

CIENCIA

Diciembre de 1998

Volumen 49 número 4

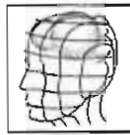


**FRIJOL
MEXICANO**

**PRÓXIMO
MILENIO**

**GENOMA
CLOROPLÁSTICO**

**¿EDAD DE
ORO DE LA
TECNOLOGÍA?**



La edad de oro de la tecnología: quimera de certidumbre y aprensión

Julio Sotelo Morales

La tercera ley de la dinámica de Newton señala que a toda acción se antepone una reacción igual y en sentido inverso. La creatividad del hombre y sus consecuencias hacen que un fenómeno similar de acción y reacción modifique en forma impredecible y notablemente caótica el devenir de la humanidad y de la naturaleza misma. Esta acción y reacción en el desarrollo tecnológico cambian, en la mayoría de los casos de modo irreversible, el destino del ser humano.

Los más importantes desarrollos tecnológicos producidos por el hombre han significado acción y reacción; ventura y desventura; ascenso y descenso. El descubrimiento del motor de combustión interna modificó el destino del mundo y del hombre; sería imposible calcular qué tanto, pero sin duda radicalmente. El invento del teléfono permitió por vez primera la comunicación verbal inmediata a distancia, y ese hecho alteró radicalmente, una vez más, la estructura social humana. La aviación hizo lo suyo y por otros caminos también fue factor determinante de cambio.

Todos ellos son magníficos desarrollos tecnológicos, todos se han ido practicando en escala creciente en los últimos cien años. Las pocas generaciones que hemos vivido desde el inicio de estos advenimientos hemos te-

nido oportunidad, por nuestros abuelos de escuchar el inicio, por nuestros padres de escuchar la transformación, por nosotros de presenciar su intromisión avasalladora en todos los terrenos de la vida social y económica, y finalmente ahora podemos, a través de nuestros hijos, escuchar que la vida es simplemente impensable sin estos artefactos tecnológicos incorporados a todas las



acciones, planes y proyectos de nuestra sociedad. Las nuevas generaciones juzgan imposible la felicidad, las actividades básicas y los proyectos futuros sin dar por garantizado el uso constante de ellos. Ahora tenemos la convicción de que el mundo no puede siquiera existir o la vida ser digna de ser vivida sin la televisión, la luz eléctrica, el teléfono, el automóvil y el avión. Sin embargo, en una época tan cercana como el siglo pasado, todos los seres humanos pensaban con absoluta certeza que la vida, el mundo, el futuro y la felicidad existían sin contar con la televisión, la luz eléctrica, el teléfono, el automóvil y el avión.

¿Qué tan diferente es el ser humano actual del que habitaba este planeta y pensaba y actuaba en él hace sólo cien años? Biológicamente es idéntico, mentalmente es idéntico, socialmente es idéntico; no hay diferencias. Sin embargo, el hombre de ahora, para todas sus acciones,

Julio Sotelo Morales es médico cirujano por la UNAM (1974), especializado, con estudios de posgrado en neuroinmunología (1978-1979) en la Universidad de Londres, y en neurovirología (1980-1981) en los Institutos Nacionales de Salud de Estados Unidos. Es autor de 46 capítulos en libros y en 163 publicaciones internacionales; tutor de 22 tesis de licenciatura, especialidad, maestría y doctorado; profesor de pregrado y postgrado de la Facultad de Medicina de

la UNAM. Es miembro de la Academia Nacional de Medicina, de la Academia Mexicana de Ciencias y de la Academia Mexicana de Derechos Humanos, ex presidente de la Sociedad Mexicana de Neurología y Psiquiatría (1987-1988), investigador titular C de los Institutos Nacionales de Salud de México e investigador nacional nivel III del SNI. Actualmente es director general del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía.

*El descubrimiento
básico de cada
nueva tecnología
ha sido, primero,
una curiosidad
interesante.*

*El turismo,
la economía
y el comercio
dependen,
en buena parte,
de la aviación,
pero hasta los
aviones se lanzaron
lanzando bombas
contra millones
de seres humanos*

desde las más elementales hasta las más complejas, no puede prescindir de los elementos mencionados. Eso significa que el descubrimiento básico de cada nueva tecnología ha sido, primero, una curiosidad interesante, después un elemento de modificación ambiental y finalmente una condición indispensable para la propia vida del hombre actual, cuya existencia se transformó en el transcurso de sólo tres o cuatro generaciones, contando entre cada generación el breve lapso de 25 años. Antiguamente los cambios tecnológicos drásticos ocurrían con espacios de milenios, después de centurias, luego decenios, hoy de un año al otro. Ahora, en las postrimerías del siglo y el milenio, muchas etapas parecen cubrirse durante el tiempo de una misma generación, gracias al tempestuoso aunque irreflexivo avance de la tecnología moderna, que ha olvidado calcular las reacciones que suceden en forma mediata e inmediata a toda incorporación tecnológica dentro del hábitat humano.

