación con el 2 o el 3% del PIB que invierten naciones de ingreso alto. Pero aún si nos comparamos con otros grupos de países vemos, por ejemplo, que la inversión anual de toda América Latina y el Caribe es casi la mitad de lo que invierte Corea del Sur. Son cifras acumuladas año tras año, que nos llevan a capacidades muy distintas (Mac Culloch 2005).

Para que el Ecuador logre superar estas desigualdades, debe invertir mucho más en ciencia, tecnología e innovación, y ofrecer más apoyo a la formación de recursos humanos. De esta manera ofrecerá condiciones más propicias para crear nuevas fuentes de trabajo y, consecuentemente, mejorar la calidad de vida de sus habitantes; lo cual animaría a muchas personas a proyectarse un mejor futuro en su propio país. Al invertir más en la formación y en los salarios de los investigadores, también se evitará la fuga de cerebros; eso estimulará la participación de profesionales y de grupos científicos que estén social y científicamente comprometidos con el país.

Comunicación de la ciencia desde los Estudios CTS

Los estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad (más conocidos por el acrónimo (CTS) se presentan como un análisis crítico e interdisciplinario de la ciencia y la tecnología en el contexto social, con el objetivo de entender los aspectos generales del fenómeno científico-tecnológico⁵¹.

Estos estudios surgieron a finales de la década de los años sesenta y a inicios de los setenta del siglo XX, como una reacción académica contra la tradicional concepción esencialista y triunfalista de la CYT, que puede resumirse en una simple ecuación, en el llamado “modelo lineal de desarrollo”: +ciencia= +tecnología = +riqueza= +bienestar social. Este modelo lineal presenta a la CYT como formas autónomas de la cultura, como actividades valorativamente neutrales, como una alianza heroica de conquista cognitiva y material de la naturaleza; tal concepción suele presentarse en diversos espacios del ámbito académico y de los medios de comunicación. En su fundamentación académica está

⁵¹ Este análisis está más detallado en libros referentes a Estudios CTS, muchos son auspiciados por la OEL.

la visión clásica del positivismo sobre la naturaleza de la ciencia y su cambio temporal, cuya formulación canónica procede del Positivismo Lógico (García Palacios y otros 2001: 120).

No obstante, Ciencia, Tecnología y Sociedad configuran una triada más compleja que una simple serie sucesiva y lineal. Los Estudios CTS analizan sus relaciones recíprocas con más detenimiento, desde un enfoque interdisciplinario que comprende una diversidad de orientaciones académicas, como la filosofía de la ciencia y la tecnología, la sociología del conocimiento científico o la historia de la ciencia y la tecnología; a más de promover ámbitos de reflexión y propuestas de cambio institucional, como la ética ingenieril o los estudios de evaluación de tecnologías. Uno de sus aspectos innovadores es la caracterización social de los factores responsables del cambio científico.

Los Estudios CTS buscan comprender la dimensión social de la CYT, tanto desde el punto de vista de sus antecedentes sociales como de sus consecuencias sociales y ambientales; es decir, tanto por lo que atañe a los factores de la naturaleza social, política o económica que modulan el cambio científico-tecnológico, como por lo que concierne a las repercusiones éticas, ambientales o culturales de ese cambio (García Palacios y otros 2001: 125). Desde este enfoque, se propone entender la CYT como un proceso o producto inherentemente social, donde los elementos no epistémicos o técnicos (por ejemplo: valores morales, convicciones religiosas, intereses profesionales, presiones económicas, etc.) desempeñan un papel decisivo en la génesis y consolidación de las ideas científicas y de los artefactos tecnológicos. Últimamente se ha incluido en sus análisis el tema de la innovación, por eso ahora también se le denomina: Estudios CTS+I.

Análisis propuestos desde los Estudios CTS han conectado los campos de estudio académico y el activismo social en los niveles de reflexión ética. En el campo de la investigación, promueven una nueva visión no esencialista y socialmente contex-

tualizada de la actividad científica. En el campo de la Política pública, han defendido la regulación social de la CYT; por eso promueven la creación de diversos mecanismos democráticos que faciliten la apertura de los procesos de toma de decisiones en cuestiones concernientes a políticas científico-tecnológicas. En el campo de la educación, esta nueva imagen de la CYT en sociedad ha cristalizado la aparición de programas y materias CTS en la enseñanza secundaria y universitaria de varios países, con apoyo de organismos intergubernamentales como la UNESCO o la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI).

Los estudios CTS también favorecen a la Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología, porque cuestionan la aplicación del modelo de déficit (modelo lineal o “top-down”); es decir, el hecho de que se considere al público como un grupo homogéneo, pasivo y víctima de un “déficit” cognitivo o cultural. Por eso recomiendan emplear un modelo de comunicación más democrático y horizontal, uno que valore el aporte de los estudios sobre percepción pública de la ciencia y la tecnología.

La cultura CTS+I (Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación) es considerada un campo de estudio adecuado en varios países de Iberoamérica y tiene más trayectoria en Argentina, Brasil, Colombia, Chile, España, México, Venezuela y, últimamente, en Ecuador.⁵² Desde este enfoque, se espera que la innovación mejore la calidad de vida de los ciudadanos y que favorezca el crecimiento económico, promoviendo al mismo tiempo la sensibilidad e implicación ciudadana en ese proceso, junto con la comprensión pública de sus incertidumbres, desafíos, riesgos y beneficios. Se trata de actuar en dos frentes de carácter complementario; de una parte, fomentando el desarrollo de la sociedad de la información y el conocimiento, a partir de la innovación tecnológica, y, de otra, incrementando la cultura científica de la sociedad.

Capítulo 6

RECOMENDACIONES PRÁCTICAS PARA EL EJERCICIO DEL PERIODISMO CIENTÍFICO

“Todo es noticia, nada de lo humano nos es ajeno. Nunca los periodistas debiéramos perder la capacidad de asombro y de asombrar con nuestros relatos a los lectores, auditores o telespectadores”.

ABRAHAM SANTIBÁÑEZ, INTRODUCCIÓN AL PERIODISMO

1. Fuentes de información

- Conviene elaborar un índice personal de fuentes de información científica y tecnológica.
- Citar de forma clara y precisa las fuentes que otorgan la información. Evitar expresiones como “fuentes bien informadas”, u otras semejantes.
- Aunque es legítimo recoger información de periódicos y más medios, es necesario enriquecerla con otras referencias e investigación propia.

- Si difunde información procedente de otro medio, tiene que citar su procedencia.

Recomendaciones para la selección de fuentes:

- Considerar que sean personas confiables.
- Indagar si son investigadores reconocidos por sus pares.
- Revisar su *Currículum Vitae* y su respaldo académico.
- Evaluar sus publicaciones y el marco institucional en donde trabaja.
- Confirmar si son personas accesibles para consultas posteriores.

Posibles fuentes informativas:

- Investigadores o científicos que ofrecen o confirman la información.
- Notas, boletines o ruedas de prensa. Oficinas de comunicación de las instituciones.
- Documentos publicados en revistas científicas con reconocimiento académico.
- Internet es un medio para obtener información, no una fuente informativa; sus referencias deben complementarse con explicaciones y datos que den actualidad y un mejor contexto al tema.

2. Géneros periodísticos

Urgente

Al Urgente se recurre cuando surge una información de última hora, que requiere ser expuesta de forma instantánea y en síntesis. Su información debe ser completa y, su extensión, no

menor a dos párrafos. A los 30 minutos de haberse emitido un Urgente, es necesario ampliarlo en una noticia.

Noticia

Contendrá un párrafo de entrada, que se referirá al titular de la noticia y que procurará dar respuesta a las preguntas clásicas de: qué, quién, cómo, dónde, cuándo y por qué. Se la redactará en tercera persona. Su extensión oscilará entre las 500 y 600 palabras; que equivalen al texto de una página escrita en Word, a espacio y medio, en letra Times New Roman de 12 puntos. Estas características también se aplicarán en la redacción de otros géneros periodísticos. Si por la importancia del tema se requiere más espacio, conviene fraccionar el texto y presentarlo como dos noticias.

Reportaje

Es un trabajo informativo que supone una indagación más amplia sobre el acontecimiento central e incluye la opinión de varias fuentes. Aunque no plasma de manera explícita la opinión del autor, admite un tratamiento particular y, en algunos casos, puede ser narrado de manera literaria. Este género suma varias formas de expresión periodística y emplea diversos recursos estilísticos, así como apoyos o recuadros. El apoyo es una información breve que sirve de complemento a la noticia principal o al reportaje. Su redacción no sacrificará la sintaxis a la brevedad, aunque se recomienda una extensión no mayor a 250 palabras.

Entrevista

Un tipo de entrevista es la que tiene un formato de pregunta y respuesta. Otra es la entrevista reportajeada o entrevista perfil,

en donde las ideas, la personalidad, las obras, la biografía y las circunstancias actuales del entrevistado constituyen parte importante de la información. En ambos casos, los tres primeros párrafos incluyen un resumen de las declaraciones más relevantes y algunos datos sobre el entrevistado.

En el primer tipo de entrevista, luego de esos tres primeros párrafos, el diálogo continúa con el formato de *Pregunta* y *Respuesta*. A estas palabras se las escribe completas la primera vez, luego bastarán la *P* y la *R*, respectivamente. Las preguntas deberán referirse a temas concretos y no serán sólo opiniones del periodista. En el texto de las entrevistas se tratará de usted al entrevistado y, al inicio, constará el nombre completo del autor.

Cronología

Cuando una información se mantenga abierta durante determinado período de tiempo, o vuelva a irrumpir tras una etapa de silencio, es conveniente preparar una cronología que proporcione la visión de conjunto necesaria para su mejor comprensión. Estará encabezada por un breve *lead*, en el que se destacará lo más importante del acontecimiento. Le seguirán párrafos que iniciarán con la fecha (o la hora, en el caso de que se reconstruya un suceso del día) en la que se produjeron los acontecimientos que se refieren. Deben sintetizarse en un solo texto y, al final, llevarán las iniciales del redactor.

