

INTEGRACION E INDEPENDENCIA EN LA ERA DE LAS COMPUTADORAS*

CLAUDIO GUTIERREZ **

INTRODUCCION

Hemos venido a este cónclave a discutir sobre integración y libertad de nuestro Continente desde la perspectiva de la educación y la cultura. Quiero contribuir al tema mediante el examen de una cuestión que me ha venido preocupando desde tiempo atrás: ¿qué efecto, benéfico o desfavorable, tiene para nuestra tarea como orientadores de la marcha de nuestros países el advenimiento en torno nuestro de la civilización cibernética? ¿Cuáles son los peligros que representa para nuestros ideales y cuáles las oportunidades que abre para nuestros propósitos de independencia y de desarrollo social y cultural?

LOS HECHOS

Arranquemos con una consideración somera de los hechos. En los últimos cuatro decenios se ha venido edificando una técnica absolutamente desconocida antes de ahora por la revolución industrial: la elaboración automática de la información. Entiendo por elaboración automática de la información todos aquellos fenómenos que tienen que ver con la transmisión cuasi-instantánea de mensajes, el almacenamiento indefinido de inmensas cantidades de datos, su clasificación y recuperación sin esfuerzo humano, y toda la diversidad de las operaciones aritméticas y lógicas realizadas por mandatos de carácter general emanados de un programa. Incluyo también en el término todo lo que se refiere a la gráfica electrónica y a la impresión directa en papel, por medios fotográficos o de otra índole, de los datos almacenados en una memoria electrónica. Igualmente incluyo en el término, aunque con la salvedad de que se trata de fenómenos más del futuro que del presente, el reconocimiento electrónico de la voz humana, la producción de comunicación auditiva, el reconocimiento automático de escenas y objetos, la planificación automatizada y la comprensión por las máquinas del lenguaje natural u ordinario, fenómenos todos estos que globalmente se suelen denominar inteligencia artificial. Igualmente dentro de esta categoría habrá que colocar los llamados “sistemas expertos”, como los programas de diagnóstico médico o de análisis químico o prospección geológica que se encuentran hoy en el límite entre las creaciones de laboratorio y la producción comercial.

Por su naturaleza, por su efecto económico y por ciertas circunstancias que la acompañan, esta técnica nueva está llamada a tener consecuencias sociales inmensas. Por su naturaleza la elaboración de información está presente en todos los procesos sociales, no de manera accidental sino fundamental. La elaboración de información es tan omnipresente en el trabajo humano como su hermana gemela, la energía; por ello la técnica de su manipulación afectará esencialmente a todas las actividades del hombre. Por su efecto económico: la elaboración de información permite ahorros inmensos en la disposición de recursos, al disminuir considerablemente la incertidumbre que acompaña toda inversión; pero además, al permitir una distribución más racional de esos recursos, origina aumentos enormes en la producción. El costo de ella misma, de la elaboración de la información, resulta comparativamente insignificante. Y por las circunstancias especiales que acompañan la revolución cibernética:

- 1) la elaboración de la información se realiza con la velocidad de la electricidad. Esa velocidad es la que ha hecho posible en este siglo el desarrollo de las computadoras. Máquinas de calcular, incluso muy generales como la de Babbage, existieron mucho antes. Pero es la electrónica la que las hace prácticamente posibles, pues sólo la velocidad puede compensar el carácter serial del proceso “maquinista” del cómputo

*Trabajo presentado al Simposium sobre Integración Latinoamericana por la Educación y la Cultura. México, 23-27 de noviembre, 1981.

**Catedrático de Computación e Informática. Universidad de Costa Rica. Cd. Rodrigo Facio, Costa Rica.

(por contraste, la inteligencia humana utiliza en gran medida procesos “en paralelo”; un ejemplo de este contraste lo tenemos entre el ojo y la televisión: el ojo recibe y procesa simultáneamente muchas señales, en los conos y bastones de la retina, aunque para procesarlos requiere cierto tiempo; la televisión recibe una señal en cada instante, pero “barre” la escena tan rápidamente que el efecto logrado es similar al del ojo).