*La aviación
conquista y agredido*

El invento de la navegación aérea por Renard, Kebs, Santos-Dumont y los hermanos Wright entre otros, es uno de los prodigios mayúsculos del ingenio humano; el cielo sería el límite; y las posibilidades, infinitas. Sin embargo, en esos tiempos nadie precisaba de aviones, ni tenían mayor aplicación en el terreno práctico. El mundo no estaba hecho para aviones, ni los necesitaba, por lo menos en el sentido de lo que esta palabra significa. En fin, era un descubrimiento espectacular, pero relativamente inútil. Pocos años después, el mundo entero basaría en múltiples aspectos sus finanzas

y su desarrollo en el uso constante y cotidiano del avión, y hoy es impensable que un empresario, o un político, o un académico no cuente con la aviación para desplazarse a cualquier parte del mundo en pocas horas. El turismo, palabra casi desconocida en el siglo pasado, nació con la aviación y la transportación rápida motorizada. Ahora, la mera supervivencia de muchas ciudades depende del turismo; y éste, y la economía y el comercio mundial, en buena parte, de la aviación.

¿Cuál fue la reacción adversa al advenimiento de la aviación? La aviación, como ha sido ampliamente demostrado, trajo al ser humano un sinnúmero de nuevas condiciones para su desarrollo, existencia y comodidad. No diría que trajo felicidad, porque esta palabra entraña profundidades filosóficas que son difíciles de definir y explorar; pero sí diría yo que transformó radical y agradablemente su vida. Lo que nunca pensaron los espectadores que maravillados se sorprendían con los primeros vuelos de los hermanos Wright fue que esa acción tendría su reacción en sentido contrario. Desde los aviones se han lanzado, literalmente, miles de toneladas de bombas que a su vez han matado instantáneamente a muchos millones de seres humanos, y han destruido en minutos ciudades enteras, algunas de ellas tesoros irremplazables, herencia de otras épocas llenas de esplendor, arte y belleza. La brillante culminación de esta reacción fue el lanzamiento exitoso de dos bombas nucleares que cegaron la vida en segundos a un cuarto de millón de personas. Lo que no estaba en la agenda de los señores Wright, era el uso que el ingenioso ser humano iba a hacer con su invento cuando la mente del hombre presenta su perfil grotesco.

El automóvil:
de lo práctico a la soberbia

El automóvil, tecnología desarrollada por Rochas, Benz, Gottheb, Daimler y otros a fines del siglo pasado, ha modificado la vida del hombre a niveles que serían insospechados hace tan poco tiempo como el anterior siglo; y digo tan poco, porque un siglo, dentro de los aproximadamente 40 mil años en que el hombre moderno como tal ha sido huésped de este planeta, es notablemente breve. Gracias al automóvil, el hombre es auténticamente independiente, por lo menos en el aspecto del desplazamiento, que es uno de los más importantes matices de la independencia, o sea del no depender de esquemas prefabricados, de sistemas organizados de movilización popular controlados por agencias impersonales e inmutables a nuestras propias necesidades. El automóvil nos permite uno de los goces más genuinos de la libertad; no es representante de ella, pero es herramienta básica para la utilización de esa libertad. Gracias al automóvil podemos, en la más sencilla rutina, hacer de él una extensión móvil de nuestra individualidad; podemos transportar con nosotros un espacio que es nuestro totalmente, que lleva nuestra presencia, nuestra comodidad y nuestros deseos a donde nos place, a la hora que nos place y que moviliza nuestro entorno y nuestra propiedad a donde quiera que nosotros determinamos. Todo lo que hay que hacer es poseer un automóvil, circunstancia cada vez más fácil hoy en día; y así, al salir de nuestro hogar lo abordamos, y cómodamente sentados en él —una genuina prolongación del hogar— nos dirigimos a donde deseamos, a distancias y velocidades que dejarían atónito a cualquier potentado del siglo pasa-

do, o para el caso, de todos los siglos pasados. Es notable el cambio que el automóvil ha producido en la vida del hombre tanto en términos de comodidad como de placer, emoción, rapidez y posibilidades de acción inexistentes para todos los hombres que habitaron la Tierra durante los 40 mil años que precedieron a los últimos cien. Las acciones y beneficios del automóvil se demuestran por el hecho de que prácticamente cada ser humano que cuenta con posibilidades económicas para tener un automóvil, lo tiene. La misma sociedad lo ha hecho tan importante que las ciudades son ahora planificadas, construidas, interconectadas y hasta pensadas tomando siempre como absoluta y primera consideración al individuo y su ahora imprescindible automóvil.