Artículo de opinión

Este género constituye el planteamiento personal de quien lo escribe y trata sobre un tema de actualidad. Se utiliza para dar a conocer ideas y opiniones, en contraposición de otros géneros. Aunque está conformado por entrada, desarrollo (comentarios) y

conclusión, no se ajusta a un modelo preestablecido, ya que este género supone un enfoque más libre y personal.

3. Redacción periodística

En su “Breve Manual sobre Comunicación de la Ciencia”⁵³, el brasileño Cassio Viera expone algunos consejos, a partir de la experiencia adquirida como editor de ciencias puras en la revista *Ciencia Hoje*, publicada con auspicio de la Asociación Brasileña para el Avance de la Ciencia. En síntesis, estas son sus recomendaciones con respecto al lenguaje:

- Sea consciente de la existencia de “lenguajes” diferentes.
- Cautive al lector.
- Evite asustar al lector.
- Use analogías con prudencia.
- Sea riguroso.
- Concéntrese en el objetivo.
- Evite las fórmulas.
- ¡Recuerde que los doctores también se olvidan!
- Aproveche su sentido del humor.
- Evite el estilo rococó.
- Sea sucinto.
- Evite el uso de jerga.
- Explique siempre.
- Marque los conceptos en cuadros.
- Indique qué, quién, dónde...
- Escriba acrónimos sólo una vez.
- No incluya notas a pie de página ni menciones.
- No aliente falsas esperanzas.

⁵³ Manual escrito por Viera Cassio en “Breve manual sobre comunicación de la ciencia”, artículo publicado en 2004, en el portal electrónico de SciDevNet: http://www.scidev.net/sci_comm/index.cfm?pageid=311

Con respecto a la forma del artículo periodístico, Cassio Viera sugiere:

- Siga las reglas “espacio-tiempo”.
- Ajustese al tamaño solicitado.
- Sugiera títulos.
- Facilite la vida del lector.
- Incluya imágenes cuando sea posible.
- Ponga leyenda en las imágenes.
- No olvide el *copyright*.
- Incluya todas las perspectivas.

Se recomienda manejar los diccionarios de la Real Academia Española; los de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales; el de María Moliner y la parte ideológica del de Julio Casares. Se evitará el empleo de palabras o de acepciones no registradas en esos diccionarios; sobre todo, cuando existan equivalencias claras.

Las informaciones serán redactadas en tercera persona. La única expresión con la cual podrá hacerse visible el narrador será citando el nombre de la agencia o medio de comunicación para el que trabaja.

En los reportajes, el periodista tiene mayor libertad para la redacción de su texto. Puede narrarlo de forma literaria e, inclusive, en primera persona.

Es imprescindible dar el contexto suficiente a cada información, por más sencilla que ésta parezca. A tal efecto, los periodistas recurrirán a la base de datos y al archivo digital de la agencia o medio de comunicación para el que trabaja, y a más fuentes documentales o informativas.

Si al redactar una información se carece de respuesta a una de las interrogantes clásicas (qué, quién, cómo, cuándo, dónde o por qué), se tiene que dejar constancia de ello en el texto.

Una información cuyos datos estén suficientemente comprobados debe transmitirse lo más rápido posible; sin embargo, esta rapidez no debe ir en detrimento de su exactitud. Anticiparse a la competencia con noticias confusas o erróneas, que han de precisarse o rectificarse luego, merma la credibilidad en que se sustenta el prestigio del medio de comunicación.

Siempre que se detecte un error en una información transmitida, hay que advertir del mismo a los abonados y subsanarlo cuanto antes.

La exactitud al informar, la rapidez al transmitir y la corrección al redactar son objetivos básicos del servicio informativo de una agencia o medio de comunicación.

Titulares

- Dentro de los titulares se consideran títulos, subtítulos y ladillos o intertítulos.
- La extensión del título no rebasará las 20 palabras, que equivale a dos líneas, en el formato elegido por el medio de comunicación.
- El título no requiere de signos ortográficos como el punto, la coma o el punto y coma. Cuando incluya una cita textual, se la encerrará entre comillas.
- No repetir en el título términos que consten como palabra clave o que estén dentro del subtítulo. De ahí que el título sea independiente, para que los medios de comunicación puedan usarlo y comprenderlo sin necesidad de la palabra clave.
- Descartar términos científicos que dificulten la lectura y la comprensión.
- No emplear en los títulos palabras y expresiones vacías, gastadas, imprecisas, obvias. Ejemplo: nuevo, importante, numeroso, gran cantidad de..., científicos descubren...

- Las siglas pueden incluirse en el título, únicamente si son ampliamente conocidas.
- Se omitirán nombres de personas que no sean conocidas por el público general.
- Al contrario, conviene aprovechar nombres de científicos reconocidos, como: Einstein, Pasteur, Stephen Hawking.
- Evitar el uso de palabras retóricas en el título, así como los signos de admiración. Ejemplo: ¡Ojo con sus ojos!
- Tampoco hay que abusar de las interrogaciones. Ejemplo: ¿Memoria en cápsulas?
- Evitar títulos excesivamente amplios o generales, que no precisen el tema de la noticia.
- Asegúrese de que su información sea coherente con el texto y de que no repite palabras, expresiones o nombres citados en el subtítulo, en la entrada o en intertítulos.
- Si se emplean palabras que están en cursivas dentro del texto, deberán escribirse en letra redonda y entre comillas simples (‘’) en el título.
- Conviene evitar el uso de infinitivos y de gerundios en títulos y subtítulos.
- Para referirse a porcentajes, se empleará el signo % en los títulos y la frase “por ciento”, a lo largo del texto.
- Se admite la inclusión de números en títulos y en subtítulos.
- Los subtítulos se escribirán con independencia de los títulos, a fin de complementarlos con elementos circunstanciales o con una atractiva explicación de la información.
- Es más recomendable escribir en presente los verbos de títulos y de subtítulos. El pasado o el futuro se empleará sólo cuando la información trate sobre un acontecimiento nada cercano al presente.
- Se escribirá al menos un ladillo en las informaciones que tengan más de 70 líneas; y no más de dos, cuando el texto no supere las 100 líneas.

Lead o entrada

- La entrada es un pequeño resumen de la noticia.
- Se ubica luego del título y del subtítulo.
- Su extensión será de un párrafo de cuatro o cinco líneas.
- No complementarán los títulos, sino que servirán como ganchos para captar la atención y el interés de los suscriptores.
- Pueden ser síntesis o atractivas reelaboraciones de algún aspecto de la información.
- Son escritos en un estilo directo, con verbos de acción y, de preferencia, afirmativos.
- Conviene elaborarlo con una sola frase, sin abusar de oraciones subordinadas.
- Al difundir una información con retraso sobre la fecha en que ocurrió, debe buscarse una fórmula que la actualice.
- Si una entrada reproduce un fragmento de la noticia, las líneas seleccionadas no deberán ser parte del párrafo con el que comienza la información.

4. Normas gramaticales⁵⁴

Verbos

Se preferirán oraciones con verbos escritos en voz activa y, sólo excepcionalmente, se escribirá en voz pasiva.

Ejemplo: La OMS reportó nuevos casos de neumonía atípica. (V. activa)
Nuevos casos de neumonía atípica fueron reportados por la OMS (V. Pasiva).

⁵⁴ Si se desea consultar otras normas gramaticales, sugerimos la lectura del *Manual de Estilo de la Lengua Española* de José Martínez de Sousa y la bibliografía contemplada en esta obra.

Es incorrecto escribir: hubieron fiestas, habrán ganadores, habrán habido deportistas, etc. Los anteriores verbos deben escribirse en singular, porque se trata de oraciones impersonales, que carecen de sujeto. Siempre que haber sea verbo principal, se lo utilizará en tercera persona de singular. Por lo tanto, no llevarán “n” al final las palabras: habrá, haya, o hubo.

Ejemplo: En esa investigación **hubo** un problema.

En esa investigación **hubo** problemas.

El Hospital espera que **haya** una reacción favorable.

El Hospital espera que **haya** reacciones favorables.

*Mayúsculas y minúsculas*⁵⁵

Se iniciará con letra mayúscula

- La primera letra de una oración; los nombres propios de personas, instituciones, países, siglas y símbolos.
- Los nombres de carreras o titulaciones, ya sea que vayan solos o precedidos de Facultad o Escuela.
- La palabra Estado, cuando se refiera a la organización jurídica política nacional. Ejemplo: los ferrocarriles son de propiedad del Estado.
- Los nombres de simpósiums, certámenes, jornadas, congresos y encuentros oficiales. Ejemplo: Congreso de Ciencia y Tecnología.
- Los términos que componen el nombre de un establecimiento o entidad.
- No se aplicará al escribir los cargos o funciones públicas (como presidente, ministro, rector), aunque se utilicen para sustituir a un nombre propio.

⁵⁵ En casos de duda, y hasta no encontrar una mejor forma de unificar el estilo en esta materia, se preferirá el uso de la minúscula; porque, como bien lo escribe María Moliner, “la mayúscula tiene más valor reverencial que gramatical”.

- Tampoco se las usará en tratamientos académicos (como profesor), profesionales u honoríficos (doctor) o de cortesía (señor).
- No se las empleará al nombrar elementos químicos (ejemplo: samario) o para referirse a teorías científicas (ejemplo: teoría cuántica).
- Hay que evitarlas en nombres de productos químicos o farmacéuticos, aunque sean marcas registradas (ejemplo: aspirina).
- Pero sí se las usará al redactar los nombres de sustancias químicas, de genes o de enfermedades en cuya escritura resulte imprescindible la letra mayúscula, ya sea para diferenciarlo de otro nombre o porque así se lo conoce en el habla popular.

Ejemplo: ADN (ácido desoxirribonucleico).

Csp (sustancia salina estabilizante)

Se optará por la minúscula

- Después de los dos puntos, a menos que después se escriba una cita textual entrecomillada.
- Cuando se escriba incompleto el nombre de algún organismo oficial, institución o universidad.
- En las palabras que designen accidentes geográficos, edificios y vías urbanas, salvo cuando formen parte de un nombre propio.
- Los nombres de disciplinas académicas, excepto cuando forman parte del nombre de un centro, cátedra, institución o asignatura impartida por un profesor.

