

nuevos elementos al debate acerca del desarrollo científico y tecnológico; en ese camino, dejan de lado diversos aspectos del diagnóstico y priorizan lo propositivo, poniendo a consideración propuestas que, con mayor o menor grado de generalidad, conllevan un explícito compromiso con el presente y el futuro del Brasil.

Todos los autores parecen compartir el deseo de que sus artículos sean considerados como una contribución a los esfuerzos por lograr la superación de la crisis del sector, una manera también de aportar a la solución de la crisis de la sociedad brasileña en su conjunto. Sus sugerencias y recomendaciones invitan a la reflexión e, inevitablemente, a la comparación, sea para reorganizar el cuadro institucional de la ciencia y la tecnología, sea para la formulación de políticas y programas específicos.

En definitiva, se trata de un trabajo crítico, riguroso a pesar de las síntesis y recortes efectuados, que, aunque orientado a la sociedad brasileña, contribuye, con propuestas muy sugestivas, a ampliar el debate acerca del rol de la ciencia y la tecnología en la gestación de modelos alternativos para el crecimiento y el desarrollo de América Latina.

Carlos Carballo

Sociedad de alta tecnología. La historia de la revolución de la tecnología de la información, Tom Forester, México, Siglo XXI Editores, 1992, 366 páginas.

Es muy común leer y escuchar que el mundo se encuentra inmerso en una revolución en lo que se refiere a las denominadas Nuevas Tecnologías de la Información. Se habla y se escribe mucho sobre informática, microelectrónica y telecomunicaciones como conformando el núcleo duro de la mencionada revolución, y sobre el impacto económico y social de la misma. Así, tenemos por un lado a los optimistas extremos, que pregonan una sociedad de la información ideal y sin problemas, y por otro a los pesimistas inveterados en un mundo natural. Unos y otros toman posición, en general, sin mucho fundamento económico, social y tecnológico. El libro de Forester es un excelente sumario de la historia de la tecnología de la información, de fácil lec-

tura, comprensible y equilibrado en su enfoque, que resulta sumamente útil para conocer mucho más a fondo de qué hablamos cuando nos referimos a la revolución tecnológica actual y a su impacto económico y social.

La obra, que ya tiene siete años -la primera edición en inglés es de 1987-, maneja datos con proyecciones hasta fines de la década en curso y no queda desactualizada en sus tesis principales, como podría sospecharse por su antigüedad en una temática con tanta velocidad de transformación. Es éste quizás uno de los principales méritos del libro.

El autor cuenta detallada y amenamente la historia de la revolución de la tecnología de la información y evalúa el impacto de la misma en los negocios y en la sociedad.

Sostiene que tres tendencias (en lo económico, en lo tecnológico y en lo político) aparecidas en los años ochenta han dado como resultado una explosión de innovación tecnológica y social sin precedentes desde la revolución industrial. Primero, el costo de la capacidad de computación y memoria continúa bajando gracias a la microelectrónica. Segundo, la digitalización de la información según el código binario está dando lugar a la convergencia de la voz, la imagen y la información, y a las industrias de computación, electrónica y telecomunicaciones basadas en ella. Y tercero, la ola mundial de desregulación y privatización de los monopolios del estado, especialmente en el área de las telecomunicaciones, encendió la chispa de una explosión de la actividad corporativa y empresarial para sacar provecho del nuevo negocio.

Con este marco, Forester desarrolla la influencia de las computadoras en todos los sectores de la economía y las variadas y crecientes aplicaciones de las Nuevas Tecnologías, afirmando, por ejemplo, que la venta mundial de microchips, computadoras y los productos de telecomunicaciones pasará de 200 mil millones de dólares en 1987 a 600-700 mil millones hacia mediados de los noventa. Pero remarca que paralelamente a este crecimiento ha crecido también la competencia internacional, ya que la importancia de la Alta Tecnología no es sólo de orden económico sino político y estratégico: "quienquiera que domine en la alta tecnología dominará en todo lo demás". De este modo, Forester advierte que las computadoras están siendo reemplazadas antes de que lleguen a cumplir la mitad de su vida media y que las aplicaciones pueden ser mayores todavía, pero que no es el ritmo planificado del cambio tecnológico en sí lo que domina el proceso, si no la lógica del mercado.

De acuerdo con las tres tendencias mencionadas, el autor narra la historia de la Alta Tecnología y sus impactos, según cinco grandes temas.

