

Las nuevas tecnologías de la información y el papel que desempeña la divulgación de la ciencia y la técnica. Un acercamiento

GLORIA VALEK

Resumen

Este artículo analiza el papel que desempeña la divulgación de la ciencia y la técnica a fines del siglo xx, particularmente en el contexto mundial de una mayor especialización del conocimiento científico y técnico y del uso de las llamadas nuevas tecnologías de la información. Aquí se plantea tanto la utilidad de estas herramientas tecnológicas para acercar a públicos no especializados a la ciencia y a la técnica, como sus potencialidades en tanto apoyos—sin precedentes en la historia de la humanidad— en los procesos de enseñanza-aprendizaje. La autora pone especial énfasis en la necesidad cada vez más apremiante de los investigadores, académicos y divulgadores de la ciencia y la técnica de entender cómo funcionan estas nuevas tecnologías para poder hacer uso de sus potencialidades tanto en los procesos de generación (investigación) y transmisión de conocimientos (enseñanza), como en su difusión (divulgación del conocimiento científico y técnico).

Abstract

The purpose of this article is to analyse the role played by scientific and technical communication at the end of the 20th century, and the use in this field of the so call new communication and information technologies, in the context of an increasingly specialized knowledge. This essay tries to show the utility the new telecommunication and information technologies can achieve in reaching a wide audience unfamiliar with basic scientific and technical concepts, as well as their potential in terms of becoming didactic-aid tools in the processes of formal education. The essay stresses the urgent need for researchers, scholars and divulgers of science and technique to understand how these new information technologies work, so they can make proper use of their potentiality in generating new knowledge (research and education), and making it easier for society in general to develop a better perception of scientific and technical culture.

Hemos preparado una civilización global en la que los elementos más cruciales [...] dependen profundamente de la ciencia y la tecnología. También hemos dispuesto las cosas de modo que nadie entienda la ciencia y la tecnología. Eso es una garantía de desastre. Podríamos seguir así una temporada pero, antes o después, esta mezcla combustible de ignorancia y poder nos explotará en la cara.

Carl Sagan, *El mundo y sus demonios*

Necesidad imperante de este fin de milenio

Entre muchas caracterizaciones, se ha definido a éste, nuestro siglo xx, como el de mayor desarrollo científico-tecnológico; como el que ha revolucionado el acceso a la información y al conocimiento científico; como el de la globalización. Pero también éste es el siglo de la especialización de la ciencia. Si parafraseamos a un divulgador español de la ciencia y tomamos al 100% de todos los investigadores científicos que han existido en la historia de la humanidad, veríamos que en la actualidad se encuentran trabajando el 90% de ellos, y en campos de acción cada vez más especializados. Nunca antes tantos seres humanos se habían dedicado a la ciencia ni tampoco se habían desempeñado en campos tan diversos y especializados del conocimiento; y esto se dará en forma más acentuada en el siglo xxi, pues aún no se han planteado o hallado el 50% de las innovaciones científicas que estarán firmemente asentadas en las primeras décadas del próximo siglo.¹

Aunque nunca antes habíamos vivido el nivel actual de democratización de la ciencia y de acceso a la técnica, tampoco los niveles de especialización entre los científicos habían sido tan marcados y distantes. Y, al parecer, la brecha entre una disciplina y otra se ensanchará cada vez más debido al nivel de especialización no sólo de la ciencia y la técnica y a la introducción de términos y conceptos cada vez más complejos, sino también de nuevas herramientas tecnológicas, de nuevas tecnologías.

¿Cuál es entonces, aquí y ahora, el papel que desempeña la divulgación de la ciencia y la técnica? Sin duda, cada vez más difícil

¹ Véase C. Armestós, *Por los senderos de la ciencia*, Madrid, Celeste Ediciones, 1995.

debido a la cada vez mayor complejidad y especificidad de las ciencias y las técnicas. ¿Cómo acercar al público no especializado, por ejemplo, a entender la teoría de la relatividad o cómo se llevan a cabo los maravillosos procesos de transmisión genética de la herencia o de clonación? ¿Cómo vincular el hecho de que, por ejemplo, la capa de ozono en la atmósfera terrestre es indispensable para los que habitamos este planeta, pero al mismo tiempo el aumento de los niveles de ozono del aire que respiramos en la ciudad de México es altamente perjudicial? ¿Cómo tomar una noticia, sin duda poco fundamentada, que predice el colapso mundial de los sistemas bancarios, debido a los dígitos "00" en los sistemas informáticos para el año 2000?

Indudablemente, los avances de la ciencia y sus aplicaciones, la técnica y la tecnología, nos afectan cada día más directamente; no sólo con respecto a las posibles modificaciones que impliquen en el ambiente, sino en nuestra propia salud individual y colectiva. ¿Cómo decidir si apoyamos o no una iniciativa, por ejemplo, para el uso de la energía nuclear, si desconocemos sus ventajas y, sobre todo, sus implicaciones para la salud y el ambiente? ¿Cómo saber si al comprar un producto estamos consumiendo lo que realmente necesitamos? ¿Cómo inculcar en la población una cultura del agua, si no se sabe por un lado lo esencial de este recurso natural y lo difícil y costoso que es, por ejemplo, surtir de agua potable a la ciudad de México?

Informar y divulgar el conocimiento científico y técnico significa usar todos los medios, todos los lenguajes y recursos literarios para acercar al público no especializado al mundo de la ciencia. La divulgación de la ciencia y la técnica es una herramienta muy útil como apoyo a la enseñanza y también para mantener actualizado al especialista y orientar a quien nunca antes se había asomado al mundo de la ciencia. Pues divulgar la ciencia y la técnica es poner a éstas al alcance del científico no especializado en el tema, del profesional, de las amas de casa, de los jóvenes que tendrán que acceder a un campo del conocimiento y de los niños ávidos de explicaciones sobre el mundo que los rodea.

