

La ciencia y la era de la comunicación

Prof Dr. AMADOR NEGhme

Presidente de la Academia de Medicina
y del Instituto de Chile

Para ningún profesional universitario hoy en día es una novedad el enorme y acelerado progreso científico y tecnológico de los tiempos contemporáneos. El crecimiento de los conocimientos científicos se ha producido en todos los campos de las ciencias y, como consecuencia, éstas se han hecho más complejas y se ha incrementado la tendencia a la especialización y el fraccionamiento de las disciplinas científicas y técnicas. De una actividad netamente individual, la moderna investigación científica se ha hecho multidisciplinaria y de trabajo en equipo. Con mucha razón, Szent-Gyorgi afirmó hace algunos años: "La fusión de ciencia y tecnología parece ser completa en nuestro período de ciencia moderna; en ella, la tecnología es casi completamente dependiente del conocimiento básico, lo cual hace el futuro de cualquier nación líder dependiente de su progreso en investigación fundamental" (Szent-Gyorgi, en "Horizons of Life Sciences"). Pero hay algo más: las diversas ramas del saber ahora son interdependientes y, además, para su desarrollo dependen del progreso general de las ciencias.

Desde la Segunda Guerra Mundial se han producido enormes transformaciones y el mundo ha entrado rápidamente en las Eras Atómica, Espacial y Termonuclear. Se ha puesto fin a la colonización, se han iniciado nuevos nacionalismos y se ha acentuado el crecimiento demográfico acelerado. En la última década se ha ingresado en una nueva época, la de las Comunicaciones, en la cual se están produciendo avances impresio-

nantes en la técnica de los computadores electrónicos y su inmediata aplicación a la técnica de la comunicación por televisión, los correos, los satélites, la radio y la telefonía. Estos progresos producidos en dinámica acelerada modifican a la sociedad actual e influirán mucho más poderosamente en la sociedad del futuro. La contemporaneidad y el carácter acumulativo de los conocimientos y el aumento de la literatura científica en tasa exponencial, son características reconocidas y aceptadas.

El conocimiento ha llegado a ser así la propiedad más valiosa de la sociedad contemporánea, y lo será más aún en el porvenir. La capacidad para ganar rápido acceso a la información, tanto aislada como la ordenada en conocimientos, está adquiriendo una alta prioridad entre los objetivos de la educación. Los valores están experimentando nuevas orientaciones en la sociedad y oscilan ahora desde el progreso material como índice primario del progreso social, hacia perspectivas más humanísticas. Adquiere, ahora, jerarquía primordial la capacidad de estudio permanente de los nuevos conocimientos y de utilización racional de los procedimientos que el progreso científico y tecnológico está poniendo incesantemente al servicio social.

El nivel y la calidad de la educación en el momento actual y en el porvenir, mucho más que en el pasado, determinará el grado de libertad individual, la prosperidad de una nación y aun, en último análisis, la sobrevivencia de la sociedad humana.

Al igual que los recursos naturales, los bienes materiales y la riqueza nacional, la capacidad para acceder a las nuevas informaciones y conocimientos, y su rápida transferencia o comunicación, constituyen ahora fuerzas poderosas, y un recurso esencial. El poderío de una nación, en un futuro muy inmediato, se medirá por el nivel de educación de sus habitantes, la calidad de conocimientos que posea, y su potencialidad científica y técnica.

La realidad actual de la investigación científica y técnica, según la UNESCO, es que el 95% de los trabajos de investigación se llevan a cabo en los 25 países más adelantados económicamente, los cuales poseen de 100 a 300 científicos e ingenieros por cien mil habitantes. Del resto de los países, 30% de los menos adelantados, según la misma fuente, están en el extremo

opuesto: son países de economía agrícola que poseen apenas algunos cientos de científicos e ingenieros por cada millón de habitantes. En estas naciones, el analfabetismo es elevado y muy débil la demanda por la ciencia, limitándose a aplicar los resultados de las investigaciones científicas originadas en los países más avanzados.

El número de profesionales titulados en ciencias y técnicas por cien mil habitantes, también guarda elevada desproporción entre ambos grupos de naciones. Mientras en América del Norte se gradúan 37 científicos e ingenieros por 100 mil habitantes, en Europa lo hacen 13; dos en Asia (el Japón incluido); 1,4 en América Latina y 0,2 en Africa por igual proporción. Como consecuencia, el mundo industrializado tiene 10 veces más científicos e ingenieros, o sea, un 90% más que los países en desarrollo. Si en estos últimos se aumentara ahora su producción, tal vez en un siglo consigan equilibrar tan acentuada desproporción. Ha faltado hasta la fecha en los países más atrasados una adecuada comprensión de las consecuencias favorables para la sociedad de los avances en ciencia y tecnología.