El primero de ellos relaciona la historia de la computadora con el chip y con la industria del semiconductor, con un interesante relato (incluidos los efectos no deseados) del origen y desarrollo del Valle del Silicio, en el extremo sur de la bahía de San Francisco. En esta historia aparecen actores de renombre, como W. Shockley -coinventor del transistor-, W. R. Hewlett y D. Packard, R. Noyce y G. Moore (fundadores de la Intel), S. Jobs y S. Wozniak (fundadores de la Apple Computer), N. Bushnell (Atari), M. Hoff -inventor, en 1971, del chip al que se llamó microprocesador y que logró colocar la CPU de una computadora en un solo chip-, B. Gates -Microsoft-, entre muchos otros. Todos ellos contribuyeron y contribuyen a mantener la leyenda de los empresarios científicos que desde un garaje pueden levantar empresas de cientos de millones de dólares. Forester conecta estrechamente la revolución de las computadoras con la innovación notable en el campo de la microelectrónica. La revolución microelectrónica comenzó simultáneamente con el desarrollo de la ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator) en 1946, y sobre la base de tres fundamentales inventos íntimamente relacionados: el transistor (que reemplazó a los relés mecánicos y las válvulas), el proceso planar para la construcción de los mismos (luego perfeccionado en lo que se refiere al proceso y al material utilizados) y el circuito integrado (chip). En la actualidad, estos mismos dispositivos semiconductores se han convertido en computadoras, y se espera para fin de siglo poder integrar en un chip una cantidad de componentes del orden del gigabit: mil millones. La revolución microelectrónica multiplicó la complejidad (se habla de chips inteligentes) y llevó la producción a niveles inimaginables quince años atrás, reduciendo los precios en el orden de 30% al año. La lucha entre el Japón, los Estados Unidos y Europa por el liderazgo en la fabricación de chips, por las supercomputadoras y por la "quinta generación" (inteligencia artificial) es encarnizada, ya que la relación de la industria de los semiconductores con el contexto de la economía general autoriza la afirmación de G. Moore: "El equilibrio entre la oferta y la demanda en esta industria dura alrededor de 35 minutos, entre el final de un auge y el comienzo de la siguiente recesión". El problema del ciclo auge-quiebra está siendo enfrentado mediante las fusiones y alianzas de empresas y países (integración "vertical" o "hacia atrás"), provocando la convergencia de la electrónica, la computación y las telecomunicaciones en una misma industria: la industria de procesamiento de la información.

El segundo gran tema que se desarrolla en el libro es justamente el de los sistemas de telecomunicación como arterias vitales de las sociedades industriales avanzadas. Aquí aparece como clave del proceso la disolución del largo monopolio que la American Telephone and Telegraph ejerciera en la red telefónica de los Estados Unidos, puesta en vigor el 1 de enero de 1984, que trajo aparejada una ola de "liberalización" y "privatización" en Gran Bretaña, Japón, Australia y Canadá, y la internacionalización de la industria de las telecomunicaciones con la correspondiente lucha por los mercados. Forester anticipa en este tema lo que ahora se llama la "autopista informática". Desde el punto de vista tecnológico propiamente dicho, la mencionada convergencia es posible porque los equipos de procesamiento y transmisión de datos hablan el mismo idioma: el idioma del código binario. La posibilidad de transmitir en forma digital -en la actualidad los sistemas telefónicos transportan la voz humana de forma analógica- ya no sólo voz sino datos, facsímiles e imágenes, convertirá al teléfono en una terminal de computadora comunicada con una enorme gama de dispositivos y avanzados servicios, con todo lo que esto significa. La otra innovación fundamental es la fibra óptica, que data de 1966, y que es un hilo de cristal puro no más grueso que un cabello humano capaz de transmitir todo tipo de datos digitalizados en forma de corrientes extremadamente rápidas de pulsos luminosos. La fibra óptica no sólo reemplazará a los cables convencionales, sino que permitirá la computación basada en la optoelectrónica integrada, con chips ópticos superiores a los actuales chips semiconductores. Por último, junto a la electrónica digital y a la fibra óptica, Forester coloca a los satélites de comunicaciones como la tercera innovación tecnológica responsable de la explosión de las telecomunicaciones. Esta tríada de innovación tecnológica permite un excepcional desarrollo de las telecomunicaciones (incluida la radiofonía celular), la televisión, el cablevisión, la videoconferencia, la fotografía orbital, el correo electrónico, el videotex (sistemas de información a través de pantallas de TV) y otras maravillas, cada una de las cuales es explicada por el autor con profundidad y simpleza.