Negrita

La letra en negrita se empleará exclusivamente para titular las informaciones.

Se la usará también para resaltar el nombre propio de la persona que protagoniza la información, únicamente la primera vez que se la cita.

Comillas

Las comillas (“ ”) se emplean para citar los títulos de artículos de diarios y revistas, prólogos y secciones de un libro, conferencias y charlas; no así los títulos de libros, que aparecerán en cursiva.

Primero se cierran las comillas y luego se escriben los signos de puntuación u ortográficos correspondientes.

Las comillas simples (‘ ’) se emplean para señalar citas breves, para indicar sentidos irónicos, destacar neologismos o palabras y frases de doble sentido, o de sentido metafórico.

También se usarán comillas simples dentro de un texto que ya va entrecomillado.

Cursivas

Se emplearán cursivas en los siguientes casos

- Títulos de obras artísticas, científicas y literarias. Comprenden los títulos de libros, revistas, diarios y más publicaciones periódicas; nombres de películas, óperas, obras de teatro y musicales, pinturas, esculturas, obras coreográficas, entre otros.
- Las palabras o frases escritas en lengua extranjera; pero, si se trata de una cita extensa, ésta deberá ir entre comillas y no en cursivas.
- Los vocablos o tecnicismos a los que se remite en vocabularios, glosarios y catálogos.
- Las letras de fórmulas, de expresiones matemáticas y de fármacos que no formen parte del idioma habitual.
- Los nombres científicos de plantas y animales.

- Los apodos o sobrenombres, siempre y cuando vayan acompañados del nombre; en caso contrario, se escribirán en redondas.
- Los términos y expresiones escritos en otros idiomas, incluidas las voces y locuciones latinas de uso poco frecuente.
- Pero NO irán en cursiva los términos extranjeros que estén adoptados por la mayoría de los ciudadanos en castellano, más aún si tienen traducción o una palabra castellana autorizada por la Real Academia Española. Ejemplos: parking, córner, máster.
- Una excepción a esta norma ocurre cuando la expresión en otro idioma, que debe figurar en cursiva, aparece reiteradamente en el texto. En este caso, basta con que aparezca la primera vez en cursiva; luego puede utilizarse en letra redonda.

Formación del plural

- Las voces latinas que se usan en español no se modifican con el plural. Ejemplo: un déficit presupuestario, varios déficit presupuestarios; el superávit, los superávits; un memorándum, dos memorándums (está admitida la forma española memorando, cuyo plural es memorandos); un ultimátum, varios ultimátums; el referéndum, los referéndums.
- Algunas voces tomadas de lenguas extranjeras modernas adoptaron una forma española, con la que se resuelve la formación del plural. Estos son algunos casos:

carnet	carné	carnés
chalet	chalé	chalés
film	filme	filmes
club	club	clubes
smoking	esmoquin	esmóquines

- Debe evitarse en voces cuyo plural genera inusuales mezclas de sonidos en español. Ejemplo: *boycot* (forma españolizada).
- Las voces compuestas sólo forman el plural en la segunda palabra del compuesto: así, el plural de latinoamericano es *latinoamericanos* y no *latinosamericanos*.
- Un caso curioso es el de cualquier o cualquiera: su plural es *cualquier* o *cualesquiera*: cualquier individuo, cualesquier individuos...
- No se usan en español muy a menudo los compuestos con guión: técnico-administrativo, teórico-práctico. En estos casos, se forma el plural sólo en la última voz. Ejemplo: *cursos teórico-prácticos, diez problemas técnico- administrativos.*

Nombre

- Cuando se menciona por primera vez a una persona, conviene identificarla con nombre, apellidos y cargo. Si se la vuelve a citar a lo largo de la información, podría citarse su edad u otros datos pertinentes.
- Los nombres de los partidos, instituciones y organismos en otra lengua se citarán junto con su traducción al castellano (entre paréntesis), si no han alcanzado la suficiente difusión, o se mantendrán sin traducir cuando su significado resulte transparente.
- Se escribirán en castellano vocablos como *Presidencia, Consejo, Municipio* y otros similares, pero se mantendrán en su lengua originaria los que perderían matices al traducirlos.

Tratamiento

- Hay que suprimir todo tipo de tratamientos honoríficos, como: don, señor, m^{is}ter, monsieur o sir. También los títulos eclesiásticos.
- No se antepondrán títulos profesionales al nombre. Así se presentará de manera más sencilla y menos formal a los personajes de la información.
- Se mencionará la profesión de una persona cuando sea pertinente.
- Por la naturaleza jerarquizada de instituciones como la eclesiástica o la militar, se citarán los nombres de sus autoridades precedidos por los grados o dignidades correspondientes.
- Títulos o grados (académicos, políticos, militares o eclesiásticos) se escribirán con minúscula y no se abreviarán.

Siglas

- Las siglas irán precedidas por el artículo del sustantivo principal.
Ejemplo: *la OLP, el GATT.*
- La primera vez que en una información se escriban siglas, deberá detallarse antes su significado y, después, irán las siglas entre paréntesis. A partir de esta identificación, bastará con citar las siglas.
Ejemplo: *Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT).*
- Hay que evitar referirse a las universidades, instituciones o empresas por sus siglas, sin que previamente se haya detallado el nombre completo de la institución.
- Las siglas que por su uso generalizado hayan pasado a formar parte del lenguaje cotidiano (como *Unesco,*

Unicef, Renfe), se escribirán en minúsculas. El resto se escribirá en mayúsculas, siempre que no excedan de cinco letras y que puedan leerse en castellano.

- El Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de España ofrece un listado de siglas correspondientes a centros e institutos de investigación españoles, en la siguiente página web:
<http://www.csic.es/hispano/siglas2.htm>
- Otra lista de siglas referentes a entidades españolas consta en una página que resultó finalista en el Primer Concurso Grimm de creación de páginas web; fue elaborada por Mariano Santos Posada:
<http://roble.pntic.mec.es/~msanto1/ortografia/siglas.htm#Sigla>
- Hay otro diccionario de siglas en la página:
<http://www.geocities.com/SiliconValley/Bay/8071/dic-ciosiglas.html>
- El diccionario y el Manual de Español Urgente de la Agencia EFE ofrecen un extenso listado de siglas correspondientes a organismos de España y de otros países.

Cifras

- Las cifras deberán escribirse con letras, cuando éstas puedan expresarse con una sola palabra (catorce, cuarenta, mil).
- Se utilizarán números cuando haya que expresarlos con más de un vocablo (por ejemplo: 52, 313, 2003).
- La norma anterior no afecta a las fechas ni a los números de las calles, porque estos se escribirán en cifras, no en letras.
- Los años se escribirán sin punto tras los millares. Ejemplo: 2003.

- Los números redondos deberán escribirse con palabras. Ejemplo: cien, tres mil, cuatro millones.
- La coma que se utiliza para los decimales es el apóstrofe del teclado (‘), para diferenciarlo de la coma ortográfica (,).
- En el caso de millones, billones o trillones fragmentales, hay que escribir en cifras las unidades, decenas, centenas y los decimales; pero, en palabras, los millones, billones, trillones, etc.
Ejemplo: 2’5 millones. 54’39 billones. 6547’9 trillones.
- Considerar a los décimos, centésimos, etc. como magnitudes. A sus cantidades se les aplicará las mismas reglas señaladas para los números enteros. Ejemplo: seis décimos, 15 centésimos, ocho mil millonésimos; 2’5 billonésimos.
- Recordar que la palabra billón tiene distinto significado en inglés y en español; en inglés significa mil millones, mientras que en español se refiere a un millón de millones.

5. Sugerencias para elaborar noticias científicas

Requisitos para elaborar textos de periodismo científico

1. Elaborar un guión.
2. Identificar el canal por el que se divulgará.
3. Saber más de lo que se escribirá.
4. Seleccionar bien la información y ordenarla.
5. Usar datos fiables.
6. Usar frases y párrafos cortos.
7. Contextualizar y revisar bien el texto antes de publicarlo.

Sugerencias para escribir noticias sobre ciencia y tecnología:

- Comprender el método y la investigación científica para poder interactuar con los especialistas en ciencias y para facilitar su comunicación con el público.
- Identificar el trabajo del científico experimental y del científico de campo.
- Conocer su entorno laboral (por ejemplo: el laboratorio).
- Utilizar el lenguaje científico en el trabajo periodístico, adecuándolo a las necesidades del público general e incluyendo cuantas definiciones y explicaciones sean necesarias, para la comprensión del texto.
- Reconocer las principales corrientes filosóficas que determinan la orientación y la percepción pública de la ciencia.
- Identificar los principales problemas que tiene el desarrollo de la ciencia y de la tecnología, para incorporarlo en las discusiones gubernamentales o en órganos de decisión.
- Estar informados de la ciencia universal y local. Explorar en los medios digitales (multimedia, web y otros) y revisar productos comunicativos sobre ciencia y tecnología (revistas especializadas y de divulgación científica, folletos, videos).
- Asistir a coloquios en donde intervengan científicos de ciencias básicas y de humanidades.
- Informarse sobre reuniones científicas nacionales e internacionales (congresos, seminarios y otros).
- Acudir a la fuente de origen y documentarse siempre, antes de redactar la noticia.

Guía para la elaboración de una noticia científica

- Usar analogías, generalizaciones y aproximaciones; ser simple y directo.

- Escribir con términos sencillos.
- Tratar de un asunto a la vez; no desviarse de la materia principal, atraído por algún detalle secundario.
- Reflexionar sobre el tema y dejar que el estudio se sedimente, antes de ponerse a escribir.
- No confundir unidad de tema con monotonía.
- En el relato debe estar presente el aspecto humano: la ciencia es una consecuencia del trabajo de los investigadores (historia, consideraciones filosóficas).
- Evitar el lenguaje científico complejo: lo que interesan son los hechos y los conceptos, no las palabras. Si es necesario incluir un término especializado en el texto periodístico, conviene agregarle una breve explicación.
- Explicar la ciencia y desenmascarar la pseudociencia.
- Tratar sobre novedades científicas, pero también sobre temas de interés más popular; por ejemplo, sobre la química del amor.