Por eso, será necesario promover y mejorar la educación científica a todo nivel, desde la escuela primaria hasta las universidades; a éstas incumbe la importante tarea de contribuir a la formación de personal especializado y la creación y sostenimiento de centros e institutos de investigación fundamental. Además, en los países en vías de desarrollo debieran crearse instituciones y servicios de aplicación técnica, y de asesoría nacional. Sobre todo es indispensable la formulación de políticas de desarrollo científico y tecnológico que se traduzcan en un fuerte y efectivo apoyo a proyectos científicos de toda índole, así como a la educación en ciencias y técnicas de la población.

Asimismo, en los países en desarrollo es urgente reorganizar la enseñanza de ciencia y tecnología, substituyendo los métodos pasivos, retóricos o puramente librescos, por trabajos activos de investigación hechos por los alumnos mismos, bajo la guía y orientación de maestros calificados y seleccionados por sus dotes de investigadores y personales. A la vez, deberá acentuarse la preparación para la búsqueda de la información científica y técnica y familiarizar a los futuros profesionales en el uso y aplicaciones de la moderna tecnología de la comunicación.

A corto plazo será útil emprender proyectos de investigación científica y tecnológica que tiendan a resolver problemas fundamentales de la agricultura, de la industria y de las comunicaciones, buscando soluciones que impliquen la menor transferencia de conocimientos producidos en otros países.

A plazo más largo, los científicos y técnicos producidos en estos países deberán participar en la investigación científica fundamental, a la par de lo que sucede en estos momentos en los países más avanzados. Sólo así se podrán liberar de la dependencia cultural y económica a la que se precipitan en forma acelerada y creciente, con un marcado "desfase" tecnológico, que acentúa la frustración y el desaliento de los pocos científicos y técnicos de que actualmente estos países disponen.

El crecimiento acelerado y creciente de la literatura científica ha traído ciertos problemas que conviene analizar para que los docentes y alumnos universitarios actuales adquieran conciencia de los cambios que se avecinan a pasos agigantados y se preparen para enfrentarlos.

El primero, es la escasez de tiempo de los profesionales y científicos para hojear, estudiar o analizar siquiera una parte de la enorme cantidad de publicaciones científicas que ven la luz a diario: se ha calculado una cifra de tres mil artículos científicos en el mundo.

Otro problema es el producido por la creciente y progresiva especialización y fragmentación del conocimiento, que trae consigo la aparición de nuevas y cada vez más complejas disciplinas y como consecuencia, de cada vez más numerosas publicaciones científicas y técnicas, muy especializadas.

El hombre de ciencia no puede vivir ajeno a las publicaciones en el campo de su especialidad o de su interés inmediato. De ellas extrae nuevas ideas, orientaciones y documentación sobre algún problema específico. Su conocimiento antes y durante el desarrollo de un trabajo científico impedirá repetir lo que ya se ha hecho y publicado por otros. La falta de información completa y oportuna esteriliza los esfuerzos de muchos investigadores en los países en desarrollo y, lo que es peor, los desmoraliza al ver frustrada por esta causa su labor, hecha no sin sacrificios. Una cantidad apreciable de trabajos científicos en los países en desarrollo es meramente repetitiva y carente de originalidad.

La información es esencial para el desarrollo de las ciencias. Con mucha razón ha sostenido Harrison Brown "toda inversión que se haga en orden a la mejor comunicación científica en el mundo, es una inversión rentable". Este aserto vale no sólo para una nación o continente, sino que para el mundo en su conjunto, para la humanidad.

La producción científica seguirá creciendo en tasas exponenciales, porque aumenta, año a año, el número de profesionales e investigadores que trabajan en la búsqueda del conocimiento en institutos, escuelas y planteles de toda índole: industriales, gubernamentales, universitarios, académicos. Esto hace complejo el problema de la información, por las diferencias de carácter y tipo de las necesidades del desarrollo industrial, agrícola, social, médico y de salud, económico, etc. Los inventos que originan nuevos productos o nuevas técnicas, corrientemente están protegidos por patentes de invención, y su uso está restringido por la necesidad de adquirir costosas licencias. En todo caso, aun para elegir en el mercado internacional entre las diferentes tecnologías disponibles, se requiere de una buena cantidad y calidad de información, en el momento oportuno.

No entraremos a considerar el delicado asunto de la planificación de la ciencia y técnica. Diremos solamente que sin información actualizada, no podrá funcionar la mejor planeada organización política de ciencia y tecnología.

Los rápidos avances en la técnica de los computadores electrónicos ha ofrecido un nuevo y eficaz mecanismo para archivar, clasificar, catalogar, estudiar y recuperar la masa creciente de nuevos conocimientos aparecidos en miles de publicaciones científicas: revistas, obras de resúmenes, monografías, libros y documentos diversos.