- 2) La evolución del último tercio de siglo ha reducido el tamaño de los computadores extraordinariamente. El primer computador digital americano, Mark IV (Harvard, 1944), estaba construido con miles de tubos al vacío. Para almacenar una unidad de información requería un aparato de 90 pulgadas cuadradas que disipaba 10 watts de calor. En la actualidad, una pastilla de menos de un cuarto de pulgada contiene más de 100 mil unidades de información. Esto de inmediato aumenta el efecto del punto anterior, pues la velocidad “de tarea” se multiplica cuando para realizar la labor de cómputo se tiene que recorrer distancias varios órdenes de magnitud más pequeñas. Pero además, el computador en su núcleo esencial, generalmente llamado microprocesador, ha reducido su tamaño casi a lo microscópico, haciéndose capaz de ser colocado en prácticamente todos los lugares en que la sociedad necesita manipular información. ¡De repente, toda la información que manejamos, en las tareas del trabajo y en las de la vida ordinaria, se torna computarizable! Daré un ejemplo que encuentro muy ilustrativo: la tarjeta bancaria ha sido un invento muy útil en la vida económica contemporánea; supone, sin embargo, una red de comunicaciones muy compleja, que si se usa incomoda a los usuarios con toda clase de verificaciones en momentos inoportunos, y que si no se usa implica un riesgo serio para las empresas que las emiten. He visto en un laboratorio de Gran Bretaña una tarjeta que contiene dentro de sí un computador completo, el cual es capaz de llevar las cuentas del crédito personal sin comunicarse con el banco más que ocasionalmente (todo intento de alterar el contenido de la memoria del computador lo destruye inmediatamente). Cosas como éstas, estoy seguro, estarán a la orden del día en todos los niveles de la vida ordinaria dentro de muy poco tiempo.
- 3) Finalmente, a la velocidad y a la miniaturización hay que agregar un tercer factor, la “vulgarización”. Por esto entiendo el carácter supremamente corriente del material fundamental de que se construyen las computadoras: el silicio, segundo elemento más corriente sobre la superficie de la tierra (el primero es el oxígeno). Dicho más simplemente, las entrañas de las computadoras están hechas del mismo material que las arenas de nuestras playas. El abaratamiento correspondiente es, desde luego, de gran trascendencia y tendrá que tener un efecto prodigioso en la difusión de los aparatos de elaboración de información.

LOS PELIGROS

Se ha escrito mucho sobre los peligros que el desarrollo de la civilización cibernética presenta para la privacidad y para la libertad individuales, el tema del proverbial 1984. No voy a abundar en esa dialéctica. Más bien quisiera concentrarme en los peligros que el avance de la técnica de la elaboración de la información representa para nuestros países socialmente considerados: países en el mejor de los casos en vías de desarrollo, dependientes de los grandes centros financieros, divididos entre sí, sólo capaces de ofrecer libertades parciales a sus ciudadanos. Es obvio que todo lo que la “nueva revolución industrial” encarnada en la cibernética pueda contribuir a aumentar la riqueza y el poder de los ricos y poderosos, sean estos países, bloques de países o clases internas, contribuirá también a aumentar la grieta económica y social entre los que tienen más y los que tienen menos, y a hacer más gravoso el diferencial de libertad entre los poderosos y los oprimidos. Más específicamente podemos prever, en lo internacional, que las grandes compañías tendrán más y mejor información en todo momento sobre la manera de explotar nuestros recursos y de imponernos sus productos, mejores datos sobre cómo controlar un mercado, comprar un político o derrocar un gobierno. Más insidioso tal vez es el hecho de que la revolución cibernética ha vuelto posible para los dueños del capital internacional el desplazar las llamadas industrias “sucias”, o eventualmente todas las industrias, hacia los países subdesarrollados, ávidos de capital, y ricos sólo en mano de obra barata. Los países desarrollados pasarían a ocupar el papel de dueños ausentistas, con garantía de omnipresencia y casi absoluta efectividad en las medidas que

tomarán desde sus lujosas residencias en la porción más tranquila, limpia y embellecida del mundo, gracias a la completitud e instantaneidad de la información de que dispondrían en todo momento.