¿Cuáles han sido las reacciones paradójicas a los cambios espectaculares que la industria automotriz trajo al hombre? Sólo mencionaré las más obvias y graves: los accidentes automovilísticos son ahora una de las cinco causas de muerte más frecuentes y la causa número uno de muerte violenta; 150 mil seres humanos mueren prematuramente cada mes en accidentes automovilísticos: esta sola circunstancia sería suficiente para que la sociedad de cualquier época, excepto de la nuestra, prohibiera el uso y desarrollo del automóvil, ya que la sociedad de cualquier otra época no imaginaba en lo más mínimo necesitar el automóvil, y el panorama de semejante mortalidad hubiera asustado al gobernante más indiferente, por ejemplo del siglo XVII. Otra de las reacciones al advenimiento del automóvil es la contaminación de la atmósfera, de la que el automóvil es campeón y que hubiera hecho llorar de desolación a Hernán Cortés si resucitara y se volviera a sentar al pie del Popocatepetl a contemplar lo

*El automóvil es
una herramienta
básica en
la movilización
actual, y un
instrumento
de contaminación
y de soberbia
humana*

que, por la combustión cotidiana de un volumen equivalente a tres albercas olímpicas de gasolina, hacen cada día dos millones de automóviles a la atmósfera del hermoso e imponente valle del Anáhuac, y de paso a los pulmones de sus casi 20 millones de habitantes. Este espectáculo, coronando el aire de cientos de las ciudades más pobladas del mundo, y la ansiedad y agresividad constante que hacen presa de una buena proporción de conductores de automóviles serían una tercera reacción, de ningún modo despreciable, al ingenioso invento del automóvil. Eso sin contar reacciones aledañas que tienen su convergencia en la dependencia que el hombre moderno tiene del automóvil; sin contar tampoco la explotación delirante de combustibles naturales no renovables en la que estas últimas generaciones se han embarcado y que decididamente piensan extenuar, en no más de unas generaciones más, esto es, en un tiempo que quedará señalado como manifestación de uno de los rasgos de egoísmo y soberbia notables de estos nuestros tiempos.

Telefonía, televisión y computación: triada comunicadora y enajenante.

En forma rápida mencionaré otros tres contundentes avances tecnológicos que nos demuestran la certeza del principio de acción y reacción básica en la naturaleza y del que el ser humano, uno de sus tantos actores, no se escapa. El teléfono, la televisión y la computación, artefactos insospechados por el hombre de los siglos anteriores y sólo presentes en el actual.

El teléfono ha hecho que las distancias ya no cuenten para comunicarnos a través de la palabra, el más

notable y hermoso tesoro que posee el *Homo sapiens*, y, por cierto, la más elaborada de las cualidades que filogenéticamente distinguen al hombre de todos los demás seres vivientes. La palabra vuela gracias a Alejandro Graham Bell y a otros pocos seres humanos, instantáneamente de un ser a otro sin importar qué tan lejos estén entre sí; nuestros más cotidianos actos son ahora dependientes del teléfono y de uno de sus hijos más dilectos, el telefax, que hacen que ahora la palabra hablada y, ¡oh sorpresa! (si es que aún nos podemos sorprender), la palabra escrita corran veloces a través del espacio, de forma inalámbrica a través de ondas o compactadas milagrosamente a través de sorprendentes cables de fibra óptica.

¿Cuál es la reacción antepuesta a esta maravilla del ingenio humano? El teléfono nos ha introducido en un mundo angustioso de actividad interminable, la inmensa mayoría de ella fútil y banal, donde los segundos cuentan, donde la introspección se ha esfumado. El teléfono ha transformado o reforzado en muchos la necesidad de hablar interminablemente. La absoluta demanda de ser escuchados nos ha tornado parlanchines. En pocos años el teléfono celular ha creado la necesidad de hablar en restaurantes, en el automóvil, en la calle, en el mercado, en el aeropuerto, en el avión; hablar, hablar, hablar y hablar, las más de las veces sin conversar. Se ha disminuido, y en algunos se ha disipado, uno de los grandes y distinguidos privilegios del hombre, el de guardar silencio y así pensar, meditar, abstraerse, conocerse a sí mismo durante sus ratos de soledad. El teléfono ha convertido a muchos seres humanos en platicadores obsesivos que huyen permanentemente de sí mismos y que importunan a muchos otros en un contagio colectivo de hablar mucho y decir poco.