La divulgación de la ciencia tiene la responsabilidad de informar a la sociedad acerca del avance de los conocimientos sobre nuestro mundo y de lo que en él se encuentra. Pero no sólo eso, también tiene la tarea de complementar el proceso de enseñanza-aprendizaje

y de constituirse cada vez más en un medio de actualización profesional. Por eso no sólo es urgente que como ciudadanos nos mantengamos actualizados al menos sobre lo que nos afecta directamente; como investigadores y académicos debemos acercarnos a las distintas áreas de la ciencia y a las nuevas tecnologías para entender sus potencialidades y poder utilizarlas en beneficio propio y como apoyos a nuestras labores profesionales.

Se ha dicho en innumerables ocasiones que la información es poder, pero más que la información, diríamos que el conocimiento es poder. Y que la labor de la divulgación de la ciencia es compartir el conocimiento, el saber.² Hoy por hoy, a pocos meses de terminar el siglo XX, el conocimiento, el saber, tienen un enorme valor; un valor no sólo intelectual sino económico, que se cotiza internacionalmente. De hecho, el control sobre la información (el conocimiento) es fundamental en las economías mundiales; la información es preponderante en el proceso de reproducción global de capital y esto se manifiesta en el papel central desempeñado por las empresas especializadas en el manejo de datos. No es gratuito que los países con altos niveles de investigación científica y divulgación de la ciencia sean los llamados desarrollados; tampoco que nuestro subdesarrollo se deba, en gran medida, a la poca importancia que —pese a las evidencias— seguimos dando a la ciencia, a la técnica y a su divulgación. Por ello, si logramos transmitir el conocimiento científico a la mayor cantidad de personas, ese poder estará por lo menos más repartido, será menos elitista y, sin exagerar, estaremos logrando un cambio social, basado en una mayor comprensión del mundo que nos rodea.³

Vivimos en el siglo de la información. Todos los días, a todas horas, minutos y segundos se genera gran cantidad de información global. Como producto de la cada vez mayor especialización de la ciencia y la técnica, continuamente surgen nuevas tecnologías cuya comple-

² Véase P. Roqueplo, *El reparto del saber*, Buenos Aires, Gedisa (Colección Límites de la Ciencia), 1983.

³ Véase C. Katz, en *Acheronta*, núm. 3, abril de 1996 (tomado de [www:http://psiconet.com/acheronta](http://psiconet.com/acheronta)). Aquí se analiza cómo el uso de las nuevas tecnologías ha agrandado la brecha que ha separado históricamente a las naciones subdesarrolladas de las desarrolladas. Es significativo, por ejemplo, que el 90% de las licencias tecnológicas en el nivel mundial pertenezcan a sólo cinco países.

alidad va dejando aún más atrás a los miles de millones de personas que ni siquiera alcanzan a comprender el funcionamiento, uso y utilidad de las “viejas”. La divulgación de la ciencia tiene ya cierto camino recorrido, pero ¿qué pasa con la divulgación de la técnica? Si no somos científicos no aspiraremos a serlo gracias a la divulgación, pero aunque no seamos técnicos sí podemos usar la tecnología para, por ejemplo, tener mayor acceso a la información actualizada en el momento en que se origina, facilitar el acceso a datos que nos puedan ser útiles, reducir el tiempo de búsqueda de lo que nos interesa, revisar los procesos de inventiva y quizá permitimos ser más creativos.

No nos vamos a centrar aquí en las repercusiones socioeconómicas del uso y aplicación de las nuevas tecnologías, ni tampoco en aspectos tales como su contribución a los altos y sin precedentes niveles actuales de desempleo. Tal y como ha ocurrido a lo largo de la historia de las innovaciones radicales, la revolución en la informática ha generado diversas interpretaciones, entre las que destacan tres reacciones opuestas: una, llena de optimismo, que deja de lado cualquier problemática socioeconómica y que la asocia en forma exclusiva al *confort* individual; otra, pesimista, que atribuye la actual crisis económica mundial al desarrollo de la tecnología, y una tercera, y con la que más concordamos, que no ve a las nuevas tecnologías como instrumentos aislados, sino inmersos en un esquema productivo.⁴ También estamos conscientes de que la introducción de las nuevas tecnologías no está asociada con el mejoramiento general de vida de la población, aunque sí permite un mayor acceso a la información de los pequeños círculos intelectuales, políticos y económicos que tienen acceso a ellas.

⁴ La problemática socioeconómica más estudiada con respecto a la introducción de la informática en el nivel global es el desempleo. “Según estimaciones de la OIT, al finalizar 1994 la masa de desocupados en el mundo totalizó 820 millones de personas, es decir, el 30% de la fuerza laboral total. A estas cifras —sin precedentes desde la gran depresión— se ha llegado con una aplicación industrial extremadamente moderada de las nuevas tecnologías. De hecho, la informática ha contribuido enormemente a provocar crisis financieras sin precedentes en la toma de decisiones. Al ‘globalizar’ todos los movimientos de capitales, las nuevas tecnologías de la información canalizan “reacomodamientos de dinero, que vacían en pocos segundos los depósitos de bancos insolventes o las reservas de economías.” Véase Katz, *ibid.*, pp. 10-11.