Selección del tema

Manuel Calvo Hernando realizó un estudio para identificar qué disciplinas científicas despiertan mayor interés en el público de España. Concluyó que son, en orden decreciente:

- La astronomía.
- La física.
- La cosmología.
- La biología.
- La medicina.
- La matemática.
- La paleontología.
- La historia.
- Publicaciones de naturalistas.

Otro estudio⁵⁶ que confirma la prioridad que dan a esos temas científicos los medios de comunicación españoles, ofrece la siguiente información:

Temas	% sobre el total de noticias científicas	Aparece en primera página (%)
Espacio	31,6	0
Medicina	18,7	0
Genética	12,9	0
Internet	11,1	0
Trabajo científico	5,3	11,1
Nuevas tecnologías	4,1	0
Ingeniería	3,5	0
Paleontología	3,5	0
Sida	2,9	0
Ecología	2,3	0
Energía nuclear	1,9	0
Viajes	1,2	0
Energía	0,6	0
Química	0,6	0
TOTAL	100	0,6

Sustentada en estudios de percepción pública de la ciencia realizados en Colombia, la agencia de noticias NOTICYT⁵⁷ incluye en su agenda temática lo siguiente:

- Educación.

⁵⁶ El mencionado estudio lo realizó la española Ma. Luisa Humanes y fue publicado en “El encuadre mediático de la realidad social. Un análisis de los contenidos informativos en televisión”, en *Zer: Revista de estudios de comunicación*, 2001, p. 10.

⁵⁷ Agencia de Noticias de Ciencia y Tecnología de Colombia. Este proyecto está cofinanciado por la Asociación Colombiana de Periodismo Científico, Colciencias-Sena y la Academia Nacional de Medicina.

- Ciencias Básicas.
- Medio Ambiente y Hábitat.
- Biotecnología.
- Energía y minería.
- Electrónica, telecomunicaciones e informática.
- Innovación tecnológica.
- Salud.
- Agricultura.
- Mar.
- Ciencias sociales.

A continuación, otros temas que podrían ser de interés para el trabajo del periodista científico:

- Ganadores de premios nacionales e internacionales.
- Impacto de la ciencia y de la tecnología en la sociedad.
- Contenidos de publicaciones científicas y de divulgación.
- Rol de la prensa ante la ciencia y la tecnología.
- Popularización de la ciencia y la tecnología.
- Información digital y educación científica y tecnológica.
- La ciencia, la tecnología y su vínculo con el sector público y privado.
- Políticas del estado en ciencia y tecnología.
- Problemas, alcances y limitaciones de la ciencia y la tecnología.
- Conceptos básicos y definiciones de los temas más comunes de la ciencia y la tecnología.
- Conceptos generales sobre el enfoque filosófico del método científico: racionalismo y empirismo (idealismo y materialismo).
- Características generales del conocimiento moderno.
- El problema del método (inducción científica, matematización de la observación y de la experiencia, el uso del análisis y de la síntesis).

- El proceso de las investigaciones científicas y tecnológicas.

Al momento de seleccionar un tema científico o tecnológico para investigar, redactar y difundir a través de algún medio de comunicación, hay que confirmar si éste cumple con algunos de estos requisitos:

- Que sea de interés general.
- Que tenga relevancia científica.
- Que sea un tema de actualidad.
- Que aporte novedades científicas y tecnológicas que contribuyan al desarrollo de la población.
- Que fomente la comprensión pública de la ciencia y de la tecnología.
- Que contemple la participación de actores regionales o nacionales.

6. Recomendaciones para la entrevista científica

Según el presidente de la Asociación Española de Periodismo Científico (AEPC), Manuel Calvo Hernando, la noticia científica interesará más si tiene alguna relación, directa o indirecta, con las grandes preguntas de nuestra existencia: ¿De dónde y a dónde venimos? ¿A dónde vamos? ¿Por qué estamos aquí?

De ahí que una parte fundamental del trabajo periodístico sea cómo formular las preguntas pertinentes para obtener mejor y más precisa la información que necesitamos transmitir al público. “¿Qué preguntas deberíamos formular los periodistas para que nuestras noticias fueran sólidas, para informar sobre los anuncios más válidos e ignorar los falsos? Cuando un científico, un médico o cualquier otra persona dice ‘he descubierto esto’,

¿qué debemos preguntar?”, inquiriere Calvo Hernando. Sobre este aspecto, resulta orientadora la obra de Víctor Cohn, titulada *Ciencia, Periodismo y Público. Una guía para entender el lenguaje de las estadísticas* (Cohn V., 1993). En este libro se sugiere plantear al entrevistado preguntas como éstas:

- ¿Cuál fue el diseño o el método del estudio: observación, experimental, control de casos, prospectivo, retrospectivo, etc.?
- ¿Cómo lo sabe? Ha hecho un estudio? ¿Hubo algún experimento? ¿Cuáles son las pruebas?
- ¿Se trazó el diseño antes de empezar el estudio? ¿Qué preguntas o hipótesis específicas se propusieron comprobar o responder?
- ¿Puede presentar datos preliminares o algo bastante concluyente? ¿Puede presentar una conclusión o una hipótesis que merezca más estudio? ¿“Preliminar” o “interesante” pueden significar “no demostrado”?
- ¿De cuántos sujetos, pacientes, casos o gente está hablando? ¿Son las cantidades lo suficientemente grandes, lo suficientemente rigurosas estadísticamente, para obtener las respuestas que quiere? ¿Hubo un número adecuado de pacientes para demostrar una diferencia entre tratamientos?

La sugerencia que da Víctor Cohn a los periodistas es: *deténganse, lean, escuchen y pregunten*. Antes de publicar, les recomienda plantearse las siguientes interrogantes:

- ¿Qué es lo que realmente se sabe y qué es lo que todavía no? ¿Cuál es el grado de incertidumbre? ¿Les falta algún dato que les gustaría haber tenido?
- ¿Qué debilidades o desvíos posibles o restricciones se aplican todavía a sus hallazgos o conclusiones? ¿Están

preocupados por desviaciones posibles o factores de confusión? ¿Podría alguna otra cosa –cualquier otra variable– haber tenido importancia para sus resultados?

Del libro *How to Lie Statistics (Cómo mentir con la estadística)*, escrito por Darrell Huff, Víctor Cohn destaca estas cinco preguntas:

1. ¿Quién dice eso?
2. ¿Cómo lo sabemos?
3. ¿Qué falta?
4. ¿Cambió alguien el tema del estudio?
5. ¿Tiene sentido?

7. Del paper o artículo científico al texto periodístico

*Artículo científico*⁵⁸

- El título puede ser largo y, generalmente, contiene palabras científicas.
- El relato es técnico.
- El artículo puede ser extenso.
- El resumen, o *abstract*, expresa el contenido del trabajo en uno o dos párrafo.
- Los resultados (hechos observados, datos registrados, valores medidos) se ubican al final.

Texto periodístico

- El título debe ser corto, atractivo y no debe contener ninguna palabra poco común.

⁵⁸ Para tener más información sobre las características de un artículo científico, conviene revisar la siguiente página web: <http://www2.uah.es/jmc/webpub/INDEX.html>

- El relato debe ser fluido y ameno.
- El texto periodístico debe ser corto.
- El *lead*, o entrada del texto, debe ir directo al grano y responder a las seis preguntas fundamentales: qué, quién, cómo, cuándo, dónde y por qué.
- Los resultados del trabajo científico pueden citarse al principio, sobre todo si se trata de una noticia.

Relación entre el paper y el texto periodístico

Similitudes

- Originalidad en el trabajo.
- Etapas.
- Función social.
- Búsqueda de la verdad.
- Rigurosidad del contenido.
- Publicación.

Diferencias

- Prioridad del tiempo en su trabajo.
- Lenguaje utilizado.
- Relaciones contractuales.
- Público receptor.
- Retroalimentación.

8. Diccionarios electrónicos sobre la lengua española

Real Academia Española: <http://www.rae.es> Esta página ofrece varios servicios: su diccionario, respuesta a consultas lingüísticas, banco de datos, conjugación verbal, diccionarios académicos y enlace a páginas web de asociaciones, instituciones, fundaciones y departamentos relacionados con el estudio de la lengua y de la cultura española.

Centro Virtual Cervantes, del Instituto Cervantes de España:
<http://cvc.cervantes.es>

Español Urgente de la Agencia EFE. A su información podrá accederse a través del enlace que está en la columna derecha de esta página web: <http://www.efe.es>

Página del Idioma Castellano. Esta página ha sido elaborada por *Belca Communications*:
http://www.arcom.net/belca/como_esc/index.html⁵⁹

Página del Idioma Español. Es una revista digital pionera en la promoción del idioma español en la Internet. Se desarrolla con auspicio de la organización no gubernamental brasileña *LenguaRed* y, entre sus servicios, mantiene el Foro Cervantes de discusiones sobre el idioma español y el boletín diario de semántica y etimología “La palabra del día”. Tiene colaboradores en América Latina, España, Francia y Estados Unidos:
<http://www.el-castellano.com>

Diccionarios científicos

Biblioteca Nacional de Medicina de Estados Unidos.

Versión en inglés: www.nlm.nih.gov

Versión en español: www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish

Diccionario digital de términos científicos:

<http://www.toppyme.com/protheos/dicciona.html>

⁵⁹ Al final de esta página web se ofrece, como enlace, un Manual de Estilo que integra una lista resumida de términos técnicos, especialmente de algunos que están vinculados al estudio de la electrónica y de la informática.

Glosario de biomedicina incluido en la página de BIOMEDIA, que es un servicio de información patrocinado por el Observatorio de la Comunicación Científica de la Universitat Pompeu Fabra, Barcelona: <http://www.biomed.net/biomed/glosario.htm>

Diccionarios de ciencias, elaborado por el filólogo español José Antonio Millán⁶⁰: <http://jamillan.com/diccie.htm#arriba>

⁶⁰ A más de novelista, editor, traductor y colaborador del diario El País, el filólogo José Antonio Millán promueve su página web como un archivo enciclopédico de textos referentes a las nuevas tecnologías, a la Internet y al empleo de la lengua.