La televisión, el medio más notable de diversión, con su poder para introducirse en la comodidad e intimidad del hogar, es una pléyade de información, de imágenes sorprendentes, de noticias, de entretenimiento, de eventos deportivos y de vistas maravillosas que rebasan las más audaces expectativas que cualquier futurólogo del siglo XIX hubiera podido hacer en relación con el tan importante y siempre buscado aspecto de la distracción y el esparcimiento. La televisión ha traído grandes beneficios al hombre, ha sido diversión barata, medio de educación, entretenimiento para ancianos, enfermos, minusválidos y solitarios. Transporta hasta nuestro hogar la información cotidiana, ha permitido que el hombre conozca a sus gobernantes, que presencie sucesos y eventos que antes eran destinados o accesibles sólo a unos cuantos y que tenga siempre un medio rápido y accesible de distensión y pasatiempo.

El riesgo aunado a las bondades indiscutibles de la televisión, ha sido el debilitamiento de las posibilidades creativas de un sujeto que hace de ella el sustituto de su mente y su pensamiento. Al mismo tiempo, la televisión ha servido para avasallar e incrementar sin límites la necesidad de bienes y posesiones de millones de televidentes, que son permanentemente avasallados con mensajes que crean en ellos demandas que ni necesitan ni hubieran requerido si no fuera porque sutil e inteligentemente son manipulados por anuncios creados por expertos, profesionales en el arte de vender lo innecesario, lo superfluo y en ocasiones hasta lo dañino. La mente de millones de seres humanos es sagazmente manejada por unos cuantos sujetos diestros en introducir en el cerebro de los espectadores cualquier concepto, necesidad, gusto o interés

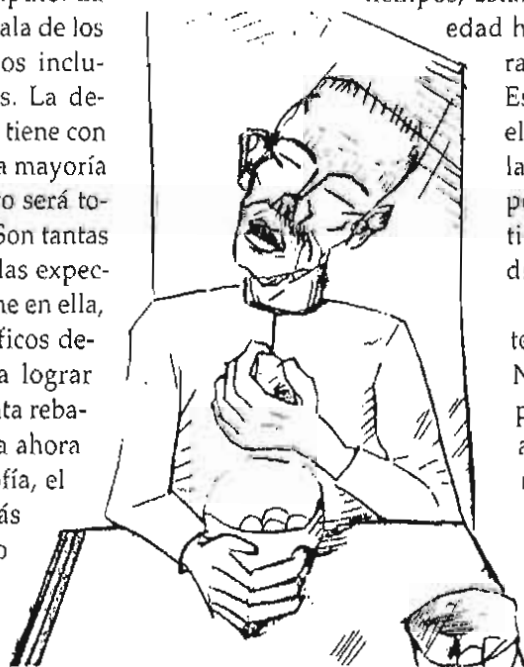
que juzgan conveniente para que forme parte de su pensamiento; a partir de ahí, miles y miles de personas pensarán que es indispensable tomar determinada marca de cerveza, usar un perfume, comprar tal ropa o simplemente cambiar de detergente. Pero no sólo en el aspecto de la mercadotecnia la televisión es potencialmente temible; a través de ella, ahora cualquier individuo, en muchas ocasiones peligroso, manipulador, artísticamente maquillado de inteligencia, con prestancia artificial, elegante, cuidado hasta el último detalle, nos dirá qué es lo bueno y qué lo malo, quién es bueno y quién es malo, qué debemos pensar y qué no, qué evento ocurrió como él lo comenta y en los términos en que lo presenta. De esa manera, ahora millones de seres humanos piensan al unísono, como ese personaje de la televisión lo diseñó, sin opciones, sin contraposiciones, sin juicio, sin discusión ponderada, sin deducción personal. A través de la televisión, y de hecho siempre bienvenido, cualquier personaje se puede meter en un hogar fácilmente, sin encontrar resistencia, y entonces roba, impunemente, la posibilidad de pensar y sustituye, en elegante prestidigitación, nuestro pensamiento por el suyo, nuestros intereses por los suyos, nuestro discernimiento por el suyo. Así, compraremos no lo que necesitamos o queremos, sino lo que él necesita vender; pensaremos en torno a lo que él afirma que concierne al destino de la sociedad, no lo que nosotros, en el juego increíble del intelecto, podemos decidir; nos haremos la ilusión de participar en lo que ya fue decidido sin nuestra intervención, posiblemente en un conciliábulo de segundas intenciones que con toda certeza nosotros ignoramos e ingenuamente olvidamos suponer.