Podemos también ponderar los efectos divisionistas que una influencia tal podría llegar a tener, en la medida en que las comunicaciones (por ejemplo los satélites) estén en poder de las grandes potencias o de las grandes compañías transnacionales. Todo intento moderno de acercamiento entre nuestros países debería pasar por los satélites de los amos del mundo y estaría necesariamente subordinado a sus intereses y condiciones. Hasta aquí un resumen de los peligros que no quiero alargar para no incurrir en sensacionalismo.

LAS OPORTUNIDADES

Ese cuadro apocalíptico tiene, sin embargo, su contrapartida en la visión de las oportunidades que la revolución cibernética ofrece para los mismos países subdesarrollados.

- 1) El bajo insumo de capital que la miniaturización y la “vulgarización” han aportado a la industria electrónica, la hacen eminentemente apta para ser asumida por nuestros países. En la actualidad, dentro de los grandes países productores de computadoras, especialmente los Estados Unidos de América, pequeñas compañías con muy poco capital y formadas por estudiantes de posgrado de Stanford, Carnegie-Mellon o MIT, están disputándole con relativo éxito una parte del mercado a las grandes compañías como la Digital o la IBM. Estas compañías pequeñas, y lo mismo podrían hacer nuestros países, se abastecen de “materia prima” las famosas pastillas o “chips”, en el mercado abierto; en instalaciones mínimas, un sótano o galerón, juntan esas piezas para crear artesanalmente muy diversos aparatos elaboradores de información. Si los departamentos de ingeniería eléctrica de nuestras universidades se organizaran para ello, en muy corto tiempo podrían estar produciendo todos los aparatos informáticos que nuestras universidades necesitan, y tendrían la oportunidad de adiestrar a cientos de estudiantes para que a su vez, como empresarios o socios cooperativos de pequeñas empresas, pudieran ellos mismos producir todo el “hardware” que el país necesite. Nuestros países pasarían a ser, paradójicamente, importadores de materia prima “cultivada” en el “silicon valley” de California. No estaría lejano el día en que podríamos incluso exportar hacia el norte muchos de nuestros artefactos electrónicos, de la misma manera que Taiwán o Hong Kong han inundado el mercado norteamericano con relojes digitales o calculadoras de bolsillo. No puede exagerarse la importancia que tendría para la autonomía y la economía del país el independizarse completamente de las compañías transnacionales en materia de elaboración de información. Las opiniones de todos los ingenieros electrónicos con quienes he comentado este proyecto coinciden en considerarlo enteramente factible.
- 2) Es un hecho que la comunicación como fenómeno distinto de la computación, no participa de la característica de “vulgaridad” que he atribuido a la materia prima de las computadoras. Si los aparatos de computación se hacen con “arena”, los de comunicación se hacen con “estrellas”, es decir, satélites, que por supuesto resultan sumamente caros (aunque ellos también hayan experimentado y experimentarán en el futuro considerables reducciones de precio). Sin embargo, también es un hecho que en medio de la explosión de comunicaciones que ha tornado posible la revolución cibernética, el efecto de divulgación de información, incluyendo la especializada y técnica, sobrepasa en gran medida el efecto de control de la misma que antes comentamos. Pienso por ejemplo, en la inmensidad del efecto que para el avance de la ciencia latinoamericana puede tener el conectar nuestros laboratorios con los mejores laboratorios de cada especialidad en los países desarrollados. Yo mismo estoy trabajando en un proyecto de esa naturaleza que tiende a lograr los beneficios de esta ubicuidad de la ciencia para los institutos de investigación de la Universidad de Costa Rica. He explorado las posibilidades; el proyecto parece ser técnicamente factible y económicamente realizable, aunque todavía hay algunos problemas financieros que solucionar. Depende fundamentalmente del uso de un “canal” de un satélite, el cual puede alquilarse por tiempo efectivamente usado, o más bien comprarse, en cuyo caso resulta económicamente más favorable. Todo depende, por supuesto, de la intensidad de uso previsto, pero las perspectivas tienden a indicar que el órgano creará la función, en el sentido de que una vez instalado, el canal podrá dedicarse a un sinnúmero de usos