Capítulo 7

CONCLUSIONES Y ORIENTACIONES

La comunicación pública y masiva de la ciencia es una actividad relativamente nueva, que no tiene aún una estructura definida. Por ello, muchas veces se la malinterpreta o se la degrada, aunque también ello le otorga flexibilidad y dinamismo. La experiencia es todavía incipiente y puede decirse que está casi todo por hacerse.

MANUEL CALVO HERNANDO

El principal objetivo de esta obra ha sido contribuir a mejorar las políticas científicas del Ecuador y aportar al fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, a partir del aporte de la Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología (CPCT). De esta manera se espera fomentar mayor cultura científica y conciencia cívica en el público general; porque ese es el principal logro de una buena CPCT: aportar para que haya una visión más crítica, más participación ciudadana y más transparencia en la toma de decisiones sobre temas científicos y tecnológicos. Se propone impulsar la aplicación de un *Programa*

Nacional de Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología, elaborado a partir de un enfoque sociocultural y con la proyección de elevarlo al nivel de política de Estado.

En esta obra también se destaca el aporte de las narrativas al fomento de la cultura científica y tecnológica. Tuvo razón Carl Sagan⁶¹ al rechazar la idea de que la ciencia es secreta por naturaleza y al optar por divulgarla. Porque, con esta labor, se tiende a fortalecer la democracia, a suprimir la *microfísica del poder*⁶², y a conquistar el ideal que Stephen Hawking describió de la siguiente manera:

Si descubriéramos una teoría completa del Universo, tendría que ser comprendida, con el tiempo, en sus principios básicos por todos; no solo por unos pocos científicos. Entonces todos: los filósofos, los científicos y la gente común, podríamos ser capaces de tomar parte en una discusión acerca de por qué existimos nosotros y el Universo. Si encontráramos la respuesta a eso, sería el triunfo final de la razón humana; porque, entonces, conoceríamos la mente de Dios.⁶³

Un reto de la CPCT es eliminar la discordia entre los lenguajes científico y popular. Para lograrlo, se necesitan personas creativas, que estén en constante aprendizaje y capacitación; no solo para que expongan la ciencia en un lenguaje claro y sencillo, sin perder rigurosidad, sino también para que cumplan con su triple responsabilidad: informar, explicar y facilitar la comprensión de la ciencia.

61 Carl Sagan fue el divulgador científico de mayor reconocimiento mundial en los últimos años. Descubrió en la ciencia el camino hacia la verdad y hacia la democracia, por eso la consideró "una luz en la oscuridad". Hasta el fin de sus días, persistió en el afán de compartir al mundo los aciertos y problemas de la ciencia. La idea que de él se cita consta en su obra más personal, que titula *El mundo y sus demonios*, 10ª reimpresión, México, Editorial Planeta, 2001.

62 Término empleado por Michel Foucault, para referirse al poder que genera el monopolio del conocimiento.

63 Fragmento del reportaje televisivo que transmitió el programa *La Televisión* en Ecuador, en agosto de 1993. El reportaje abordó la vida y el aporte científico del físico Stephen Hawking. (Título del reportaje en inglés: *A Brief History of Time*, Inc., UK, 1991; Anglia Television Ltd. / Gordon Freeman Production, UK, 1992; Globus Comunicación, S.A., Madrid, 1993).

Acierta Manuel Calvo Hernando al decir que uno de los mayores aportes de los comunicadores sociales es el estudio del proceso de comunicación de la ciencia; porque, en la práctica, es fundamental considerar la capacidad de recepción que tienen los diversos públicos a los que se destina esta actividad. Por tanto, conviene analizar los parámetros que rigen la creación de la terminología científica y la forma como evoluciona ésta, en el empleo que le dan sus diferentes usuarios: la comunidad científica, los estudiantes e iniciados en la ciencia, y el gran público.

El vertiginoso avance de la ciencia dificulta la permanente actualización de los programas de estudio en el sistema de educación formal; además, no todos pueden costearse esta formación. Por eso es importante abrir espacios de educación no formal, con el fin de ampliar y de actualizar el aprendizaje sobre temas científicos. Para que la gente aprenda de manera no arbitraria ni lineal, se recomienda aplicar la Teoría del aprendizaje significativo de David P. Ausubel, que enfatiza el proceso de cognición con una perspectiva constructivista.

Es necesario que la enseñanza se adapte al incremento de conocimientos; pero sin que ello implique la segregación entre estudios científicos y literarios. De acuerdo con la propuesta de Ana María Sánchez Mora, la buena divulgación escrita tiene más nexos con la literatura que con la ciencia. De ahí que sugiera la ejercitación de los divulgadores en el uso de recursos literarios, y en la aplicación de la Teoría de la Recepción, para lograr textos más creativos, interesantes y entretenidos.

La mayoría de estudios que se han realizado sobre popularización, vulgarización, divulgación científica o CPCT reflejan la carencia de un método que comprenda la ciencia, las ideas y la sociedad en su conjunto. Superar esta limitación es lo que se propone Rolando Isita Tornell con su modelo denominado *Propaganda científica*.

Para comunicar públicamente la ciencia, las narrativas (cine, novela) cumplen un papel fundamental, porque cubren la función paradigmática, la macroestructura del imaginario; mientras que las noticias sólo cubren una función de relleno (microestructuras). Esta premisa se confirmó luego de realizar el análisis de contenido a una muestra representativa de los programas de televisión vistos por el público infantil de España. El objetivo de esta investigación fue determinar el imaginario de CYT que han promovido esos programas de televisión, para sustentar el diseño de un mejor currículum cultural y mediático de ese medio de comunicación.

Coincido con los autores del Informe *Pigmalión* en que es necesario comprender a los niños como un nuevo y renovado diseño humano, para ayudarles a realizar su propia construcción personal de la mejor manera posible; salvaguardando lo mejor del pasado, ayudándoles a apropiarse de lo mejor del futuro, defendiéndoles en lo posible de los ataques de mutaciones destructivas.

El acceso del público general al conocimiento científico y tecnológico debe mejorarse tanto desde el sistema educativo formal como del no formal. Pero, en tanto se consiga incluir en el Sistema Nacional de Educación las reformas necesarias, conviene promover la creación de un modelo de CPCT que valore la diversidad cultural desde un enfoque sociocultural.

Tres conclusiones que expuso el mexicano Luis Estrada Martínez, y que amerita destacar, son: 1) La urgencia de consolidar lo logrado, a fin de contar con una base firme para que pueda continuar la divulgación de la ciencia. 2) Advertir que una causa importante de problemas en la divulgación de la ciencia es el escaso valor que se da a ésta en los medios académicos. En ellos casi no se le asigna valor curricular; por eso muchos científicos aseguran que divulgar es quitar un tiempo valioso a la investigación. 3) Reconocer que, por ahora, el futuro es incierto para quien

quiera ser divulgador profesional. Porque la mayor parte de la divulgación se realiza de manera gratuita, por lo que muchos esperan que esta situación cambie (Estrada Martínez 1992: 69-76).

La mayoría de proyectos diseñados para comunicar la ciencia al público siguen modelos de tipo asimétrico, como el de déficit o el de difusión (Lewenstein 2003); pero estos resultan limitados, porque analizan la comunicación como un proceso de recorrido unidireccional (que va desde el científico hacia el público) e ignoran las diferencias culturales que caracterizan a los actores involucrados en ese proceso.

El análisis desarrollado en la presente obra confirma la necesidad de reavivar el debate sobre los fines y los medios de la CPCT. Porque, la ausencia de este debate supone el riesgo de ver impuesto el modelo de comunicación más conocido: el del déficit. Lo ideal sería adoptar un modelo de comunicación interdisciplinario, que considere el aporte del enfoque sociocultural. Propongo que se adopte un modelo interdisciplinario, desde una perspectiva sociocultural, que impulse el fomento de la cultura científica, la participación ciudadana y la transparencia en la toma de decisiones sobre temas científicos y tecnológicos. Es necesario considerar las siguientes categorías: institucionalización, mediaciones y agentes sociales que interviene en el proceso de CPCT.

También es necesario institucionalizar la CPCT para garantizar su adecuación al progreso científico y tecnológico, y para promover una relación más cercana y permanente entre la sociedad, la comunidad científica y las autoridades encargadas de establecer las políticas públicas. Este objetivo podría lograrse con la ejecución de un *Programa Nacional de Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología (CPCT)*.

Concibo a este Programa como el conjunto de acciones tendientes a compartir los conocimientos científicos con el público

general, para motivar su participación en las decisiones que se adopten sobre ciencia y tecnología, para avivar su conciencia cívica. Esta idea ha llevado a que varios países (de la Comunidad Europea, Estados Unidos, Japón, México, entre otros) asuman la CPCT como un tema de prioridad nacional.

Pocas son las investigaciones que aportan al estudio de la política científica y de la CPCT desde un enfoque sociocultural y, hasta ahora, ninguno ha hecho énfasis en la región de Iberoamérica. Este es el valor agregado del presente libro, a más de que expone estrategias de educación no formal, la propuesta de divulgar la ciencia como literatura, una buena aplicación del modelo de propaganda científica y la promoción de un mejor diseño cultural y mediático de la TV, que resulte útil para la enseñanza y difusión de temas científicos y tecnológicos. La aplicación de estas alternativas podría contribuir al mejoramiento de la CPCT en el Ecuador y en más países de Iberoamérica.

Para mermar la dificultad en la comprensión del lenguaje científico, su comunicación requiere de personas que estén en constante aprendizaje y capacitación; no sólo para que presenten la ciencia en un lenguaje menos denso, sino también para que cumplan con su triple responsabilidad de informar, explicar y fomentar la cultura científica.

También es necesario elaborar políticas científicas destinadas a fortalecer de forma económica, legal e institucionalmente el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación; para impulsar investigaciones que ayuden a solucionar los principales problemas que afectan al país. Esta propuesta cobró relevancia hace un año en el Ecuador, por eso soplan vientos de renovación y esperanza para la ciencia y la tecnología en este país.