Lo que trataremos aquí son las posibilidades de uso de las llamadas nuevas tecnologías en forma general en la divulgación de la ciencia y la técnica y como herramientas muy útiles de apoyo a los procesos de enseñanza-aprendizaje y de actualización profesional. Quienes no están directamente involucrados, desconocen el funcionamiento de los desarrollos tecnológicos; no sólo de las llamadas nuevas tecnologías sino también de las no tan nuevas. Y esto ocurre porque en general ni los artesanos, ni los técnicos, ni los ingenieros y mucho menos quienes se dedican a las telecomunicaciones se han preocupado por divulgar sus técnicas. La inquietante —y desde nuestro punto de vista, maravillosa— aventura tecnológica que estamos viviendo a fines del siglo xx es incomprensible para la mayoría y esto en países como México pudiera tener mucho que ver con el atraso en su desarrollo.

Y aunque la inmensa mayoría de la población mundial no tenga acceso alguno a la tecnología, ni goce de los medios para alcanzarla, si no hacemos algo, al menos para difundir su uso entre quienes pueden acceder a ella, el rezago será aún mayor.⁵ Por eso quienes nos dedicamos a la divulgación de la ciencia y la técnica debemos no sólo saber manejar estos medios, sino conocerlos lo más profundamente posible para poder hacer uso de sus potencialidades, sobre todo, desde un punto de vista más humanista, más sociológico y comprometido.

Aquí vamos a centrarnos en las posibilidades de las nuevas tecnologías para la divulgación de la ciencia y la técnica; tratar de entender, primero, cómo funcionan y, luego, cómo podemos utilizarlas en tanto fuentes de información, y también para difundir materiales de divulgación de la ciencia. Partiendo del hecho de que el uso de las nuevas tecnologías implica necesariamente una mínima cultura tecnológica,⁶ haremos un breve recorrido por su historia para situar

⁵ Actualmente en el mundo, dos de cada tres hogares carecen de teléfono; mientras que los países desarrollados —sólo el 15% de la población mundial— acaparan el 85% de las inversiones en telecomunicaciones. En el campo de las computadoras, el desequilibrio es aún mayor y es incuestionable que las nuevas tecnologías de la información han ampliado radicalmente la brecha entre naciones ricas y pobres.

⁶ Incluso algunos divulgadores de la ciencia como Roberto Sayavedra sostienen que para hacer divulgación de la técnica, de las tecnologías, se debe saber física. Véase su artículo "Nuevos medios de divulgación", en el Primer Encuentro de Divulgación Científica, Somedicyt/UNAM, México, 1995.

en términos generales cómo hemos llegado al actual desarrollo en ese campo.

Desarrollo tecnológico

Si tuviéramos que hablar del desarrollo de la humanidad en pocas líneas, tendríamos que dejar de lado miles de inventos, técnicas y tecnologías que lo han llevado al momento actual.⁷ Pero, indudablemente, de los avances, descubrimientos e inventos hechos por el hombre a lo largo de su historia hay algunos que no podríamos dejar de mencionar: desde hace 40 000 años, la fabricación de utensilios de piedra, y el uso de huesos. Desde el año 4500 antes de nuestra era, la agricultura y la alfarería, el arco, la flecha, la rueda y la palanca; del año 100 al 700, la escritura y los procedimientos de irrigación; del año 700 al 1500, los primeros observatorios astronómicos, la invención de la imprenta moderna, la navegación oceánica, la explotación minera en gran escala; de 1600 a 1700, el microscopio, el telescopio, la primera calculadora numérica, el barómetro.

De 1700 a 1800 la máquina de vapor, el pararrayos, el termómetro, el globo de aire caliente; de 1800 a 1850, la fotografía, la locomotora y el barco de vapor, la pila, el motor eléctrico y el telégrafo Morse. De 1850 a 1900, el foco eléctrico, el teléfono, el fonógrafo, el cine, el telégrafo sin hilos, el motor de explosión, el automóvil de gasolina. De 1900 a 1950, la aviación comercial, el metro, el cine sonoro, la radio, la televisión, el radar, la bomba atómica, la computadora. De 1950 a 1970, los cohetes espaciales, los satélites artificiales, el rayo láser, el transplante de órganos. De 1970 a 1990, las centrales nucleares, el videocasete, el disco compacto, el transbordador espacial, las estaciones espaciales, las telecomunicaciones, las nuevas tecnologías.

Aunque sería muy interesante hacer un recorrido minucioso por el desarrollo técnico y tecnológico de la humanidad,⁸ nuestro ob-

⁷ Un excelente recuento sobre la historia de la humanidad puede leerse en J. Bronowsky, *El ascenso del hombre*, México, Fondo Educativo Interamericano, 1979. A partir de una serie de programas de televisión producidos por la cadena británica BBC, el autor explica el avance del hombre hacia el actual desarrollo científico y tecnológico en forma magistral.

⁸ Como ejemplo, baste mencionar los cinco tomos de T. K. Derry y W. Trevor sobre la *Historia de la tecnología*, que parten de los inicios hasta 1950, México, Siglo XXI Editores, 1997.

jetivo aquí es referirnos exclusivamente a las nuevas tecnologías de la información masiva, a las telecomunicaciones. Las llamadas telecomunicaciones se han adecuado y diríamos han sido responsables de los profundos cambios que ha sufrido el intercambio de información y de conocimientos durante los últimos años de este siglo; han acelerado un proceso irreversible de globalización. Ésta, a su vez no sólo ha internacionalizado la economía sino los ámbitos de la vida cotidiana de cualquier ciudadano, pues aunque no se tenga acceso a la tecnología, ni mucho menos a la ciencia, lo que compramos, consumimos y desechamos está en gran medida definido por esta llamada globalización de productos e información.⁹