científicamente productivos. El otro extremo del canal estaría conectado a una de las redes existentes en los Estados Unidos de América, como la EDUNET, que agrupa a muchas instituciones educativas, la CSNET, que agrupa a los departamentos de Ciencias de la Computación, o diversas redes comerciales, como la TYMNET. Dejo fuera de consideración la vasta y prestigiosa ARPANET, que conecta a los mejores centros de investigación de Ciencias de la Computación, por estar ligada al gobierno de EE. W.J y condicionada a su control y programas. He investigado los costos de usar una de estas redes y resultan comparativamente irrisorios. En cuanto al uso de las facilidades de computación, o a la información de los laboratorios universitarios, mi experiencia es sistemática en el sentido de que todos están en la mejor disposición de compartirlas con otras instituciones, incluso de fuera del país, tratándose de instituciones dedicadas a la ciencia. Las aplicaciones de una tal conexión son innumerables, y naturalmente dependen de cada especialidad. El efecto que tendría para nuestro desarrollo intelectual es comparable al de poner a viajar, con las facilidades contemporáneas, a todos nuestros investigadores que quieran hacerlo, con la ventaja de que no tendrían que incurrir ni en gastos ni en las naturales incomodidades que implican los viajes. El alcance y la intensidad serían mayores, sin embargo.

- 3) Si para cada país por sí mismo las posibilidades de desarrollo de una industria electrónica autónoma y del establecimiento de una conexión con el mundo intelectual avanzado son magníficas, lo mismo o tal vez más pueda decirse de esfuerzos mancomunados que nuestros países puedan emprender combinándose entre sí. ¿No podría pensarse, por ejemplo, en el lanzamiento de un satélite mexicano-venezolano consagrado al desarrollo e integración cultural de toda el área del Caribe? ¿Por qué no pensar en una red de computadoras que abarque a Latinoamérica, o por lo menos a algunas de sus áreas? ¿Cómo no conectar nuestros institutos de investigación e intercambiar información constantemente, o incluso desarrollar bancos comunes, alimentados desde muchos puntos y usables de manera instantánea desde cualquier país del área? Desde luego que hay dificultades que vencer: la mayoría de ellas no son técnicas sino políticas; algunas imponen responsabilidad en nosotros, si queremos actuar como orientadores de nuestros pueblos e instituciones. Pasemos a la consideración de algunas de estas responsabilidades.

LAS TAREAS

He señalado peligros y he descrito oportunidades. Consideremos ahora las tareas que esos peligros y esas oportunidades nos imponen, en beneficio de la independencia y de la integración de nuestros pueblos. Muchas de esas tareas son para políticos, economistas, ingenieros, técnicos y empresarios. Esperemos que todos esos profesionales sean sensibles a las señales de los tiempos y concentrémonos aquí en la consideración de las tareas que a nosotros nos tocan como educadores u orientadores de la cultura de nuestros países.

Ante todo, creo que es nuestro deber dar una clarinada para despertar la conciencia de nuestros hombres y mujeres universitarios sobre el problema.