Uno de ellos ha sido el Sistema *MEDLARS* (*Medical Literature Analysis Retrieval System*) introducido a principios de la década del sesenta por la Biblioteca Nacional de Medicina de Estados Unidos. En la actualidad hay más de 400 sistemas especializados a base de computación, para campos tan diferentes como Agricultura, Biología, Química Aplicada e Ingeniería Química, Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Computación; Metalurgia y Aleaciones, Aluminio, Cobre, Oceanografía, fibras ópticas, Economía y Negocios, Ciencias Sociales, Arte Moderno, Patentes Químicas, predicciones de Mercado, etc.

El progreso en los medios de comunicación ha facilitado enormemente la comunicación a distancia. Antes de 1450, el hombre se comunicaba por vía oral, por tambores, por humaredas, por medio de "chasquis", y el envío de textos manuscritos. La introducción de los tipos móviles de imprenta (Gutenberg) aumentó las posibilidades de comunicación en la humanidad, a través de los mensajes impresos; en virtud del progreso de las técnicas mecánicas de impresión de los libros se pasó a las publicaciones periódicas (diarios, semanarios, revistas). En 1665 aparecieron las primeras revistas científicas y su número ha aumentado desde entonces en tasa exponencial. Desde la invención del telégrafo y del teléfono, la humanidad dispuso de sistemas de comunicación a larga distancia. Una persona ubicada en una determinada ciudad podía comunicarse con otras, en forma instantánea, ubicadas a cientos o miles de kilómetros. La invención de la radio amplió la capacidad de comunicación, pues por su intermedio una persona pudo hablar con muchas otras, físicamente alejadas de ella.

A partir de 1940 se producen importantes progresos en materia de comunicaciones: nuevos y cada vez más complejos equipos telefónicos favorecen la implantación de redes telefónicas y se facilita el acceso a la comunicación interpersonal, a corta y larga distancia; el discado directo de teléfono a teléfono, a nivel nacional e internacional, ahora es una realidad en casi todo el mundo. La radio y la televisión ofrecen nuevas perspectivas para ampliar la capacidad de información, llevándola hasta el hogar mismo, en forma instantánea. Además de programas de entretenimiento —sujetos todavía a poco control de la calidad de su contenido—, brindan nuevas posibilidades para la comunicación masiva: transmisión de noticiarios e información de toda índole, por telecomunicación y grabaciones que se envían primero por vía aérea y después por vía radial y telefónica.

A partir de 1970 las comunicaciones por vía satélite y las aplicaciones del computador electrónico proporcionan nuevos sistemas nacionales e internacionales de transmisión de noticias e informaciones a larga distancia, "on line", por línea telefónica.

El progreso en estas materias es vertiginoso y abre nuevas perspectivas a la humanidad. La comunicación vía satélite ha

acortado más aún las distancias entre dos lugares apartados de la Tierra; ha reducido a valores infinitesimales el tiempo para llevar un mensaje de un lugar a otro: un escrito, una imagen o un documento impreso. V. gr. se ha hecho realidad la transmisión de fotografías o de acontecimientos por vía satélite, a través del teléfono y de la televisión, de uno a otro punto de la Tierra.

También han venido a facilitar la comunicación, el progreso alcanzado concomitantemente por los sistemas de duplicación electrónica y de reprografía y los computadores electrónicos.

Al centro de computación con su "banco de datos", se ha agregado recientemente la conexión a distancia y la creación de redes o sistemas de información. Las consultas más complejas se pueden ahora resolver en segundos, desde los lugares más alejados.

La perfección alcanzada en materia de computación en las últimas décadas ha sido enorme y sus repercusiones son incalculables para la humanidad. Su tamaño, velocidad y costos de operación lo hacen cada vez más accesible y multiplican sus aplicaciones. De 150.000 operaciones por segundo, que un computador podía efectuar a principios de la década del 60, suben gradual y rápidamente hasta cuatro millones de operaciones por segundo. La introducción de las placas de bióxido de silicón y de los circuitos integrados favorece la reducción del tamaño de los computadores. El primer computador electrónico ocupaba una superficie de mil metros cuadrados, y ahora necesita apenas unos cuantos metros cuadrados. Los costos de operación, que hace 25 años eran de 300 dólares para hacer un millón de operaciones en diez minutos, se rebajan a una décima de centavo de dólar en un décimo de segundo. Por otra parte, aumenta la capacidad de almacenamiento de datos en su memoria, que alcanza ahora a 15 millones de caracteres. Los técnicos predicen que a partir de la década del 80 se producirá una drástica disminución de los costos, rebajándose por un factor de 100 (J. Mc Hale).