Conviene ampliar el apoyo económico destinado a la investigación en ciencia y tecnología; porque, en la mayoría de países de la región esta inversión no supera el 1% del PIB. También conviene superar la falta de capacitación y de formación de recursos

humanos, en el ámbito científico y tecnológico. Para que estas iniciativas perduren con el tiempo, lo ideal es plantearlas al nivel de política de Estado; a este nivel conviene elevar también el *Programa Nacional de CPCT* propuesto en el presente trabajo. Este Programa debe impulsar actividades de CPCT con apoyo del sistema educativo, de la comunidad científica, de los medios de comunicación y de corporaciones culturales locales. Aunque en Ecuador se están cumpliendo varias de las actividades sugeridas, con auspicio de SENACYT, aún queda mucho trabajo por hacer en varias provincias ecuatorianas.

Esta evolución en las actividades de Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología (CPCT), destinadas al fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y al fomento de la cultura científica, conviene analizarlas en comparación con los cambios aplicados en otros países de Iberoamérica.

BIBLIOGRAFÍA

- ALSINA, Miguel Rodrigo, *Los modelos de comunicación*, 2ª edición, Madrid, Editorial Tecnos, 1995.
- ASIMOV, Isaac, *Cien preguntas básicas sobre ciencia*, Madrid, Alianza Editorial / Ediciones del Prado, 1994, traducción de Miguel Paredes Larrueca (Título original: *Please Explain*, Houghton Mifflin Company, 1973).
- ARMESTOS, Constantino, *Por los senderos de la ciencia*, España, Celeste Ediciones, 1995.
- BARTLETT, F. C., *Remembering*, Cambridge, University Press, 1932.
- BAUDRILLARD, Jean, *Cultura y simulacro*, 2ª edición, Barcelona, Editorial Kairós, 1984.
- BERNAL, John D., *La ciencia en la historia*, Vol. I, 1ª edición en español, México, UNAM / Editorial Nueva Imagen, 1959; 11ª edición en español, México, 1991.
- BERNAL, John D., *La ciencia en nuestro tiempo*, Vol. II, México, UNAM / Editorial Nueva Imagen, 1979 (Título original: *Science in History*, C.A. Watts and Co. Ltd., London, 1954).
- BRONOWSKI, Jacob, *El ascenso del hombre*, Fondo Educativo Interamericano, versión en español de Alejandro Ludlow, UNAM, 1973.
- CALVO HERNANDO, Manuel, *Civilización Tecnológica e información*, Barcelona, Editorial Mitre, 1982.
- CALVO HERNANDO, Manuel, *El Nuevo Periodismo de la Ciencia*, Vol. 40, 1ª edición, Ecuador, Ediciones CIESPAL, 1999 (Colección Intiyán).
- CALVO HERNANDO, Manuel, *Manual de Periodismo Científico*, Madrid, Editorial Paraninfo, 1992.
- CALVO HERNANDO, Manuel, *Periodismo Científico*, Madrid, Editorial Paraninfo, 1977.
- CASSIRER, Ernst, *Las ciencias de la cultura*, 1ª edición en español, México, Fondo de Cultura Económica, 1951.
- CASTELLS, Manuel, *La era de la información: economía, sociedad y cultura*. (3 Vols.) Madrid. Alianza Editorial, 1999.
- CHALMERS, A.L., *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*, Madrid, Editorial Siglo XXI, 1986.
- COHN, Víctor, *Ciencia, Periodismo y Público. Una guía para entender el lenguaje de las estadísticas*, Grupo Editor Latinoamericano, Buenos Aires, 1993.

- CONANT, J.B., *On Understanding Science*, New Haven, Yale University Press, 1947.
- Consejo Consultivo de Ciencias de la Presidencia de la República, *Políticas de Ciencia y Tecnología en México*, México, 1994 (Responsable del estudio: Jorge Elizondo Alarcón).
- Consejo Nacional de la Ciencia y la Tecnología (CONACYT), *La Ciencia en la integración Latinoamericana*, Cancún, Quintana Roo, México, 1998 (Edición de Ciencia y Desarrollo: serie encuentros).
- CONACYT-SEP, *Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006*, México, 2001.
- DEL RÍO, Fernando, *En pocas palabras*, México, UNAM, 1990.
- DÍAZ MÜLLER, Luis T., *Derecho de la Ciencia y la Tecnología del Desarrollo*, México, Editorial Porrúa, 1995.
- DIXON, Bernard, *Books and Films: Powerful Media for Science Popularization*, en *Impact of Science on Society*, Francia, 1986.
- EAGLETON, T., *Una introducción a la teoría literaria*, México, Fondo de Cultura Económica, 1988.
- ECO, Umberto, *Cómo se hace una tesis. Técnicas y procedimientos de investigación, estudio y escritura*, México, Editorial Gedisa, UNAM, 1990.
- ENZENSBERGER, H. M., *Elementos para una teoría de los medios de comunicación*, Barcelona, Editorial Anagrama, 1974 (Original publicado en alemán, 1971).
- ESCARPIT, R., *Teoría general de la información y la comunicación*, Barcelona, Editorial Icaria, 1977 (Original publicado en francés, 1976).
- FERNÁNDEZ DEL MORAL, Javier y Esteve Ramírez, Francisco, *Fundamentos de la información periodística especializada*, Madrid, Editorial Síntesis, 1993.
- FLORES VALDÉS, Jorge (compilador), *Cómo hacer un Museo de Ciencias*, 1ª edición, México, Ediciones Científicas Universitarias, UNAM – Fondo de Cultura Económica, 1998.
- FLORES VALDÉS Jorge y Martínez, Eduardo (compiladores), *La Popularización de la Ciencia y la Tecnología: reflexiones básicas*, México, Coedición de la UNESCO, del Fondo de Cultura Económica y de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe, 1997 (Sección de Obras de Ciencia y Tecnología).
- GARCIA PALACIOS, E.M.; GONZALEZ GALBARTE, J.C.; LÓPEZ CERREZO, J.A.; LUJÁN, J.L.; MARTÍN GORDILLO, M.; OSORIO, C. y VALDÉS, C.; *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual*; Edt. OEI, Colección “Cuadernos de Iberoamérica”; Madrid, 2001.

- GAXIOLA LÓPEZ, José, *Panorama de la difusión y la divulgación de la ciencia*, México, El Colegio de Sinaloa, 1993.
- GEERTZ, C., *La interpretación de las culturas*, Barcelona, Editorial Gedisa, 1989 (Original publicado en inglés, 1973).
- GOLDSMITH, Maurice, *The science critic: a critical análisis of the popular presentation of science*, Londres, Routledge & Kegan Paul, 1986. (En español: *Todo por saber. Ensayos de cultura científica*, Edt. Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, 1999).
- GREIMAS, A.J. y COURTES, J., *Semiótica. Diccionario razonado de la teoría del lenguaje*, Madrid, Editorial Gredos, 1982 (original editado en francés, 1979).
- HARTZ, Jim y CHAPPELL, Rick, *Mundos separados*, 1ª edición en español, México, DGDC-UNAM, México, 2001 (Original publicado en inglés: *World Apart: How the Distance Between Science and Journalism Threatens America's Future*, Estados Unidos, First Amendment Center, 1997).
- HAWKING, Stephen W., *A Brief History of Time*, Inc., UK, 1991; Anglia Television Ltd. / Gordon Freeman Production, UK, 1992; Globus Comunicación, S.A., Madrid, 1993.
- HORKHEIMER, M. y Adorno, T.W., *La industria cultural*, en VV.AA. *Industria cultural y sociedad de masas*, Monte Ávila, 1974; Caracas.
- HUXLEY, Aldous, *Literatura y ciencia*, Editorial Sudamericana, 1979.
- Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas de la UNAM, *Política científica e innovación tecnológica en México*, 1ª edición, México, 1992 (Editores: Miguel Ángel Campos y Sara Rosa Medina).
- JACOBI, Daniel y SCHIELE, Bernard, *Vulgariser la science. Le procès de l'ignorance*, Editions Champ Vallon, 1988.
- KAPLAN, M., *Ciencia, Estado y Derecho en la Tercera Revolución*, 2ª. Edición, UNAM, México, 2000.
- KAPLAN, M., *Ciencia, Sociedad y Desarrollo*, México, UNAM, 1987.
- KÉDROV, M. B. y SPIRKIN A., *La Ciencia*, Moscú, Editorial Nauka, México, 1967.
- KELLY, G. A., *The Psychology of Personal Constructs*, New York, Norton and Company, 1955.
- KERLINGER, F. N., *Enfoque conceptual de la investigación del comportamiento*, México, Nueva Editorial Interamericana, 1979.
- KUHN, Thomas S., *La estructura de las revoluciones científicas*, 14ª impresión, México, Fondo de Cultura Económica, 1990 (original publicado en inglés, en 1962).

- LASSWELL, H.D., *Propaganda Tecniche in the World War*, 1927, Alfred A. Knopf, Londres.
- LEITE LOPES, José, *La ciencia y el dilema de América Latina: dependencia y liberación*, 1ª edición, México, Siglo XXI Editores, 1972; 3ª edición, México, 1978.
- LEÑERO, Vicente y Marín Carlos, *Manual de Periodismo*, México, Editorial Grijalbo, 1986.
- LYOTARD, Jean Françoise, *La condición postmoderna*, Madrid, Editorial Cátedra, 1984 (original publicado en francés).
- LYOTARD, Jean Françoise, *La modernidad*, 2ª reimpresión, México, Editorial Gedisa, 1990.
- MCLUHAN, M., Fiore, Q., y Agel, J., *Guerra y paz en la aldea global*, Barcelona. Editorial Martínez Roca, 1971 (original editado en inglés, 1968).
- MCQUAIL, D., *Introducción a la teoría de la comunicación de masas*, Barcelona, Editorial Paidós, 1985 (original publicado en inglés, 1983).
- MCQUAIL, D. y Windahl, S., *Modelos para el estudio de la comunicación colectiva*, Pamplona, EUNSA, 1984 (original publicado en inglés, 1983).
- MEDAWAR, Peter B., *Los límites de la ciencia*, México, Breviarios del Fondo de Cultura Económica, N° 469, 1984.
- Memorias de los Congresos de Divulgación Científica organizados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), México.
- Memorias de los Congresos organizados por la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica (SOMEDICYT), México.
- Memorias de los Congresos auspiciados por la Sociedad Mexicana para el Avance de la Ciencia y la Técnica (SOMPROCYT), México.
- MIDDLETON, J. (1985). *Un Marco de Referencia Conceptual para la Planificación de la Comunicación*. París, UNESCO.
- MORAGAS, M., *Semiótica y comunicación de masas*, Barcelona, Península, 1976.
- MORAGAS, M., *Teorías de la comunicación*, Barcelona, Gustavo Gili, 1981.
- MOSCO, V., *Fantasías electrónicas. Crítica de las tecnologías de la información*, Barcelona, Editorial Paidós, 1986 (original publicado en inglés, 1982).
- NELKIN, Dorothy (1990). *La ciencia en el escaparate*. España, FUNDESCO.
- NEMER, Barud, *Metodología de la divulgación científica* Argentina, Universidad Sarmiento, Facultad de Humanidades, 1973.

