

Visión general del futuro de las comunicaciones

BERT COWLAN

Mi intención es proporcionar una visión general del mundo de la micro-electrónica y las futuras tendencias en el mundo desarrollado, de lo que se ha llamado "revolución" de la micro-electrónica, del transistor, de la información o revolución tecnológica. El hecho de que una palabra tan fuerte como "revolución" esté siendo tan utilizada implica, al menos en mi opinión, que la gente se ve atrapada por fuerzas que van más allá de su control. Hay ciertas personas que ven algo muy positivo en esta situación actual: muchos de mis contemporáneos, sobre todo de sociedades occidentales, han sido condicionados por visiones de satélites sofisticados; piensan que la micro-electrónica permitirá al hombre reducir su globo al tamaño de un pequeño pueblo. A través de la "magia" de la electrónica, compartiremos todos la sabiduría de las eras y brindaremos alfabetismo, educación y bienestar universales.

Antes de proporcionar algunos datos históricos y algún contexto a la situación en la que se encuentra hoy el mundo desarrollado, me gustaría hacer algunos comentarios generales; éstos les mostrarán sin duda que tengo prejuicios y me gustaría exponerlos claramente. "Todo ha cambiado", dijo una vez Einstein, "menos la manera de pensar del hombre".

No soy ni ingeniero ni experto en tecnología, sino un generalista y científica social. Al tratar de encontrar material para estas observaciones, me acordé

de aquel científico que inventó un solvente universal y luego no pudo encontrar un recipiente donde guardarlo. No estoy seguro de haber encontrado un discurso en el cual pueda incluir todo lo que está sucediendo. Sin embargo, trataré de ofrecerles algunos indicadores.

El tema de la micro-electrónica es quizás demasiado amplio para ser abarcado, ya que al parecer, una proporción cada vez mayor del estilo de vida del mundo desarrollado tiene que ver de una manera u otra, y de modo inextricable, con sus aplicaciones. También me parece obvio que se ha invertido mucho más tiempo, dinero, pensamiento y energía en los artefactos y en la cantidad de datos, que en la naturaleza y calidad de lo que supuestamente hacen por la gente esos artefactos y esos datos.

El mundo de la micro-electrónica se hizo posible gracias a la invención del transistor en los Laboratorios Bell en 1948. Ese invento me permite ofrecer el siguiente grupo de comparaciones, aunque en un sólo campo, el de las computadoras. ENIAC, considerada la primera computadora, consistía en unos 18.000 tubos de vacío, 70.000 resistores, 10.000 condensadores, 6.000 interruptores y necesitaba electricidad suficiente como para alimentar a 14.000 focos de luz.

El transistor hizo posible el microprocesador. El microprocesador INTEL 8088, el 'chip' que acciona la computadora personal de IBM, tiene más poder de computación que la ENIAC y el 'chip' en sí podría encajar cómodamente en una uña.

¿Qué puede hacer un microprocesador? Sobre una pequeña y delgada capa

de silicio podemos instalar un grupo de cientos de miles de transistores, semiconductores que pueden actuar como compuertas lógicas. Según la manera en que estén orientados pueden programar y controlar "algo". Pueden almacenar información y extraerla selectivamente. La INTEL 8088 puede ejecutar cuatro millones, setecientos mil instrucciones por segundo. Esto en el mundo de la computadora ya se considera lento: el microprocesador de la nueva generación, como el Motorola 6800 de 16 bits puede operar a velocidades que sobrepasan los 8 millones de instrucciones por segundo.

Un "bit" es un término descriptivo; hay ocho "bits" en un "byte", el cual, consiste en una porción singular de información, ya sea una letra, un número, o un símbolo, además de las instrucciones respecto a dónde se debe almacenar esa información en la memoria de la computadora. Un microprocesador tal como el 8088 es prácticamente una computadora y se puede adquirir en cantidad por menos de diez dólares.