Nuestra tradición antitécnica (¿qué ganaríamos con disimularla?) nos puede cegar ante los hechos presentes y su carácter apremiante, mientras que las presiones de las crisis políticas y de las escuelas filosóficas pueden impedirnos ver los peligros y las oportunidades, por estar demasiado ocupados discutiendo por enésima vez los temas de la liberación y de la dependencia en categorías anticuadas. Cuando nos despertemos de nuestro sueño dogmático, las oportunidades se habrán perdido y los peligros se habrán convertido en cadenas nuevas, posiblemente más pesadas que las que arrastramos ahora.

Por lo demás, es indispensable que nos propongamos fortalecer la educación en el aspecto electrónico, tanto a nivel de educación superior como a nivel de educación fundamental, secundaria y postsecundaria no universitaria. En el nivel universitario, el propósito debe ser el desarrollo de los conocimientos fundamentales para la independencia tecnológica en informática. En los otros niveles, además del propósito de educación general, de que trataré en seguida, es importantísimo capacitar los obreros calificados que necesitamos para montar una industria autónoma de computación. En muy pocos ramos industriales podemos tener mayor esperanza de encontrar una relación más favorable de capital a trabajo, con trabajo mejor remunerado.

Igualmente necesario es preparar legiones de buenos programadores para desempeñar una función indispensable que le dará aplicación a los computadores que logremos producir. Esta tarea no es trivial, pues ser programador digno de este nombre es algo más que aprender un oficio. Requiere una actitud mental especial, relacionada con lo que me gusta llamar el método procedimental de pensar (distinto tanto del método empírico como del método matemático). En particular, tenemos que lograr superar la herencia jerárquica que lamentablemente se ha logrado colar en este campo profesional. Existe una tendencia en algunos de nuestros países que rápidamente convierte a los pocos programadores que logramos formar en miembros de una aristocracia de dudosa inspiración: la clase de los “analistas de sistemas”, ¡que consideran desdorado programar! No es éste, por supuesto, el tipo de programador que necesitamos para salir de nuestro subdesarrollo. El tipo de programador que necesitamos es muy distinto; es la persona que no puede evitar estar programando todo el tiempo, aun con detrimento de otras actividades; que por así decirlo lleve en la sangre el virus de la programación. Por experiencia sé muy bien que ningún programa que valga la pena se logra poner a funcionar sin horas de obsesiva concentración, escribiendo y reescribiendo muchos metros de código. Soy muy escéptico sobre la posibilidad de resolver esta clase de problema mediante la técnica de delegar el trabajo que “ensucia las manos” en otros que, por lo demás, no están preparados para realizarlo. Aparte de esto, en la carrera de programador, como en la huerta evangélica, muchos son los llamados pero pocos los escogidos. Nuestra educación parauniversitaria podría tal vez seleccionar programadores con la disciplina adecuada y a la vez canalizar hacia otras más tareas manuales que también son necesarias, por ejemplo, el ensamblaje de aparatos electrónicos, a los que no la tengan.