Aunque este siglo ha sido protagonista de grandes innovaciones, ninguna es tan perceptible para el ciudadano común como la informática y, con ella, las nuevas tecnologías de la información, debido a haber experimentado un desarrollo y facilidad de acceso sin precedentes en la historia de la tecnología; baste compararla con otros sectores industriales: si la industria automotriz o la aeronáutica se hubieran desarrollado al mismo ritmo que la informática, actualmente un Roll-Royce costaría 2.75 dólares y gastaría un galón de combustible por recorrer 3 millones de millas y un Boeing 767 costaría 500 dólares y daría la vuelta al globo terrestre en 20 segundos con sólo 5 galones de combustible.¹⁰

Los orígenes de las nuevas tecnologías de la información

Si tomamos globalmente la historia de la humanidad, la tecnología ha aportado más a la ciencia que la ciencia a la tecnología. Es a partir del descubrimiento de la electricidad que esta relación sufrió un cambio sorprendente, pues la tecnología de hoy es en general resultado de la investigación científica y, en la mayoría de los casos, del trabajo interdisciplinario. Por definición, las tecnologías son los medios y procedimientos utilizados para la fabricación de productos

⁹ Con respecto a la globalización, véase O. Ianni, *Teorías de la globalización*, México, Siglo XXI Editores, 1997; y A. Ferrer, *Historia de la globalización*, México, FCE, 1996.

¹⁰ Véase C. Katz, *op cit.*, quien menciona otros ejemplos sorprendentes.

industriales; son resultado de la imaginación, de la inventiva, de la creatividad, de la necesidad y del desarrollo científico. No hay tecnología hasta que aparece la industria; el desarrollo industrial depende, precisamente, de aquélla. Y quizá no hay acontecimiento más representativo de la industrialización que la invención de la máquina de vapor en la Inglaterra del siglo XVIII; la utilización del vapor como fuerza motriz, perfeccionada en 1778 por James Watt.

Desde el punto de vista de la información masiva, el medio de comunicación más añejo es el libro. Pero el más antiguo invento que ha representado una revolución en la transmisión de la información es la imprenta de Gutemberg. Aunque desde el siglo VI los chinos utilizaban la xilografía (la impresión por medio de planchas o caracteres de madera, dada a conocer en Europa en el siglo XII), cuando Gutemberg inventa en 1440 la tipografía o impresión con caracteres móviles de metal, en Estrasburgo, surge la imprenta moderna.¹¹ Si alguna tecnología ha revolucionado a la humanidad ha sido precisamente ésa, la imprenta, y la posibilidad de reproducir indefinidamente y en forma exacta, rápida y eficaz el conocimiento, las ideas y el arte.¹²

Después de la imprenta de Gutemberg, otros inventos revolucionarían la obtención y transmisión de información: entre ellos, la máquina numérica, planteada desde 1642. Pero es en el siglo XIX cuando se dan los avances científicos e inventos clave para el desarrollo de las nuevas tecnologías: la fotografía se inventa en 1839; el primer mensaje telegráfico se transmite en 1844; el primer mensaje telefó-

¹¹ Hace 25 siglos surgió la técnica de reproducción múltiple a través de imágenes y escritos grabados en piedra o en madera. Los primeros escritos se hacían en papiro y pergamino; después se introdujo el papel, que al parecer comenzó a utilizarse en el siglo I de nuestra era en China; en el mundo árabe en el siglo VIII y en Europa hasta el siglo XIV.

¹² Antes de la invención de la imprenta, los escribanos tardaban años en reproducir textos, que guardaban celosamente para las élites; además, muy pocos sabían leer y escribir. Desde su invención hasta principios del siglo XIX la imprenta no sufrió transformaciones significativas: cada letra debía fundirse y componerse a mano. En 1838 se inventa la primera máquina para fundir tipos de imprenta, movida por una máquina de vapor; de aquí siguieron la invención del linotipo (1886) y de modernas prensas tipográficas que ganaban tiempo en la impresión de libros y que se utilizaban sobre todo para la edición de periódicos. La rotativa (basada en cilindros independientes) había comenzado a utilizarse desde 1818. Hoy con las nuevas tecnologías la imprenta sigue vigente; ya no con los tipos móviles de Gutemberg, la impresión moderna de textos de vale de la computación, de la informatización, que ha agudizado enormemente el trabajo del moderno impresor, del editor de finales del siglo XX.

nico alámbrico, en 1876; el fonógrafo en 1877; en 1894 se proyecta la primera película y en 1895 Marconi transmite y recibe por primera vez mensajes inalámbricos.

Un siglo atrás

El fin del siglo XIX o más bien el principio del XX fue marcado por un acontecimiento que ejemplificaría lo que esperaba al ser humano en su carrera hacia el desarrollo tecnológico. En 1900 el italiano G. Marconi patenta la radio. Atrás quedaba la Exposición Universal de París —y la inauguración de la famosa Torre Eiffel—; 1899 marcaba el final del milenio en el que se establecieron las pautas para un desarrollo científico y tecnológico nunca antes experimentado en la historia de la humanidad. Atrás quedaba Charles Darwin, pero no sus teorías sobre el origen de las especies y su maravilloso recorrido por el *Beagle*. El científico ruso Ivan Pavlov iniciaba los experimentos que lo llevarían a plantear sus teorías sobre el reflejo condicionado. Atrás quedaba Vincent van Gogh, pero no el impresionismo, para dar paso al teatro de ideas del sueco Henrik Ibsen y al compositor Richard Strauss; atrás quedaba Oscar Wilde pero no Thomas Hardy ni Frederich Nietzsche. Atrás quedaba Bakunin pero no los atentados anarquistas; Louis Pasteur, pero no la microbiología, la pasteurización y la vacunación contra la rabia; Piotr Chaikovski, pero aún no Giuseppe Verdi ni George Bernard Shaw; Debussy y su *Siesta de un fauno*, Rudyard Kipling y *El libro de la selva*. Atrás quedaba José Martí pero no la independencia cubana; Karl Marx y Federico Engels, pero vaya que persistirían sus ideas.