Los microprocesadores se han hecho omnipresentes en el mundo desarrollado. Sus usos van desde las telecomunicaciones hasta las computadoras (y se está haciendo cada vez más difícil separar ambos campos). Los procesos de manufacturación están dependiendo cada vez más de los microprocesadores. La robótica no podría existir sin ellos. La seguridad en los aviones depende de las comunicaciones y de la tecnología de computadoras. Y por supuesto, las fuerzas armadas son usuarias de los más sofisticados micro-chips.

¿Por qué es importante todo esto?

En sólo un área, la de las telecomunicaciones, los microprocesadores han hecho posible la difusión de información a través de satélites y, en un futuro no muy lejano, a través de fibras ópticas. No es necesario señalar que la información es tanto un arma de poder como de supervivencia. Tengo también cierta inquietud porque, al parecer, nos estamos desplazando a una velocidad exponencial en direcciones no planificadas. Como planificador, esto me hace sentir incómodo. También se presta a confusión; la gente parece no ser capaz de enfrentarse al acelerado ritmo de los desarrollos. Y hay ciertas evidencias de que la velocidad y difusión de la tecnología en el mundo desarrollado, al producir o tener la capacidad de producir cierto trastorno allí, puede también estar ensanchando la brecha entre aquellos que tienen la tecnología y aquellos que no la tienen. En mi opinión esto parece ser

cierto tanto entre clases sociales en el mundo desarrollado, así como también entre los países desarrollados y aquellos en vías de desarrollo.

Estoy aludiendo entre otros aspectos al temor producido por el desplazamiento de trabajadores por parte de tecnologías que reemplazan no solamente el trabajo manual, sino también la mano de obra calificada. También estoy pensando en las aplicaciones que pueden permitir a los trabajadores -como es el caso de los países desarrollados- realizar sus labores en un terminal de computadora en su casa y transmitir su trabajo concluido a una oficina central, a través de redes y tecnologías de telecomunicaciones avanzadas. A simple vista, esto pareciera permitir más libertad en la selección de horas de trabajo y parece ser un fenómeno de descentralización. Un punto de vista contrario afirma que los terminales domésticos están conec-

tados a una computadora central y, aunque los trabajadores no están juntos a horas específicas en un solo sitio de trabajo, están sujetos a un control altamente centralizado, ya que la computadora central recoge sus aportes y dirige su rendimiento.

También la comunidad médica ha expresado inquietud. ¿Cuál es por ejemplo, la cantidad máxima de radiación que uno puede absorber estando expuesto posiblemente a un tubo de rayo catódico en mal estado o insuficientemente blindado, que está asociado a un terminal de computadora o a un procesador de palabras?

Al tratar el tema de la innovación tecnológica, considero que no hay mejor ni más justa afirmación que la hecha por Michael Oakeshot en 1962:

“Innovar es una actividad que genera no solamente el ‘mejoramiento’ que se busca, sino también una nueva y compleja situación de la cuál éste es sólo uno de los componentes. El cambio total siempre es más extenso que el cambio que se ha planificado; y la totalidad de lo que esto acarrea no puede ser prevista ni circunscrita. Así, cuando hay innovación, hay la certeza de que el cambio será mayor de lo que se esperaba, que habrá pérdida así como también ganancia, y que la pérdida y la ganancia no serán distribuidas equitativamente entre los afectados; hay la probabilidad de que los beneficios derivados sean mayores con respecto a lo que se había planeado; y existe el riesgo de que estos sean neutralizados por cambios para lo peor”.

En mi opinión, este no es un argumento Luddita para destruir las nuevas máquinas, pero por lo menos, es un argumento contra lo que Lewis Mumford llamó “el imperativo tecnológico”; “lo que se puede hacer, debe hacerse”.

En uno de los párrafos anteriores mencioné la palabra “magia”. Desde el punto de vista de todos, salvo el de los más literatos en tecnología -y éstos constituyen una minoría incluso en los países más altamente desarrollados- su uso está en cierto modo justificado. Nada menos que un tecnólogo como Arthur C. Clarke, quien concibió el satélite de telecomunicaciones, estableció una vez “tres leyes para el progreso”. La “tercera ley” de Clarke decía que “cualquier tecnología lo suficientemente avanzada es indistinguible de la magia”.