Pero nada de esto sería posible si lo intentamos dentro del ambiente de cultura general que reina actualmente en nuestros países. Veo una función crucial de la educación general en sus distintos niveles para lograr el indispensable “cambio de mentalidad”. Debemos hacer llegar la revolución cibernética a los moldes de pensamiento tanto de nuestros profesionales como del hombre de la calle. Nuestra educación liberal debe comenzar a absorber las categorías del método procedimental de pensamiento, que debe tomar un lugar comparable al que la lógica tradicional, las matemáticas o el estudio de la lengua tienen en nuestros currícula. Este estilo de pensamiento constituye un aporte a la cultura universal intrínsecamente novedoso; es muy distinto a la disciplina intelectual que conocimos antes de la existencia de los computadores¹ Incluso vocablos matemáticos que tienen la misma apariencia, como “función” o “recursión”, obtienen un contenido nuevo cuando se entienden no como conceptos abstractos sino procedimentalmente. Es un estilo de pensamiento nuevo y sumamente poderoso; el hecho de que haya sido descubierto por la necesidad de programar a las computadoras no significa que su sola aplicación esté en el uso de aparatos cibernéticos. Por el contrario, es la encarnación de principios mucho más generales, que son capaces de inspirar actitudes nuevas y creativas en muchos órdenes de la vida, individual y social. Pero explorar estos aspectos se sale de los límites de este trabajo. Básteme insistir en la necesidad de que el esfuerzo que se haga para incorporar el aporte cibernético a la educación general no se reduzca a reformas curriculares del sistema de educación formal. Es indispensable que nuestros profesionales, comunicadores, políticos y líderes de diversas organizaciones sean capaces de entender el nuevo lenguaje y de usar con verdadera comprensión sus categorías. Todos debemos capacitarnos para pensar en categorías programáticas, saber distinguir “hardware” de “software” en cada situación (tal vez hasta inventar buenos equivalentes castellanos), poder aceptar el principio del “debugging”, que es la quintaesencia del reconocimiento de la falibilidad humana: ningún programa que se produce con el más esmerado de los esfuerzos de concentración carece de “bugs” o “bichos”, los involuntarios desajustes en la puesta en práctica de lo que sólo se ha concebido mentalmente. Aprender a planificar por refinamientos progresivos, lo que se conoce en computación como “programación estructurada”. Y mil otros conceptos fundamentales que normalmente no se adquieren en la vida diaria ni en las escuelas tradicionales, pero que una vez aprendidos en relación con el uso de las computadoras resultan eminentemente aplicables a los problemas de la vida, de la ciencia y de la sociedad. Esta es la principal lección que los educadores debemos recoger de la revolución cibernética: nosotros enseñamos a pensar a los computadores; pero como efecto de culatazo, ellos disciplinan nuestros propios pensamientos en formas que serían de hecho inimaginables en ausencia de los computadores. Estoy convencido de que, cuando nuestros descendientes en el siglo XXI, si llega a haber un tal siglo, contemplan nuestro siglo XX, afirmarán que el descubrimiento de la forma procedimental de pensamiento es uno de los principales aportes que ha dado a la cultura humanística. Pero

mientras tanto, aquí y ahora, debemos hacer todo lo que esté a nuestro alcance para que nuestros países puedan adquirir una técnica y un lenguaje en que cada vez más se estará expresando la cultura de nuestro tiempo.

¹Podría argumentarse que el método procedimental de pensamiento tiene ya un lugar garantizado por una brillante historia en la ciencia o la práctica jurídica. A esto replicaré que en un sentido bastante lejano, hay coincidencia entre los pasos de la especificación de un programa computacional y los pasos obligatorios del procedimiento forense; puedo llegar a reconocer incluso cierto paralelismo entre la insensibilidad del Juez y la insensibilidad de la máquina en cuanto a no aceptar excusas para los errores “sintácticos”. No obstante, hay diferencias de fondo entre los dos estilos: en primer lugar, las reglas del procedimiento judicial, aunque inspiradas en principios de bien común, son siempre básicamente arbitrarias mientras que las reglas de un procedimiento de computación obedecen a la necesidad lógica, e incluso física, de las cosas; por otra parte, el procedimiento judicial se refiere a un orden de realidad esencialmente circunscrito, a saber, las circunstancias y acontecimientos de los trámites en los tribunales; en tanto que el procedimiento programático es totalmente general y es capaz de guiar el comportamiento humano en cualquier ambiente y en relación con cualquier materia. No obstante lo dicho, considero sumamente interesante el paralelismo que podría trazarse entre la jurisprudencia y la programación informática, y merece un ulterior estudio; de ahí podría quizá salir la consecuencia de que la forma de pensar jurídica es precursora lejana de la informática, lo que rimaría con el valor eminentemente civilizador que ha tenido el derecho.