La ciencia y su aplicación, la tecnología, eran a fines del siglo XIX unos de los logros más importantes de la humanidad. Pues no sólo eran Darwin, Pasteur, Roetgen y su descubrimiento de los rayos X; Becquerel y la radiactividad del uranio, también los hermanos Lumière y su cinematógrafo; grandilocuentes obras de ingeniería, de arte, de ópera y literatura; se estaban combatiendo enfermedades legendarias; se estaba desentrañando el subconsciente. En 1895 Sigmund Freud había escrito los fundamentos del psicoanálisis; Rudolf Diesel ya había inventado el motor de aceite pesado con encendido por compresión que llevaría su nombre. Atrás, en Atenas, había

quedado la primera Olimpiada moderna, pero no el espíritu de Pierre de Coubertini ni tampoco el culto al cuerpo; atrás los pioneros de la aviación pero no su comercialización. Los Curie ya habían descubierto el polonio y el radio y Tolstoi había escrito su obra cumbre. El siglo XIX se llevaba la guerra del opio, pero de ninguna manera al opio mismo y a sus modernos derivados.

La telefonía sin hilos de Marconi se había basado en la demostración experimental de Henrich Hertz de las ondas eléctricas. En 1888 Hertz demostró que la teoría electromagnética, propuesta por J. C. Maxwell en 1873, era correcta: en forma empírica mostró la relación que existe entre la electricidad, el magnetismo y la luz; dio la pauta para la transmisión a distancia y en forma simultánea de la información. La teoría de Maxwell¹³ planteaba la posibilidad de producir —mediante corrientes eléctricas oscilantes— ondas electromagnéticas capaces de desprenderse de los circuitos generadores y de propagarse libremente en el espacio a la velocidad de la luz. Hertz identificó en forma experimental las ondas luminosas y las de radio y demostró la propagación de la oscilación eléctrica en el espacio. También demostró que la velocidad de transmisión de las ondas de radio (hoy conocidas como ondas hertzianas) era igual a la velocidad de luz. Surgen aquí las bases técnicas para la transmisión a distancia de la información.

El siglo XX

En la primera década del siglo XX, mientras iba desarrollándose la radio (e introduciéndose la radiodifusión comercial), se logra transmitir fotografías a través del belinograma (aparato fototelegráfico)

¹³ Véase J. de la Huerta, "Los experimentos de Hertz y la nueva era de las comunicaciones", *ICYT*, núm. 158, México, Conacyt, 1989. Desde 1660 se había inventado una máquina de fricción capaz de generar un flujo continuo de electricidad; poco después se demostró que los objetos cargados de electricidad podían repelerse o atraerse y en 1729 se había identificado materiales conductores y no conductores. De aquí seguirían las investigaciones de Volta, Oersted, Ampere y Faraday, quien en 1821 produjo un movimiento mecánico utilizando la interacción de los campos eléctrico y magnético, diseñando el primer motor eléctrico y con ello, la conversión de energía mecánica en energía eléctrica. Véase T. K. Derry, *op. cit.*

y en 1923 se presenta la primera imagen televisiva. Su desarrollo, aunque lento en comparación con otras tecnologías, permitió en 1954 el surgimiento de la televisión en color. Paralelamente, comenzaba el desarrollo de la informática y se pasaría a su popularización. En 1957 se instala el primer cable submarino entre Europa y América, estableciéndose la comunicación intercontinental. En 1962 se lanza al espacio el *Early Bird*, el primer satélite comercial destinado a las telecomunicaciones; en 1965, el sistema *Intelsat* y en 1971 el *Inter-putnik*. De aquí seguiría el lanzamiento de cada vez mayor número de satélites geoestacionarios, que permitirían la transmisión de un continente a otro de imágenes y sonidos. Paralelamente se irían desarrollando otras tecnologías de la información, como la fibra óptica, el videocasete, pequeñas máquinas para la transmisión de facsímil, minicalculadoras y microprocesadores cada vez más compactos y accesibles, que darían lugar a las llamadas nuevas tecnologías de la información.

Características de las nuevas tecnologías

Hay varios factores que influyen o determinan a estas nuevas tecnologías. Primero, la revolución microelectrónica; es decir, la posibilidad de aumentar la capacidad de procesamiento informativo a través del uso de los semiconductores, la miniaturización de los componentes, la velocidad de procesamiento y el abaratamiento en la fabricación de las partes, lo que las ha hecho cada vez más accesibles. Se pasó de las válvulas y transistores a los microprocesadores (que realizan las mismas funciones de miles de bulbos y transistores). En 1970 se inventó el *chip*, circuito del tamaño de una uña, que contiene las partes fundamentales de una computadora, y se sigue avanzando en este campo; se están utilizando nuevos materiales (galio en sustitución del silicio) y aumentando la capacidad de memoria de los semiconductores y el número de instrucciones que deben procesar. En 1978 un *chip* concentraba 29 000 transistores y cumplía 330 000 instrucciones por segundo. Las últimas generaciones de semiconductores realizan millones de operaciones por segundo y se calcula que de 1973 a la fecha los precios de los *chips* han bajado a un ritmo de 30% anualmente.