- ORTEGA PEDRAZA, Esteban, *Etimologías: lenguaje culto y científico*, México, Editorial Diana, 1980.
- PAGELS, Heinz R., *Los sueños de la razón: el ordenador y los nuevos horizontes de las ciencias de la complejidad*, México, coedición entre Editorial Gedisa y CONACYT, 1991.
- PÉREZ TAMAYO, Ruy, *Cómo acercarse a la Ciencia*, México, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Gobierno del Estado de Querétaro, Editorial Limusa, 1998 (Colección: Cómo acercarse a).
- PÉREZ TAMAYO, Ruy, *Investigación e información científica en México*, México, Editorial Siglo XXI, 1988.
- PÉREZ TAMAYO, Ruy, *Ciencia, ética y sociedad*, México, El Colegio Nacional, 1991.
- PERUTZ, Max F., *¿Es necesaria la ciencia?*, Madrid, Espasa-Calpe, S.A., 1990.
- PIZARROSO QUINTERO, Alejandro, *Historia de la propaganda*, Madrid, Editorial EUEDEMA, 1990.
- RODRÍGUEZ SALA DE GÓMEZGIL, Ma. Luisa, *El científico en México: la comunicación y difusión de la actividad científica*, México, Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM, 1980.
- RODRÍGUEZ SALA DE GÓMEZGIL, Ma. Luisa, *Científico como productor y comunicador. El caso de México*, México, UNAM, 1982.
- ROMERO RAMÍREZ, María de la Paz, *La función del periodista científico en la Divulgación de la Ciencia*, tesina presentada para obtener el título de Licenciada en Ciencias de la Comunicación en la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM, Ciudad de México, México, 2000.
- ROQUEPLO, Philippe, *El reparto del saber: ciencia, cultura y divulgación*, 1ª edición, Buenos Aires, Editorial Gedisa, 1983.
- RUSSELL, Bertrand, *El impacto de la ciencia en la sociedad*, Madrid, Editorial Aguilar, 1975.
- RUSSELL, Bertrand, *La perspectiva científica*, Barcelona, Ediciones Ariel, 1969.
- SAGAN, Carl, *El mundo y sus demonios*, 10ª reimpresión, México, Editorial Planeta, 2001.
- SÁNCHEZ MORA, Ana María, *La divulgación de la Ciencia como Literatura*, México, DGDC-UNAM (Colección: Divulgación para divulgadores), 2000.
- SÁNCHEZ MORA, Ana María, *Relatos de ciencia*, 1ª edición, México, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, ADN Editores, 1996 (Colección Viaje al Centro de la Ciencia).

- Secretaría de Educación Pública, *Indicadores de Actividades científicas y tecnológicas*, México, SEP–CONACYT, 1998.
- SERRANO FIGUEROA, Francisco, *Los obstáculos pragmáticos para divulgar la ciencia*, tesis presentada en la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM, Ciudad de México, México, 2000.
- SHANNON, C.E. y W. WEAVER, *Teoría matemática de la comunicación*, Madrid, Editorial Forja, 1981 (Original publicado en inglés, 1949).
- SNOW, Charles Percy (1956). “The Two Cultures and the Scientific Revolution”, en *The New Statesman and Nation*.
- TOFFLER, Alvin y Heidi, *Las guerras del futuro*, 1ª edición, Barcelona, Plaza & Janés Editores, 1994 (Título original: War and AntiWar).
- TOUSSAINT ALCARAZ, Florence, *Experiencias de la divulgación de tecnología y ciencia en México*, México, SEP – COSNET, 1985.
- TRABULSE, Elías, *Historia de la Ciencia en México*, 2ª edición, México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – Fondo de Cultura Económica, 1997.
- UNESCO, *Informe mundial sobre la ciencia*, Madrid, Editorial Santillana / Ediciones UNESCO, 1998.
- WEINBERG, *Los tres primeros minutos del universo*, 1978.
- WIENER, Norbert, *Cybernetics*, New York, John Wiley and Sons, 1948.
- WOLF, M., *La investigación de la comunicación de masas*, Barcelona, Paidós, 1987 (Original publicado en italiano, 1985).

HEMEROGRAFÍA

- ANAYA, René, “¿Para qué divulgar?”, en la columna “Miradas”, de *El Financiero*, México, 1998.
- AVOGADRO DE SUÁREZ, Marisa, “Comunicar la ciencia: un periodismo de proyección al 2000”, en *Periodismo Científico*, España, publicación bimestral de la Asociación Española de Periodismo Científico (AEPC).
- BONFIL OLIVERA, Martín, “El contrato educativo y la divulgación de la ciencia”, en *La diversidad en la divulgación de la ciencia*, México, SOMEDICYT, 1993 (Memorias del II Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia, realizado en Veracruz, en 1992).
- BONFIL OLIVERA, Martín y Martha Tappan Velásquez, “Los términos científicos: su nacimiento y comportamiento en sociedad”, en *Ciencia*, N° 44, México, 1993.
- CALVO HERNANDO, Manuel, “Ciencia y comunicación en una sociedad democrática”, en *Arbor*, N° 551-52, Madrid, 1991.

- CALVO HERNANDO, Manuel, “Corresponsales en el país de la ciencia”, en *Estratos*, Madrid, 1996.
- CALVO HERNANDO, Manuel, “El futuro alentador del periodismo científico”, en *Infociencia*, Máster CTS: Cultura y Comunicación en Ciencia y Tecnología de la Universidad de Salamanca, 2001.
- CALVO HERNANDO, Manuel, “Estilo para divulgadores científicos”, en *Chasqui*, N° 62, Ecuador, 1998.
- CALVO HERNANDO, Manuel, “Estrategias para comunicar el conocimiento (1)”, en *Autores científicos-técnicos y académicos*, N° 19, España, 2001.
- CALVO HERNANDO, Manuel, “Hacia una teoría de la comunicación de la ciencia”, en *Periodismo Científico*, N° 30, España, publicación bimestral de la AEPC.
- CALVO HERNANDO, Manuel, “La comunicación de la ciencia al público, un reto del siglo XXI”, en *Acta: Autores científico - técnicos y académicos*, N° 9, Madrid (Manual Formativo).
- CALVO HERNANDO, Manuel, “Lenguaje científico y divulgación”, en *Chasqui*, N° 57, Ecuador, 1997.
- CALVO HERNANDO, Manuel, “Los nuevos desafíos del periodismo científico”, en *Arbor*, Vol. 130, N° 511-512, Madrid, 1988.
- CALVO HERNANDO, Manuel, “Medios alternos y organizaciones para la divulgación de la ciencia”, ponencia presentada en el Encuentro Nacional de Divulgación de la Ciencia, Culiacán, México, 22 de marzo del 2000.
- DEDIJER, S., “Politique de la Science, Genése et Evolution”, *Politique de la Science et Écart Technologique*. Cahiers de l’ISEA, Genève, Librairie Droz, tomo III, N° 4, 1969.
- DEL RÍO, Pablo; ALVAREZ, Amelia y DEL RÍO, Miguel, “El impacto cultural en el desarrollo: Medios de comunicación, desarrollo humano y educación”, en *Pigmalión. Informe sobre el impacto de la televisión en la infancia*, Edt. Fundación Infancia y Aprendizaje, España, 2004.
- DEL RÍO, Pablo y ÁLVAREZ Amelia, “Genética cultural y Diseño Cultural”, en *Introducción a la selección de lecturas: Desarrollo, cultura y educación. La aproximación del Diseño Cultural*, 2003.
- DEL RÍO, Pablo, Canel M., “Valores y medios de comunicación: problemas, investigación y soluciones”. En J. Benavides (comp.). *Perspectivas: 4º Ciclo de otoño de comunicación*. UCM, Madrid. Problemas, investigación y soluciones. Investigación y perspectivas en los medios de comunicación. Madrid, Universidad Complutense, 2001.
- DEL RÍO, Pablo y ÁLVAREZ Amelia, “La puesta en escena de la realidad cultural. Una aproximación histórico cultural al problema de la etnografía audiovisual”, en *Revista de Antropología Social*, N° 8, pp. 121-136, 1999.