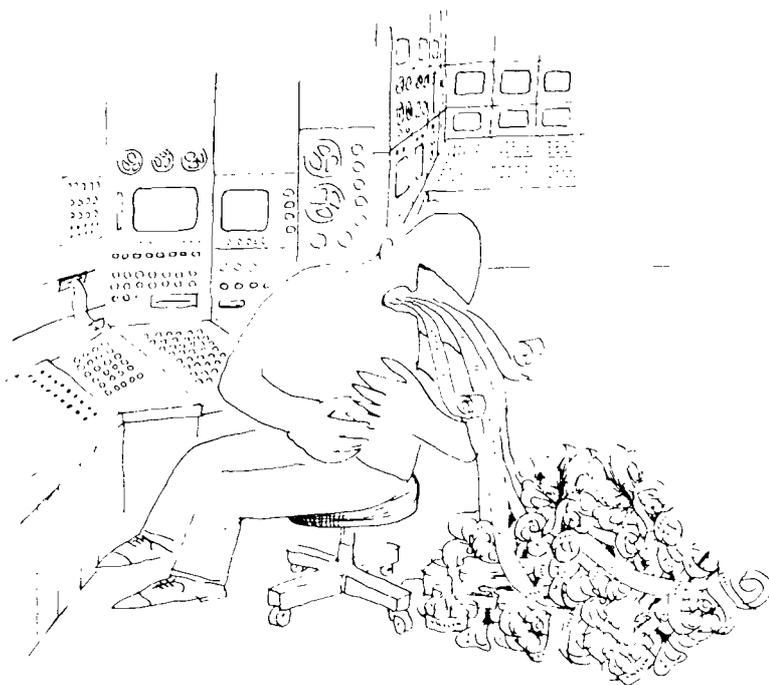
Permítanme recordarles, a medida que volvemos al tema, que el transistor, que hizo posible todo esto, fue demostrado en una primera aplicación práctica solamente en Julio de 1948. El semiconductor, verdadero núcleo de la tecnología de computadoras, entró en uso a finales de los 60.

Una de las ironías de esta revolución es que el descubrimiento del transistor, antecesor del micro-chip y del micro-procesador, parece haber sido, por todos los datos históricos, un accidente.

Tal como lo narra un historiador, en 1939, un ingeniero de radio que trabajaba en los Laboratories Bell se interesó en el problema de detectar señales de radio de onda muy corta. En este proceso los materiales cristalinos funcionaban mejor que los tubos de vacío. Eventualmente se concluyó que el silicio, tal como se le había preparado, producía una corriente eléctrica cuando la luz caía sobre él. Lo que él descubrió fue la electricidad fotovoltaica solar y, aunque el hombre que desarrolló completamente el transistor estaba consciente de este fenómeno, no sucedió nada durante por lo menos 9 años, hasta que en julio de 1948, un transistor fue utilizado como amplificador en una demostración de un sistema telefónico y de un sistema de televisión reemplazando a un tubo de vacío.

A pesar de esto, las cosas siguieron avanzando lentamente. En 1952, los transistores empezaron a aparecer en el sistema telefónico; en 1953, fueron utilizados en audífonos. El primer radio transistor producido en masa fue lanzado al mercado en 1954. Evidentemente me he saltado muchos años de complejos razonamientos y trabajos de ingeniería, de ensayo y error, de fracaso y luego éxito. Lo que quiero destacar es que aquello que parece haber revolucionado el mundo de las comunicaciones y de la información no fue planeado, en un sentido real, sino accidental.

Ya que estamos hablando de micro-electrónica, me parece importante hacer notar que el objetivo de la industria ha sido el hacer transistores cada vez más pequeños, utilizando menos potencia y menos espacio. Ha habido adelantos significativos. Para finales de los 60 no resultaba nada raro tener 16.000 transistores en una chapa de 1/120avo de pulgada cuadrada. A finales de los 70 y comienzos de los 80, el standard era 64.000. La nueva generación de micro-procesadores de hoy, que están compuestos de transistores, son fabricados



con 256 y 300 mil transistores por chip, grabados sobre chapas de silicio. Para mayor ilustración: un chip de 256 mil transistores, tal como el que produce comercialmente la AT&T y que es utilizado a diario en memorias de computadora, puede contener el equivalente a una página de periódico.