Otro aspecto que marca el acelerado desarrollo de las nuevas tecnologías es la rápida transformación de las primeras computadoras (muy complejas, destinadas sólo a especialistas, muy costosas y de grandes dimensiones) a las simples y accesibles PCs, que generalizaron el acceso a la informática para millones de personas.¹⁴ Diversos autores se han referido al proceso mediante el cual la industria de la informática inició, desde la década de los ochenta, campañas publicitarias mundiales para introducir las nuevas tecnologías en la enseñanza. Éstas se basaron en innumerables estudios —realizados por la misma industria, por supuesto con fines comerciales, más que educativos— que demostraron la supuesta afinidad natural del niño hacia la computadora. Paralelamente, comenzó la promoción en gran escala de la informática dentro de la industria del entretenimiento con el lanzamiento al mercado de nuevos aparatos multimedia, como los sistemas digitales de videodisco, o las computadoras sobre el televisor, y la realidad virtual, a través de los videojuegos, basada en ejercicios y experiencias practicadas por la NASA en el entrenamiento de astronautas. Las computadoras pasaron a ser, entonces, herramientas de trabajo; medios altamente útiles para la obtención, manejo y control de la información; parte central de la industria del entretenimiento, y están comenzando a ser utilizadas cada vez más en forma masiva como apoyos indispensables para la enseñanza.

Otro factor que indudablemente ha permitido el actual desarrollo de las nuevas tecnologías es el acelerado avance que han tenido las telecomunicaciones, auxiliadas por la información, y que hoy por hoy permiten comunicar instantáneamente a todos los rincones de la tierra vía satélite o por cable.

¹⁴ "La PC nació en un 'club de ordenadores caseros', compuesto por individuos conocidos como 'locos telefónicos', que recelaban de la IBM y del Pentágono... Tanto Steve Wozniak y Steve Jobs —creadores de Apple— como Bill Gates —fundador de Microsoft— participaron en estos clubes, antes de convertirse en propietarios millonarios de nuevas corporaciones... El antagonismo que existe entre el nacimiento de la computación personal y su desarrollo posterior no sólo ocurre aquí, está presente en muchos de los actuales desarrollos tecnológicos... En 1977 existían 40 000 computadoras en el mundo y actualmente este mismo volumen se fabrica al día. Sólo en Estados Unidos se producen 20 millones de PCs al año; en 1994 se vendieron al mundo 46 millones de unidades y se estimaba el parque mundial en 150 millones de aparatos. La tasa de crecimiento de este sector es de 20-30% anual", Véase Katz, *op. cit.*, pp. 22-23.

Aplicación académica de las nuevas tecnologías

A fines del siglo XX el acceso a la información es más fácil e inmediato que nunca. Y aunque la divulgación de la técnica y de la tecnología es muy incipiente en países como el nuestro, sí existe un entusiasmo más o menos generalizado por los avances que sobre todo en el campo de la información y la comunicación se están dando, así como una necesidad real de trabajar en su divulgación; no sólo en el nivel empresarial, sino personal, sobre todo si el interesado se dedica a la academia o a la investigación.

De las nuevas tecnologías, sin lugar a dudas la que más impacto ha provocado en la investigación y en la academia es el uso de la computadora, y en ésta el acceso a redes, sobre todo a internet. Su aplicación académica ha permitido un grado de intercambio de los conocimientos científicos y de los resultados de investigación sin precedentes en la historia. La difusión instantánea de resultados e ideas científicas así como el intercambio de experiencias entre muchos de los científicos del mundo ha revolucionado la transmisión de información; hasta ahora sin censura, abierta e ilimitada.¹⁵

Uno de los mejores ejemplos de la aplicación de las nuevas tecnologías en la enseñanza y la investigación lo constituye la supercomputadora Cray, que aunque es accesible sólo a un grupo muy reducido de investigadores,¹⁶ constituye una nueva tecnología con enormes posibilidades de aplicación. Está capacitada para simular fenómenos naturales; memorizar 38 000 millones de datos y realizar 1 200 millones de operaciones por segundo. Resuelve operaciones

¹⁵ "Hasta la comercialización iniciada hace tres años, en Internet no había propietarios. Esta característica subsiste parcialmente, ya que todavía nadie es dueño del sistema... La privatización de Internet ha pasado a ser una prioridad de las corporaciones... Las tres redes comerciales norteamericanas (*America Online, CompuServe y Prodigy*) han accedido a la impresionante base de datos contenida en Internet y la ofrecen como servicios. El uso empresarial más común hasta ahora es el correo electrónico, pero el objetivo es organizar la venta dentro de la red. Ya existen sistemas de propaganda y publicidad. Las 20 000 compañías que ingresaron al sistema esperan convertirlo en un gran experimento de venta directa por computadora". Véase Katz, *ibid.*, p. 25.

¹⁶ En 1996 había en Latinoamérica sólo tres supercomputadoras Cray, instaladas en Universidades de Brasil, Colombia y México. La de México pertenece a la Dirección General de Cómputo Académico de la UNAM y fue instalada en 1990. Véase C. Salcedo, "La supercomputadora Cray", *La respuesta está en la ciencia*, Radio UNAM/SOMEDICYT, programa del 24 de noviembre de 1996.

que una computadora convencional realiza en dos meses, en sólo una o dos horas, utilizando 24 procesadores. Con la supercomputadora Cray se crean modelos matemáticos que permiten simular fenómenos y procesos en tercera dimensión.

La educación a distancia y las teleconferencias son otras aplicaciones de las nuevas tecnologías para la enseñanza. Esto implica que un profesor o conferencista dicte una cátedra en un lugar y sea escuchado (y visto) en otro distante, sin necesidad de presencia física. La educación a distancia se hace vía monitores de televisión y como retransmisor pueden usarse ya sea un sistema satelital o los sistemas de cable. Experiencias valiosas de este tipo pueden verse en México a través del Sistema Eusat, con contenidos a cargo de la Unidad de Televisión Educativa de la SEP y también los esfuerzos que ha realizado en este campo TV UNAM.