La aplicación de la tecnología a base de computadores y rayos Laser (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) a la técnica de las impresiones, ha permitido la invención de nuevos sistemas de composición electrónica, por

medio de computadores y rayos Laser, lo que ha traído como consecuencia la rapidez en la impresión de libros con una apreciable rebaja de los costos. Este nuevo avance técnico facilitará el acceso al conocimiento impreso y su rápida disseminación.

Estos y otros muy recientes avances técnicos han repercutido en la Biblioteca Científica, la que ha llegado a adquirir una jerarquía muy grande, como recurso de apoyo a la educación y particularmente a la educación superior. Al revés de lo que al principio creyeron algunos visionarios, la biblioteca moderna se ha enriquecido con los nuevos aportes de la técnica y sus horizontes y sus responsabilidades se han ampliado. El antiguo y caduco concepto de la "biblioteca como un depósito de libros" en espera pasiva de los lectores ha sido ya substituido por obligaciones de servicios a los usuarios, mediante el establecimiento de centros de información y documentación, capaces de atender en forma activa, dinámica y expedita a las necesidades demostradas por la educación, la investigación científica y la práctica de las profesiones. Su calidad se mide ahora, no tanto por el número de volúmenes que almacena, como por su capacidad para entregar referencias actualizadas, precisas y de importancia sobre cualquier rama del saber, en el mínimum de tiempo. Además, por la disponibilidad inmediata de la documentación impresa referida en las bibliografías, es decir, la entrega de fotocopias de los artículos científicos que figuran en ellas y publicados en las revistas científicas, sin las cuales las referencias, aún aquéllas que proporcionan resúmenes, pueden resultar de muy relativa utilidad.

Para servir estas finalidades, las bibliotecas modernas están ahora equipadas con servicios de telecomunicación y de terminales de computador que facilitan el acceso a las centrales de computación que poseen los diversos bancos de datos científicos, de acuerdo con las diferentes disciplinas.

Pero, asimismo, resulta indispensable reforzar los acervos bibliográficos, aumentando para ello las suscripciones a las revistas científicas, índices bibliográficos y otras obras internacionales de referencia y estudio. Se requiere, además, ampliar la preparación de los bibliotecarios hasta abarcar los métodos para buscar las informaciones y producir referencias bibliográficas mediante el empleo de las técnicas a base de la computación, la reprografía y la organización de servicios de di-

fusión selectiva de la información. El uso de estos equipos modernos y el de otros que proporcionan datos por medio de la imagen y el sonido (grabaciones, ayudas audiovisuales, cintas de televisión en cassettes, etc.) han pasado a integrar los fondos bibliográficos de las bibliotecas, al lado de las obras impresas y de cualquiera otra documentación.

A los estudiantes universitarios de hoy les corresponde prepararse para esta nueva realidad que el progreso incesante de la ciencia ha puesto a disposición de la humanidad. Junto con familiarizarse con el pensamiento y el método científico, deben habituarse a estudiar por sí mismos, lo cual requiere aprender a buscar en sus fuentes el conocimiento, seguido de su análisis, interpretación y evaluación, efectuado mediante la aplicación de juicios críticos ponderados. Acaso la entrega de profesionales universitarios con estos atributos sea el mejor aporte de las Universidades a la sociedad del futuro, que será, a no dudarlo, la sociedad de la información y el conocimiento. La capacidad de sus profesionales universitarios para crear y organizar el flujo de nuevos conocimientos y técnicas y utilizarlos para satisfacer las necesidades de los seres humanos, mejorando la calidad de vida, será el distintivo máximo de la cultura y por ende, de la ciencia, en la "Era de las Comunicaciones".

COLOFON

La extensión continua y creciente de los nuevos y complejos sistemas de procesamiento y transmisión de la información y de los conocimientos continuará produciéndose con dinámica cada vez más acelerada. Sus consecuencias serán mucho mayores para la humanidad que las anteriores revoluciones industrial, científica y tecnológica. Los profesionales universitarios deben tomar conciencia de la situación que se está produciendo y prepararse para asumir sus responsabilidades sociales.

REFERENCIAS

- 1.— Boutry, G. A. "Cantidad o Calidad en la Investigación Científica (II). La explosión de Publicaciones". *Impacto, Ciencia y Sociedad*. 20(3): 179-188, 1970.
- 2.— Cori, O. "Ciencia Básica y Transferencia de Tecnología". *Interciencia*. 3:38-42, 1978.
- 3.— Knox, W. T. "Systems for Technological Information Transfer". *Science*. 181:415-419, 1973.
- 4.— Mc Hale, John. "The Changing Information Environment". Westview Press. Colorado, U.S.A., 1976.
- 5.— Neghme, A. "La Literatura Médica y los Modernos Avances en la Tecnología de la Comunicación Científica". *Interciencia*. 2(1): 42-45, 1977.
- 6.— Parker, E. B. and Dunn, D. A.: "Information Technology: Its Social Potential". *Science*. 176: 1392-1399, 1972.