La historia es mucho más fascinante de lo que yo he podido esbozar. Basta con decir que fue tan solo en 1971 que la Texas Instrument desarrolló un nuevo nivel de integración cuando logró colocar todos los elementos de una computadora sobre una chapa de silicio.

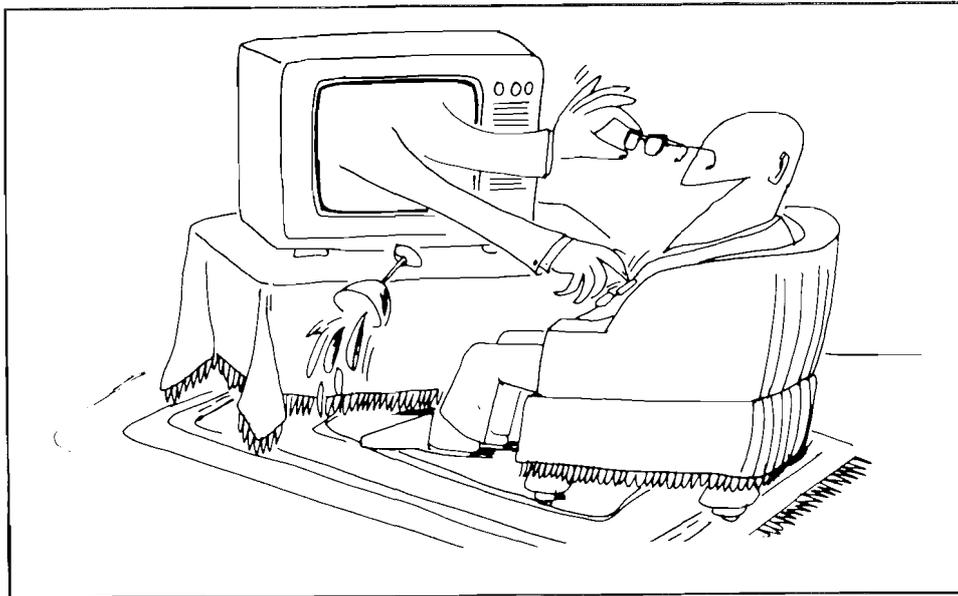
También vale la pena hacer notar lo reciente que es la micro-computadora en términos históricos. Fue a finales de 1974 que la INTEL introdujo su micro-procesador 8080. Varios meses más tarde, la MITS Computer Company introdujo la primera microcomputadora, la Altair 8800 que se basó en el chip INTEL. La computadora fue ofrecida en forma de equipo para armar y fue lanzada al mercado a través de anuncios en revistas de computadoras. La respuesta fue avasallante, para sorpresa de la MITS. Para finales de 1975, había docenas de equipos puestos a la venta por muchos fabricantes. Estas máquinas no se parecían en nada a la generación actual de micro-computadoras; la Altair tenía paneles de control con muchos interruptores y luces rojas. Para utilizar estas computadoras, el aficionado movía los interruptores para crear instrucciones para la computadora en lenguaje de máquina.

Fue en 1976 que la Polymorphic introdujo una micro-computadora con interfaces incorporadas para un monitor de video y una grabadora de cassettes para ser utilizada como medio de almacenamiento masivo. Esta computadora fue también la primera micro-computadora en aceptar un lenguaje fácil de computadora llamado BASIC.

Estas primeras computadoras fueron fabricadas para aficionados y se requerían sólidos conocimientos de alta tecnología para operarlas. Además no había 'software' preempacado para ellas. Los aficionados desarrollaron su propio 'software' el cual era intercambiado a través de clubes de computadoras; los programas se intercambiaban y se escribían en boletines publicados por los clubes. Fue tan solo a mediados de 1975 que se abrió la primera tienda de computadoras.