Existen otras nuevas variantes que vale la pena mencionar ya que marcarían seguramente los avances en las tecnologías de la información durante el próximo siglo; una de ellas es el disco versátil digital, capacitado para registrar y reproducir una cantidad inimaginable de información, y la televisión digital o de alta definición, que supera en mucho la calidad de la imagen y sonido de la televisión actual y promete ser una herramienta muy útil para diversos campos de la educación, entre los que destacan la medicina, las ciencias espaciales y las telecomunicaciones.¹⁷

Como apoyos específicos a la enseñanza, hay paquetes multimedia que abarcan diversos tópicos de gran utilidad para la educación y a todos los niveles; desde juegos didácticos infantiles hasta los más de 30 tomos de la *Enciclopedia británica* en dos disquetes. Aquí cabría mencionar un concepto, conocido como *hipertexto*, consistente en un texto —que aparece en la pantalla de la computadora— constituido por diversos fragmentos que poseen información cada vez más específica y se encuentran vinculados entre sí. Esta forma de acercamiento a la información electrónica permite al usuario “navegar” en forma interactiva e instantánea por diferentes rumbos.

¹⁷ Aunque se prevé que la introducción masiva de este sistema tardará algunos años, en México las dos empresas que gozan ya de concesiones para explotar la televisión digital son TV Azteca y Televisa. La primera hizo una transmisión experimental en la ciudad de México a fines de 1997 y la segunda lo hará en 1998.

Las posibilidades para la enseñanza quizá no han alcanzado a apreciarse en toda su dimensión, pero el ahorro en tiempo, costo y espacio que implica el uso de las nuevas tecnologías seguramente revolucionará a largo plazo los procesos educativos. Aquí no podemos dejar de mencionar un proyecto fascinante, llamado “Compendio de miniatura medieval: imágenes digitalizadas de manuscritos y herramientas para su análisis en CDR-ROM interactivo y red internet”, que lleva a cabo la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico de la UNAM. La finalidad de este proyecto es crear un producto multimedia para la divulgación del libro antiguo, poniendo al alcance de todos —tanto de investigadores como del público en general— manuscritos de difícil acceso que conforman nuestro patrimonio.¹⁸ Existen también infinidad de programas educativos por computadora en diversas áreas de conocimiento y para todos los niveles de escolaridad, que pueden utilizarse tanto como apoyos a la enseñanza escolarizada como en la divulgación de la ciencia y la técnica.¹⁹

Por otra parte, se ha discutido mucho sobre la unilateralidad de los medios masivos de información. Ahora con el uso personalizado de las computadoras, de la educación a distancia, de las teleconferencias, de la posibilidad de comunicarse con periódicos, revistas, radiodifusoras y canales de televisión vía el correo electrónico, el receptor de la información tiene la posibilidad inmediata de responder y participar según tecnología de que se trate. Las posibilidades de interacción que permiten estas nuevas tecnologías no tiene precedentes en la historia de la comunicación humana en el nivel global y deben aprovecharse. Piénsese, por ejemplo, en la facilidad que tienen ahora los investigadores para someter sus artículos técnicos y científicos al arbitraje de publicaciones internacionales a través del correo electrónico, de internet, de las computadoras, o en los diálogos que establecen ponentes ubicados en continentes distintos y cuyas conversaciones se transmiten vía satelital o por cable.

¹⁸ Consúltese Diego Antona A., DGSCA/UNAM, dantona@servidor.unam.mx.

¹⁹ Sólo como ejemplo mencionaremos al Programa AJUSTEQ diseñado para computadoras personales compatibles PC, que realiza el balanceo de ecuaciones químicas, en M. Castelló, Internet. <http://hunabku.pquim.unam.mx/eq/>.

La divulgación de la ciencia y la técnica a través de las nuevas tecnologías de la información en México

De acuerdo con Carmen Gómez Mont, en México la introducción de las nuevas tecnologías de la comunicación e información se da en las dos últimas décadas del siglo xx, aunque es sólo a partir de los años noventa que puede hablarse de las nuevas tecnologías como sistemas integrados y complementarios de comunicación. Según la misma autora, hay varios factores que han determinado esta situación: el desarrollo de la televisión por cable a partir de 1954; la introducción de los sistemas informáticos en 1970; la compra de los satélites Morelos en 1985 y la explosión de los videos comerciales ese mismo año.²⁰ También, desde el punto de vista socioeconómico, la introducción desde las nuevas tecnologías se debió en México al establecimiento del sistema de satélites Solidaridad; a la expansión de Televisa en Europa, África del Norte y Latinoamérica; a la recuperación de Univisión en Estados Unidos y a la consolidación y expansión del sistema Multivisión con la TV directa a casa.²¹

Aunque la introducción de las llamadas nuevas tecnologías es un fenómeno muy reciente en México y ya existen investigaciones académicas (sobre todo llevadas a cabo por comunicólogos y sociólogos) sobre sus repercusiones culturales y socioeconómicas e interesantes proyectos de colaboración (como el Proyecto Monarca, dentro del TLC), poco se ha hecho por su divulgación. Por ello quienes nos dedicamos a la divulgación de la ciencia y al estudio de los medios masivos de comunicación (o información) debemos poner atención

²⁰ Véase C. Gómez Mont, "New communication and information technologies. Chronicle of experiences and challenges of research in Mexico", en *Mexican Journal of Communication*, núm. 3, México, Manuel Buendía Foundation, 1997. Según esta autora, en nuestro país, 60% de los poseedores de aparatos de televisión tienen videocaseteras; 35%, videojuegos; 20% discos compactos; 7% computadoras personales; 5% televisión por cable y sólo 2% posee aparatos de recepción satelital.