La computación personal es el tercer tema que Forester desarrolla. Sobre la base de la experiencia del Homebrew Computer Club (del cual formaba parte B. Gates) en el Valle del Silicio, el autor da cuenta del pasaje de la microcomputadora Altair-4 de 1975- a las actuales PC, incluyendo un pormenorizado relato de la revolución del software. Remarca el auge meteórico de la computadora personal analizando los sectores en los que se divide este mercado y la lucha por apropiarse del mismo: el hogar, la educación, lo científico-técnico y el comercial,

sector éste al que dedica todo el capítulo 7. Pasa revista a temas que van desde la piratería de programas hasta los efectos psicológicos y sociológicos (enfatizando el aspecto laboral y educativo) de la extensión del uso de la computadora personal, sin olvidarse de los videojuegos (durante un período una de las industrias más rentables de todos los tiempos), las videogramadoras (con un impacto parecido al del televisor) y de los videodiscos y discos compactos (los segundos más exitosos que los primeros).

En el cuarto gran tema del libro, Forester analiza la doble historia del impacto de la Alta Tecnología en las fábricas y oficinas y en el mundo del dinero. Los chips se están usando cada vez en más productos y procesos de producción y las computadoras personales se han convertido en un instrumento de trabajo estándar para los empleados de oficinas y bancos. En la industria manufacturera, los robots, el diseño y la fabricación con ayuda de la computadora CAD/CAM (computer-aided-design and manufacture) y los sistemas de fabricación flexibles FMS (flexible manufacturing systems) están creando las condiciones para la fabricación integrada por computadora CIM (computer integrated manufacturing). En las oficinas se está produciendo el pasaje del papeleo tradicional a la "oficina electrónica", donde las terminales de computadoras aumentan día a día. En el mundo de las finanzas las aplicaciones de la Alta Tecnología se multiplican, desde la transferencia electrónica de fondos y los cajeros automáticos, hasta las tarjetas de crédito, en un contexto de convergencia internacional de los sistemas bancarios. Es significativa también la revolución en las ventas al por menor y la relación de las operaciones bancarias con las compras desde el hogar. Pero Forester analiza a fondo cada uno de estos "adelantos" y, siguiendo la línea equilibrada que tiene todo el libro, afirma que los robots y los sistemas CAD/CAM/FMS/CIM, es decir, "la fábrica del futuro" (más allá de los efectos no deseados, como el desempleo y la alienación) tiene serios problemas para generalizarse: problemas menores de orden técnico, pero fundamentalmente muchas barreras socioeconómicas, como los altos costos y la resistencia del cuerpo laboral y directivo de las fábricas. En lo que respecta a "la oficina del futuro", el problema de los altos costos se repite y se agrega la escasez de softwares adecuados y la falta de acuerdo sobre normas (incompatibilidad), pero el problema fundamental -principal objetivo de "la oficina del futuro"- reside en que el aumento de la productividad no es fácilmente demostrable, y por otra parte los efectos psicológicos y sociológicos de la Alta Tecnología no son, según Forester, siempre tan deseables.

En el último de los temas, Forester plantea los problemas clave de la sociedad de Alta Tecnología y extrae sus conclusiones. Comienza analizando el principal problema: el futuro del trabajo (en cuanto a cantidad, calidad y organización) y continúa con las relaciones entre la dirección y la mano de obra, el delito de Alta Tecnología y la privacidad de la información. Lo que él titula como conclusión es su preocupación -todavía hoy latente- por el liderazgo mundial en la industria de procesamiento de la información. Como los semiconductores son la piedra angular de toda esta industria, el éxito nacional en los chips determina el éxito nacional en toda una gama de industrias estratégicas, como las de defensa, aeroespacial y telecomunicaciones. Este es el desafío en el que se encuentran los Estados Unidos, Europa y el Japón.

Pero Forester nos deja muchas otras conclusiones a lo largo de toda su obra. Como cuando relata la transferencia de información entre los científicos a través de las redes informales (¡los bares!) en el Valle del Silicio y el intento de los patrones por restringir la divulgación; cuando advierte contra el mito de los éxitos espectaculares dando las cifras de "las empresas que no han dado la talla", o cuando menciona los problemas de bajas generalizadas de precios, costos de inversión en aumento, obsolescencia de la tecnología de producción y reducción del tiempo de vida de los productos. Todas "joyas" del capitalismo del chip.

El cambio tecnológico (la nueva tecnología) está dictado, según Forester, por las presiones competitivas del mercado, las ideologías empresariales tradicionales y las relaciones de poder en el lugar de trabajo. Así, la nueva tecnología puede utilizarse para descentralizar el trabajo, dar mayor autonomía, responsabilidad y albedrío a los empleados, o bien para descalificar empleos, fragmentar tareas y aumentar la vigilancia y el control sobre los empleados aumentando su enajenación. Es decir, el trabajo puede ser asistido por las computadoras o degradado por ellas. En fin, no hay un impacto independiente ni inevitable de la tecnología *per se*.