Para finales de 1977, había entre 30.000 y 50.000 computadoras en propiedad de aficionados. En 1977, todo esto cambió; la Commodore PET, la Apple I y II y la TRS 80 entraron al mercado. Esto sucedió hace apenas 7 años. Actualmente la base instalada de micro-computadoras en Estados Unidos sobrepasa los 10 millones según las estimaciones.

Predecir el futuro de cualquier tecnología es algo muy difícil, ya que la tecnología no sólo está conducida por la ciencia, sino que también está estrechamente asociada al dinero y a la política. Las capacidades de una tecnología constituyen la base menos realista para la



predicción. No obstante, es posible especular un poco. Después de todo, 1971 y la "computadora en un chip" son cosa de hace solo 13 años, y el año 2.000 está a solo 16 años. En solo 15 años los procesadores chip han sobrepasado a las computadoras 'mainframe' de aquella época y están acercándose rápidamente a la capacidad de las mini-computadoras.

¿El futuro? Se habla, y seriamente, acerca de diez e incluso 100 millones de componentes en un chip. El óxido de galio puede reemplazar al silicio, y el metal-óxido-silicio ya ha producido velocidades increíbles con circuitos lógicos conmutables a una velocidad de 10-10 segundos, y menos. Estamos empezando a ver como posibilidad real, artefactos mil veces más pequeños y más rápidos de los que tenemos hoy a nuestra disposición. Y nos estamos acercando al punto de que las computadoras diseñarán computadoras. Vamos rumbo a la memoria y la lógica, esenciales para el desarrollo de sistemas completos de información y para artefactos del futuro cercano tales como computadoras operadas por voz, traducción automática y otros similares.

De hecho, se habla incluso de sistemas de computadoras en los que los componentes lógicos y conmutados son de naturaleza biológica y no electrónica.

Respecto a la inteligencia artificial, el Dr. C. Kumar Patel de los Laboratorios Bell nos dice: "Otro de los retos a largo plazo es el desarrollo de una computadora que piense como un ser humano. Estamos convencidos de que a medida de que nuestras máquinas de información se vuelvan más y más complejas, tendremos que tener un mejor nexo con la computadora fundamental -la mente humana-". Los japoneses están haciendo un esfuerzo masivo para resolver los problemas de inteligencia artificial y ya ha habido progresos -"sistemas expertos-" en esta línea. Un "sistema experto" - y cito una definición de los Laboratorios Bell- es "el primer producto tangible de la nueva ciencia de Inteligencia Artificial, programas de computadora capaces de reproducir el proceso del pensamiento humano. A diferencia de los sistemas de 'software' convencionales, que utilizan un grupo de instrucciones precisas, los "sistemas expertos" utilizan reglas organizadas en una "base de conocimiento" para razonar el problema. La base de conocimiento programada dentro de un sistema experto es compilada mediante la colección de hechos, experiencias, técnicas analíticas y rutinas para resolver problemas utilizadas por expertos humanos. Al aplicar procesos deductivos a los datos, (tal como el razonamiento de 'si... entonces...') que los expertos humanos utilizan a menudo), el sistema experto puede resolver

problemas específicos, tal como lo haría un ser humano".

¿La robótica? Nuevamente de Bell, pero sin duda en uso en Japón y en otras partes: . . . "Podría decirse que en el campo de la robótica estamos ascendiendo por una escala evolutiva y actualmente nos encontramos en algún punto de la Edad de Piedra. Acabamos de fabricar un robot capaz de atrapar una pelota de ping-pong. Esto constituye un gran paso: "requiere combinar la robótica con un sistema de visión de computadora". Sin embargo, estamos todavía muy lejos de lograr un robot jugador de tenis al que usted puede programar para que reaccione a sus saques. No obstante, cuando se le dice algo como esto a la gente, a menudo se muestran sorprendidos. El público, incluyendo a muchos científicos, tiene grandes expectativas respecto a lo que podemos hacer en realidad. Condicionados por 'Guerra de las Galaxias' y '2001', a robots que hablan y caminan, se sienten defraudados si un robot no tiene ojos y una cabeza o manos".