²¹ C. Benassini, "Panorama of research into the globalization of communication in Mexico, with special emphasis on television", en *Mexican Journal of Communication*, *idem*. Véase también, J. J. Miró, *La televisión y el poder político en México*, México, Diana, 1997. Este autor explica que en México la televisión restringida cubre a toda la República mexicana; llega a 3 millones de hogares y la empresa líder es Multivisión. La concesión de la señal consiste en la operación (disposición) de hasta 10 transpondedores en el satélite Solidaridad II, en la banda Ku.

a la divulgación de la técnica, de la tecnología, que con seguridad será un elemento fundamental en la enseñanza y profesionalización de todas las actividades humanas durante el próximo milenio. Y para hacerlo, no sólo debemos saber usarlas como herramientas de gran utilidad para la investigación y difusión simultánea y altamente eficaz de conocimientos, sino que debemos entender al menos sus principios básicos para poder explicar a públicos más amplios cómo funcionan: haciendo divulgación de la ciencia y la técnica a través de las nuevas tecnologías.

La divulgación científica y tecnológica, como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje y como un medio idóneo de actualización profesional, debe valerse precisamente de los avances científicos y tecnológicos. Hasta ahora, el medio electrónico más utilizado en el nivel masivo ha sido la televisión, que ha mostrado algunas series y programas exitosos: *La vida en la Tierra* y *El ascenso del hombre*, ambas producidas por la BBC; *Cosmos*, de Carl Sagan o las series del mundo submarino de J. Cousteau, por referirnos a las de mayor fama internacional o en México, a algunos de los programas de la Unidad de Televisión Educativa o la serie *Reto 2000*, de TV UNAM, y más recientemente, las series ecológicas y de ciencia producidas por el Canal 11.

También en radio se han hecho intentos muy rescatables como las series de Radio UNAM sobre *Radiación al alcance de todos*, conducido por T. Brody (1963-1964); *Temas de física*, por M. Moshinsky, y actualmente una barra de ciencia, con programas coproducidos con diferentes centros, institutos y facultades de la UNAM, con especial énfasis en los proyectos y programas que se desarrollan en esa casa de estudios. También, *La respuesta está en la ciencia*, coproducción de la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica (Somedicyt) y Radio UNAM, que presenta semanalmente diversos temas, conducidos por especialistas en esas ramas de la divulgación. Precisamente, Radio UNAM constituye un ejemplo de la combinación de tecnologías no tan nuevas (la radio) con sistemas satelitales y redes de cómputo mundiales. A fines de 1997 esta estación conectó su programación a la red internet: mientras que su señal utilizando sus tradicionales recursos técnicos sólo es escuchada en el Valle de México, a través de internet puede ser sintonizada en todos los rincones del mundo conectados a la red.

Otro ejemplo que vale la pena mencionar lo constituye Infotec, empresa paraestatal, creada por el Conacyt en 1975, que ofrece servicios de información, consultoría, capacitación y teleinformática y cuenta con el centro de información tecnológico más grande de Latinoamérica y con la infraestructura central de la Red Tecnológica Nacional. Entre los objetivos de esta última se encuentran el enlazar en red a empresas y centros de investigación científica y tecnológica nacionales e internacionales y ofrecer múltiples servicios, además del contacto con más de 20 millones de usuarios en 123 países.²²

La educación y la comunicación están más que nunca interrelacionadas y ambas deben valerse, a fines del siglo xx, de la divulgación de la ciencia dentro del entorno tecnológico. La educación se centra, sobre todo, en el ámbito epistemológico; es decir, en enseñar, integrar, estructurar y analizar los conocimientos, en comprenderlos e interpretarlos, en generar un aprendizaje. Por su parte, la información se dedica a transmitir esos conocimientos a públicos más amplios y a difundir datos, informaciones y noticias, en la difusión cultural. Ambas implican la transmisión de conocimientos; mientras la educación transmite el saber acumulado y generalmente aceptado, la información debe aportar el saber actual, los hechos contemporáneos sin la intención expresa de generar un aprendizaje. Por ello, y retomamos una cita de la Comisión Internacional para el Estudio de los Problemas de la Comunicación, establecida por la UNESCO hace años,

es preciso que el potencial educativo y formador de la comunicación [y agregamos el uso de las viejas y nuevas tecnologías de la información] sea mejor comprendido por quienes están destinados a desempeñar un mayor papel en la organización de la comunicación, como participantes, consumidores, administradores o responsables, en todos los campos y en todos los niveles.²³

Hasta ahora el uso mundial de las nuevas tecnologías presenta dos posibilidades: la mayor polarización de las desigualdades y el

²² Consúltese: e.mail:maru@rtn.net.mx.

²³ *Un solo mundo, voces múltiples. Comunicación e información en nuestro tiempo*, México, FCF/UNESCO, 1980.

agravamiento de la concentración tecnológica y del poder económico en pocas manos y pocos países, o utilizarlas —nosotros, los países en desarrollo— como medios de apertura, de intercambio, de educación, de difusión de la cultura, de mayor comprensión del mundo. Más que nunca, el conocimiento y uso de las nuevas tecnologías puede ser muy útil para informar y prevenir a la humanidad —desarrollada o en desarrollo— sobre los grandes problemas que nos aquejan en este fin de milenio; las nuevas tecnologías pueden ser medios muy útiles no sólo de alfabetización, sino también de actualización de conocimientos, de divulgación de la ciencia y la técnica, de la prevención de enfermedades y catástrofes. Pero ahora, más que nunca, debemos poner mayor atención en los *contenidos*, pues a pesar de la fascinación que conlleva el uso de las nuevas tecnologías, éstas son solamente herramientas tecnológicas —capacitadas técnicamente para fomentar la comunicación humana en todos los rincones del planeta— a las que se debe dar sentido y utilizar con responsabilidad social, antes de que ocurra lo que Carl Sagan predice en forma tan acertada: que la mezcla combustible de ignorancia y poder nos explote en la cara.