*El futuro es impensable sin
la revolución; pero
¿cómo será el futuro amargo
del siglo veintiuno?*

La computación es el más reciente de los destellos del talento humano; si ahora, en las postrimerías del siglo XX pudiéramos resucitar a Eckert y Mauchly, constructores de la primera computadora digital, en 1946, y les presentásemos una computadora personal diseñada en la última década del siglo veinte, de acceso económico para cualquier profesionista medio, que cabe en un portafolios y que puede contener en un disco duro la *Enciclopedia británica* completa, no creerían que tal es el vástago de su inicial computadora; igualmente, les sería sumamente difícil asimilar que puede almacenar 20 mil millones de dígitos binarios de información, que puede elaborar en fracciones de segundos las operaciones estadísticas más complejas y que tiene un procesador de palabras que permite corregir, elaborar e imprimir un manuscrito de cincuenta hojas cincuenta veces en un día.

El desarrollo en esta rama de la tecnología ha rebasado todas las expectativas, todos los récords, todas las exigencias, y ha desafiado en los últimos tiempos las velocidades extremas para las operaciones matemáticas más fantásticas. No hay día en que las revistas científicas o en que distinguidos medios de difusión del nuevo conocimiento dejen de mencionar descubrimientos sorprendentes en el campo de la computación o en los que ella haya desempeñado un papel crucial, sea éste en matemáticas, en biología, en astronomía, en geología, en física o en sociología. La administración moderna es impensable sin la ayuda de programas de computación diseñados para agilizar decisiones, controlar inventarios, contabilizar hasta el más mínimo detalle financiero. Todas las grandes empresas del hombre dependen ahora totalmente de los sistemas de cómputo. La planeación a grande y mediana escala de los movimientos financieros modernos incluyen, sin excepción, computadoras. La dependencia que el hombre moderno tiene con respecto a las computadoras para la mayoría de sus acciones es creciente; pronto será total, y, aparentemente, irreversible. Son tantas las audacias de la computación y las expectativas que el hombre moderno tiene en ella, que una buena cantidad de científicos desarrollan programas destinados a lograr una inteligencia artificial que intenta rebasar a la inteligencia humana, hasta ahora el crisol donde se funden la filosofía, el pensamiento, la cultura, las más complejas funciones del cerebro humano y también la única posibilidad de crear más y mejores computadoras.



¿Cuál es la reacción que en el hombre y su destino acarreará el impetuoso mundo de la computación? Parece que uno de los riesgos más serios es la potencial sustitución que las computadoras pueden hacer en cuanto a nuestra capacidad para resolver problemas usando la lógica, la deducción y la fina elaboración mental. Esto pudiera ser más deletéreo en el cerebro inmaduro de los niños, quienes coincidentemente son ahora grandes usuarios de las computadoras y en especial de uno de sus subproductos, los videojuegos, que parecen ser una de las formas modernas más adictivas y encantadoras de enajenación mental. A causa de la muy reciente incorporación de la computación en la vida cotidiana, y fuera de problemas que parecen pequeños o que por lo menos no afectan al hombre sencillo, como el espionaje por computación y la ingeniosa introducción de virus en programas de computación avanzada, es difícil encontrar muchas reacciones adversas a la maravilla de la computación. Sin embargo, si ocurre como con otras tecnologías que cambiaron el destino del hombre, pronto tendremos, como la historia nos enseña en casos paralelos, toda una pirotecnia de problemas para resolver creados por el advenimiento de la computación. Un tímido ejemplo inicial pudiera ser la guerra y la destrucción planeadas y llevadas a cabo por computación. Algunas de las calamidades que siguen al uso irreflexivo de los espléndidos avances tecnológicos creados por el talento humano han sido llamadas por Chargaff "los frutos amargos del árbol del conocimiento". Hace poco más de cien años, Thomas Carlyle señalaba: "Si se nos pidiera caracterizar estos nuestros tiempos, estaríamos inclinados a llamarlos no la edad heroica, devocional, filosófica o moral; sino sobre todo la edad mecánica.

Es la edad de la maquinaria en todo el sentido interior y exterior de la palabra, la edad que con su avasallador poderío nos adelanta, enseña y practica el gran arte de mezclar los medios con los fines."

Aun así, si evocamos nuevamente la tercera ley de la dinámica de Newton podemos confiadamente predecir que a todas las reacciones adversas que acompañan necesariamente a los grandes avances tecnológicos se antepondrá una nueva reacción favorable generada también por la mente humana y guiada por sus ancestrales valores humanísticos.