Hemos hecho referencia a muchas aplicaciones que se han hecho ya sea factibles, mejores, más pequeñas, más rápidas o más accesibles gracias a la micro-electrónica. Estas incluyen, -aunque ciertamente no se limitan a ellas- computadoras, satélites, teléfonos, radio y televisión, relojes digitales, artefactos anti-patinazos, calculadoras, máquinas traductoras, equipo de diagnóstico, robots y otros similares. El hogar u oficina electrónicos de hoy pueden utilizar los frutos de la revolución de la micro-electrónica (o podrán hacerlo muy pronto) para los siguientes servicios: cable interactivo de doble vía, repleto de imágenes y de datos, audio y video conferencia, televisión de alta definición, teletexto, videotex y correo electrónico, extracción selectiva de información y bancos de datos, información sobre el tiempo y viajes, máquinas de escribir y computadoras operadas por voz, procesamiento de palabras, traducción automática, lectura por máquina de textos tipeados o impresos, tanto en voz alta como directamente a un aparato de almacenamiento de computadora, compras y operaciones bancarias, oportunidades de empleo en el hogar, educación y entrenamiento, servicio de fotocopias, almacenamiento y copia de audio y video, inspección de seguridad y control de energía, cuidado electrónico de niños, tests y juegos.

Como esta es una visión general, examinemos seguidamente algunas tendencias generales y quizás extrapolamos

mos. Aunque conozco mi propio país mejor que cualquier otro y comentaré acerca del apremio por instalar computadoras en las escuelas a todos los niveles, parece claro que el Reino Unido tendrá una computadora en cada escuela para finales de este año. (El Reino Unido también posee el mayor número de videograbadoras domésticas y de computadoras per capita en el mundo entero, cifra que sobrepasa incluso el bien conocido apetito de los japoneses por este tipo de artículos). Queda por ver si el uso de las computadoras en las escuelas es un "bien" total, por lo menos ésta es la incógnita que se está planteando en mi país. Existe una corriente de pensamiento educativo muy seria y creciente que considera que las computadoras pueden perjudicar el verdadero aprendizaje.

Los satélites detectores a distancia de recursos naturales (sensores remotos) son producto de la micro-electrónica y ha surgido gran controversia acerca del LANDSAT y de su capacidad para tomar fotografías de tierras de otras gentes. Quizás sea menos sabido que los franceses están a punto de lanzar un sistema superior al americano, y que los japoneses están a punto de lanzar lo que se ha descrito como "el mejor radar sintético jamás desarrollado". Los alemanes occidentales lanzarán muy pronto un sensor en estado sólido y, en un futuro no muy lejano, podemos esperar satélites sensores digitales y estereoscópicos con grados de resolución espacial mucho más elevados.

Ninguna discusión sobre el futuro estaría completa si no hace referencia a las fibras ópticas conducidas por laser. Los Laboratorios Bell han utilizado esta tecnología hasta el punto de transmitir el equivalente al texto completo de una enciclopedia de 30 volúmenes, sin errores, a través de una distancia de 119 kilómetros, en un segundo. En Indonesia, existen ya 8.7 kilómetros de fibra óptica en uso; en Estados Unidos hay 4.000 kilómetros.

Hay un enlace de 600 kilómetros en Estados Unidos entre Boston y Nueva York, el sistema óptico comercial más largo del mundo. Y muy pronto habrá otro enlace de 1.077 kilómetros. Se están planeando los enlaces intercontinentales. Estos podrán transportar grandes cantidades de tráfico, incluyendo muchos más canales de video de los que se pueden transmitir hoy en día por satélite.

No muy lejos está también la posibilidad de una red internacional de ser-

vicios digitales integrados. Dejo que aquellos con una orientación más técnica que yo, expliquen la mecánica de este sistema; mi visión no-técnica es que este servicio permitirá el intercambio a nivel mundial de información de cualquier tipo, desde cualquier parte a todas partes.