- EL HADJ, Smaïl Aït y CLAIRE Bélisle, “Vulgariser; un défi ou un mythe?”, en *Chronique Sociale*, Lyon, 1985.
- ESTRADA MARTÍNEZ, Luis, “Comunicación e incomunicación de la ciencia”, en *Naturaleza*, Vol. 14, N° 5, UNAM, México, 1983.
- ESTRADA MARTÍNEZ, Luis, “La comunicación de la ciencia”, en *Omnia*, boletín auspiciado por el Centro Universitarios de Comunicación de la Ciencia de la UNAM, 1987.
- ESTRADA MARTÍNEZ, Luis, a divulgación de la ciencia”, en *Ciencias*, N° 27, México, 1992.
- ESTRADA MARTÍNEZ, Luis, “Lenguaje científico y lenguaje común”, en *Acerca de la edición de libros científicos*, México, Coordinación de Humanidades, UNAM, 1988.
- FAYARD, Pierre, “Divulgación y pensamiento estratégico”, en *Arbor*, N° 551-52, Madrid, 1991.
- FAYARD, Pierre, “La comunicación científica pública. Una respuesta a los abismos creados entre sociedad y técnica”, en *Telos*, N° 18, Madrid, 1989.
- FAYARD, Pierre, “Periodismo científico europeo”, trabajo presentado en el I Congreso Nacional de Periodismo Científico, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1990.
- FERNÁNDEZ BAYO, Ignacio, “Periodismo científico: algo más que divulgar”, en *Política Científica*, N° 15, Madrid, 1988.
- GASTÉLUM, Jorge, “La actividad en los centros de ciencia”, suplemento *Lunes en la Ciencia*, diario *La Jornada*, México, 8 de mayo del 2000.
- GOLDSMITH, Maurice, “El crítico científico”, en *Prenci*, boletín del Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia de la UNAM, México, 1988 (Título en inglés: *The Science Critic*, traducido por Nemesio Chávez Arredondo).
- HOLTON, Gerald, “La rebelión contra la ciencia en el final del siglo XX”, en *Einstein, historia y otras pasiones*, Editorial Taurus, 1998 (Texto citado en *Periodismo Científico*, boletín de la AEPC).
- ISER, Wolfgang, “El proceso de lectura: enfoque fenomenológico” (Título original: “The Reading Process: A Phenomenological Approach”, en *New Literaty History*, N° 3, 1972).
- JACOBI, Daniel, “References iconiques et modeles analogiques dans des discours de vulgarisation scientifique”, en *Information sur les Sciences Sociales*, N° 24, Netherlands, 1985.
- KAPLAN, Marcos, “Política científica: necesidad, caracteres y alcances”. Artículo difundido a través de la biblioteca virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, México, 2002. Dirección: <http://www.bibliojuridica.org/libros/1/337/14.pdf>
- LÓPEZ BELTRÁN Carlos, “La creatividad en la divulgación de la ciencia”, en *Naturaleza*, N° 5, México, 1983.
- LÓPEZ BELTRÁN Carlos, “Palabras comunes para la ciencia común”, en *El muégano divulgador*, N° 14, México, DGDC-UNAM, 2001.
- LÓPEZ RUPÉREZ, Francisco, “Educación científica y enseñanza de las ciencias”, en *Mundo Científico*, Vol. 5, N° 50, Barcelona, 1985.
- MEADOWS, Jack, “The Growth of Science Popularization: a Historical Sketch”, en *Impact of Science Society*, France, 1986.
- MOREIRA, Marco Antonio, “La teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel”, en *Fascículo del CIEF*, Serie Enseñanza-Aprendizaje, N° 1, 1993 (Adaptado del capítulo 2 del libro *Uma Abordagem Cognitivista ao Ensino da Física*, Porto Alegre, Editora da Universidade, 1983).
- NOVACK, J.D., “Constructivismo humano: un consenso emergente”, en *Enseñanza de las ciencias*, N° 6, 1988.
- PIGANIOL, Pierre, “La gestión de los conocimientos”, en *Europa en el año 2000*, Fundación Cultural Europea, 1972; Ediciones de la Revista de Occidente, Madrid, 1974 (Versión castellana de Ernestina de Champourcin).
- REIS, José, “El camino del divulgador científico”, en *Arbor*, N° 551-52, Madrid, 1991.
- RITCHIE Calder, “La science et le gran public”, en *Impact. Science et Société*, N° 3, UNESCO, 1964, Vol. XIV.
- SÁNCHEZ, Ana María. “Sobre la elaboración de artículos de divulgación de la ciencia. V. Divulgación y literatura”, en *Ciencia*, N° 46, México, 1995.
- SÁNCHEZ, Ana María, “Sobre la elaboración de artículos de divulgación de la ciencia. IV. El lector y el texto”, en *Ciencia*, N° 46, México, 1995.
- SCHIELE, Bernard y BOUCHER, Louise, “Algunos procedimientos propios de la exposición científica”, en *Arbor*, N° 551-52, Madrid, 1991.
- TAPIA, Ricardo, “El saber científico en la sociedad del siglo XXI”, en *Revista Universidad de México*, N° 588-589, México, 2000.
- TAPPAN Velásquez, Martha y ALBOUKREK, Aarón, “El discurso de la divulgación de la ciencia”, en *Ciencia*, N° 43, México, Academia de la Investigación, 1992.
- TREMBLAY, Gaëtan, “El sitio virtual de las ciencias de la comunicación”, en *Revista Iberoamericana de comunicación*, México, 2002.
- TRIGUEROS, María, “Un puente hacia la ciencia”, ponencia presentada en el 1er. Congreso de la Sociedad Mexicana de Divulgación de la Ciencia y la Técnica (SOMEDICYT), 1991.
- WOLF, M., “Tendencias actuales del estudio de medios”, en *Diálogos de la comunicación*, N° 30, 1987.

PONENCIAS Y OTROS TEXTOS

- CALVO HERNANDO, Manuel, Medios alternos y organizaciones para la divulgación de la ciencia, ponencia expuesta en el Encuentro Nacional de Divulgación de la Ciencia, Culiacán, México, 22 de marzo del 2000.
- CALVO HERNANDO, Manuel, Ciencia y periodismo científico en Iberoamérica. Conferencia de apertura del II Congreso Iberoamericano de Comunicación Universitaria y I Reunión Iberoamericana de Radios Universitarias. Granada, 14 de marzo de 2005.
- CALVO HERNANDO, Manuel, Líneas Generales de un Programa Nacional de Difusión de la Ciencia al Público. Ponencia presentada en el V Congreso Iberoamericano de Periodismo Científico. Valencia, noviembre 1990.
- CALVO HERNANDO, Manuel, ponencia presentada en el I Encuentro Iberoamericano El Periodismo Científico en el Siglo XXI, Quito, Ecuador, 28-30 de octubre de 1999.
- CALVO HERNANDO, Manuel, ponencia presentada en el II Congreso Nacional de Periodismo Científico, Tenerife, 12-13 de julio de 1999.
- Comité Coordinador de Redes Científicas de América Latina (CCRCLA), Declaración, Ciudad de México, México, septiembre del 2001.
- DEL RÍO, Pablo, El cambio cultural en el medio y en el mensaje. Nuevas perspectivas para la enseñanza de las lectoescrituras, conferencia en el curso: “La lectura comprensiva, un objetivo primordial entre los 6-12 años”, Universidad Internacional Menéndez Pelayo, Santander, junio de 2002.
- DEL RÍO, Pablo, Ciencia, comunicación y mercado: la condición mediática de la ciencia.
- ESPELAND, Wendy Nelson y Clemens, Elisabeth S., Buying Blood and Selling Truth: Organizational Theory and Cultural Analysis, Conference American Sociological Association, Estados Unidos, 1988.
- FAYARD, Pierre, Periodismo científico europeo, ponencia presentada en el I Congreso Nacional de Periodismo Científico, Madrid, España, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), 1990.
- FOG, Lisbeth, Científicos y periodistas: tejiendo una historia, ponencia expuesta en un congreso de periodismo científico.
- ISITA TORNELL, Rolando. Ciencia y propaganda en España, tesis doctoral presentada en la Universidad Complutense de Madrid, España, 1995.
- KAPLAN, Marcos, Política científica, ponencia presentada en el II Congreso Mexicano para el Avance de la Ciencia y de la Tecnología, Ciudad de México, noviembre del 2000.

- NELSON ESPELAND, Wendy y CLEMENS, Elisabeth S., “Buying Blood and Selling Truth: Organizational Theory and Cultural Analysis”, Estados Unidos, Conference American Sociological Association, 1988.
- SÁNCHEZ MORA, Ana María, Enseñanza y aprendizaje de la divulgación, México, 2000 (Texto ofrecido en el VI Diplomado en Divulgación de la Ciencia de la DGDC-UNAM).
- TRIGUEROS, María, Un puente hacia la ciencia, ponencia expuesta en el I Congreso de la Sociedad Mexicana de Divulgación de la Ciencia y la Técnica (SOMEDICYT), Ciudad de México, México, 1991.
- TONDA, Juan, La función educativa de la divulgación, DGDC-UNAM, México, 2000 (Texto ofrecido en el VI Diplomado en Divulgación de la Ciencia de la DGDC-UNAM).

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS

- CONACYT (2003). *Tercer Informe de Ejecución 2003*. México. Dirección electrónica:
<http://www.conacyt.mx/dap/3erInforme-ejecucion2003.pdf>
- LEWENSTEIN, B.C., “Models of Public Communication of Science and Technology”, 2003.
<http://communityrisks.cornell.edu/BackgroundMaterials/Lewenstein2003.pdf>
- MAC CULLOCH, Christina, “¿Cómo puede América Latina ponerse al día?”, en *BIDamérica, revista del BID*. Fragmento de una entrevista publicada el 27 de marzo de 2005. Dirección:
<http://www.iadb.org/idbamerica/index.cfm?thisid=3226>
- MUERZA, Alex Fernández, “Divulgación de la ciencia. La comunicación de la ciencia, una necesidad social”, España, en URL: <http://www.recol.es/articulos2.asp?idCmdd=28&nomBCmdd=Ciencia&home1&id=846#marca2>
- Odisea del Espacio, “100 años de creatividad científica”, en URL: <http://www.pbs.org/wgbh/aso/thenandnow>
- Subdirección de Educación No Formal, “Educación no formal”, DGDC-UNAM, México, en URL:
<http://www.dgdc.unam.mx/vincu.html>

ÍNDICE

Agradecimientos	7
Prólogo.....	9
Introducción	17
<i>Capítulo 1</i>	
Estudios de la comunicación pública de la ciencia	21
<i>Capítulo 2</i>	
Generalidades de la divulgación de la ciencia	35
<i>Capítulo 3</i>	
Problemas de la comunicación pública de la ciencia y la tecnología.....	51
<i>Capítulo 4</i>	
Alternativas para una mejor CPCT.....	77
<i>Capítulo 5</i>	
Comunicación pública de la ciencia y la tecnología dentro de la política científica.....	117
<i>Capítulo 6</i>	
Recomendaciones prácticas para el ejercicio del periodismo científico	135
<i>Capítulo 7</i>	
Conclusiones y orientaciones	163
Bibliografía	171