Revisando lo que he planteado anteriormente me doy cuenta de que no he mencionado el facsímil de alta velocidad, los satélites de transmisión directa, los sistemas de distribución de multipuntos, la tele-medicina a través de telemetría, la telefonía celular, las varias unidades exploradoras para diagnósticos corporales, las transferencias de fondos electrónicas, o, dejando a un lado lo puramente técnico, temas políticos importantes tales como el flujo de datos transfrontera con todas sus implicaciones políticas, sociales y económicas. Tampoco he hablado acerca de temas como piratería, privacidad y hurto de servicios, diseños y manufactura con ayuda de computadoras, el creciente número y uso de bancos de datos, el aumento en el uso de computadoras y comunicaciones en publicaciones. Estoy seguro que también he dejado de lado algunas tecnologías que revisten gran importancia para otros especialistas. Me parece imprudente que una sola persona trate de cubrir, aunque sea superficialmente, todos estos temas: esto nos llevaría de nuevo al problema del solvente universal.

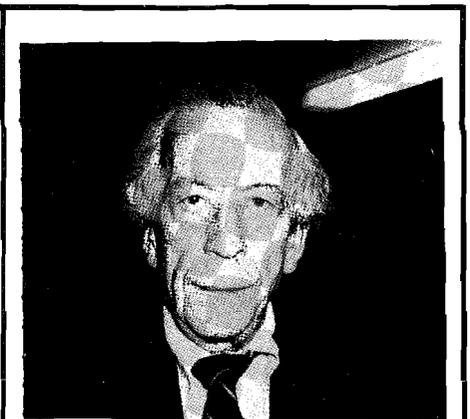
Permítanme entonces tratar de concluir poniendo todo esto en cierta perspectiva. Yo tiendo a quedarme abismado ante las posibilidades tecnológicas que están a nuestro alcance en el futuro de corto y largo plazo. Solo espero que estén, efectivamente al alcance de todos nosotros. Y que nos vengan en forma planeada y ordenada para que los trastornos sean minimizados y los beneficios sean acrecentados al máximo. Creo que estamos tratando aquí con aspectos que desafían el clásico análisis económico de costo-efectividad ya que, en mi opinión, uno de los objetivos esenciales de las comunicaciones mejoradas, "tele" u otras, es mejorar la calidad de la vida humana. Todavía no he encontrado una manera de aplicar una ecuación de costo-efectividad a medidas que benefician a la humanidad. Eso, sin embargo, hace surgir la pregunta -y pienso que es apropiado plantearla aquí de quién pagará y cuáles serán los beneficios para aquellos que no puedan pagar. No tengo respuesta definitiva a esta pregunta, aunque tengo fuertes convicciones de que el acceso debe ser para todos.

Quisiera terminar con reflexiones de otros que han guiado mi propio pensamiento acerca de estos temas por muchos años. Julius Nyerere dijo una vez: "mientras otras naciones están tratando de llegar a la luna, nosotros estamos tratando de llegar a las aldeas". Yo creo que estas nuevas tecnologías podrían contribuir en un esfuerzo como este. Lord Mountbatten dijo una vez: "La ciencia nos ofrece oportunidades casi ilimitadas- pero nos toca a nosotros, las personas, tomar las opciones morales y filosóficas". Espero que este sea el caso.

Finalmente, y esta es mi petición como planificador, el Profesor Garret Hardin escribió: "Nunca podemos hacer solamente una cosa, porque el mundo es un sistema de una complejidad fantástica. Nada viene solo. . . El movimiento de una flor sobre la tierra quizás no perturbe a una estrella distante. Pero sí perturba al resto de la tierra a un nivel sorprendente".



Este artículo es una versión condensada para CHASQUI por Eduardo Contreras Budge de la exposición del autor en el Simposio "Las Comunicaciones en el Año 2000" del cual se informa en otras páginas.



BERT COWLAN, norteamericano, consultor en el campo de la educación en asuntos de comunicación y tecnología. Una de sus especialidades son los satélites. Ha sido consultor en alrededor de 30 países, 20 de los cuales corresponden al Tercer Mundo. Trabajó con agencias internacionales como la UNESCO y UNITER. Consultor de numerosas fundaciones como la Ford y la Friedrich Ebert.

Dirección: 295 Madison Avenue New York, N.Y. 10017. U.S.A.