

# CIENCIA, TECNICA y SOCIEDAD

## a fines del segundo milenio.

Doctor LUIS M. SANTALO (\*)

**E**N todas las épocas de la historia, la ciencia y la técnica han influido sobre la sociedad ambiente. En los pueblos primitivos, los progresos en la tecnología de los metales o de la cerámica, influían directamente sobre los armamentos y sobre los utensilios destinados a la caza o a la pesca o a las construcciones de viviendas. También influían sobre la producción y conservación de alimentos, en las comodidades habitacionales y en la indumentaria. Lo que hoy llamamos ciencia pura o fundamental, tuvo siempre un papel orientador para la técnica, pero

también contribuyó directamente a moldear la sociedad y a definir la manera de ser de los individuos.

Un hecho trascendental, por ejemplo, fue la introducción del sistema de numeración decimal, con las cifras actuales de origen hindú o árabe, que hizo posible las cuentas con números grandes con relativa facilidad. Ello tuvo lugar lentamente, durante los siglos lindantes con el primer milenio. Sin este sistema ágil de numeración, seguramente no hubieran sido posibles los descubrimientos posteriores, como los desarrollos del álgebra por Cardano y Tartaglia (siglo XVI), ni la expe-

DIRE

Cnl

SUBI

Cnl

DIRE

Cnl

CON

Lic

Cnl

Cnl

Cnl

Cnl

Enr

RED/

Dr.

Lic

ADM

Sr.

ARTI

Sre

DIRE

Lu

142

Impr

E:

Susc

Nº 47

Tod

Los

sab

sión cuantitativa de las leyes de Galileo (siglo XVII), ni mucho menos el cálculo infinitesimal de Newton y Leibnitz (siglos XVII y XVIII), base de toda la ciencia natural de nuestros días.

Otro hecho importante fue el descubrimiento de la imprenta por Gutenberg (1445) que permitió difundir el conocimiento y conservarlo en las bibliotecas, como grandes almacenes de memoria.

La influencia sobre la sociedad de estos descubrimientos, fue en un principio lenta y casi imperceptible para los hombres de una generación. El progreso iba despacio, así como los cambios a que daba lugar. Pero al llegar al siglo XX, la acumulación de los avances teóricos y prácticos de los siglos anteriores, hizo eclosión en una avalancha de novedades, sin parangón con otras épocas. Este progreso explosivo despertó actualmente preocupación por un lado y abre grandes esperanzas por el otro, pues todo va a depender del rumbo que tome el mundo actual, que tiene grandes posibilidades, pero que se presenta a veces inestable y débil para controlarlas.

Actualmente, la influencia de la ciencia y de la técnica sobre todos los órdenes de la vida es tan fuerte, que prácticamente ellas son la base y sostén de la subsistencia. En todos los órdenes de la vida, tanto en alimentos y medicamentos, como en los aparatos caseros y las grandes máquinas de las fábricas, en los medios de comunicación o en los pertrechos de las fuerzas armadas, los aportes de la ciencia y de la

técnica han sido en el presente siglo grandes, numerosos y continuados. Muchas veces estos avances pasan desapercibidos a la mayoría de la población, que se acostumbra a ellos y los considera como cosa natural, llovida del cielo, que aparecen sin esfuerzo ni voluntad creadora. Sin embargo, la realidad es otra. Detrás de cada nuevo invento o perfeccionamiento tecnológico, hay equipos de investigadores que piensan y trabajan para llevar adelante la antorcha del saber humano. La investigación científica, como profesión exclusiva, es cosa de este siglo y sus resultados están bien a la vista.

Para analizar el estado de la ciencia y de la técnica y su influencia en la sociedad, en estos años en que terminan el siglo XX y el segundo milenio, vamos a mencionar sus principales características

**Aceleración en los cambios.** La velocidad de cambio y la aceleración de la misma, son muy superiores, sin comparación, con las de otros periodos de la historia. Por ejemplo, la velocidad de desplazamiento del hombre no pasó durante siglos de la del caballo y aun en el siglo XIX, con los ferrocarriles, apenas llegó a los 80 ó 100 kilómetros por hora. Durante el siglo actual, en rápido crecimiento, la velocidad ha superado la del sonido (unos 1200 km/h) y en los satélites artificiales y taxis aéreos se alcanzan los 30.000 km/h. Con esto el mundo se ha empequeñecido. Se puede viajar rápidamente a todas partes. El turismo se encarga de organizar viajes para visitar países le-

janos y distintas culturas. El hombre se va universalizando y, por contagio natural, las sociedades se van uniformando, con iguales costumbres y análogos modos de vida.

La velocidad en los cambios se nota en todos los aspectos, tanto en el tratamiento de enfermedades y en las comunicaciones, como en las comodidades caseras y ciudadanas. Todas las tecnologías y las maneras de ver y actuar en el mundo, a través de ellas, envejecen rápidamente. La sociedad sufre cambios imprevisibles difíciles de corregir. Las generaciones se van distanciando entre sí, como reflejo de las distintas educaciones seguidas en pocos años de diferencia.

Por otra parte, el progreso incesante hace necesaria la educación permanente. Cualquier profesión u oficio necesita actualizarse sin pausa, para seguir al día con los conocimientos necesarios para un eficaz ejercicio. Los individuos o las naciones que no sigan esa actualización, pronto quedan retrasados respecto de la marcha general y resultan marginados y factibles de dominio o explotación por los conocedores de las tecnologías de punta. Hay que estar preparado para seguir las marchas forzadas a que ha conducido la actual era científico-tecnológica. La educación debe favorecer el desarrollo de un amplio espíritu de cambio, que sea ágil ante las novedades. Esto conmueve y preocupa a todo el sistema educativo. Fuera de la enseñanza formal de las escuelas, la ciudad y el ambiente educan a su manera y cada vez en forma más influyente,

originando un desfase entre la educación formal y la educación de la calle. Hay que procurar evitar esta discontinuidad y hacer que ambas educaciones marchen paralelas y al mismo compás. Las autoridades educativas deben preocuparse no solamente de la enseñanza en las escuelas, sino de la proporcionada por todos los medios de comunicación masiva (radio, televisión, cine).

**Auge de la información.** En los tiempos primitivos, el hombre estaba únicamente enterado de lo que ocurría a su alrededor inmediato. El traslado a distancias grandes era difícil y los mensajes se deformaban por el camino. Por otra parte, hasta que se generalizó el uso del papel y la imprenta (siglo XV) la transmisión del conocimiento era oral o a través de la escritura sobre ladrillos, tablas de cera o pergaminos, difíciles de conseguir y conservar.

Con la imprenta y los libros, las posibilidades de la difusión del conocimiento y, en consecuencia, del progreso general, aumentaron de pronto. Fue sólo necesario enseñar a leer y a escribir para utilizar estas posibilidades. Apareció la necesidad de alfabetizar a la población, tarea lenta pero esencial para el progreso. El hombre culto ya no tuvo que cultivar en exceso su memoria, pues tuvo la posibilidad de usar el conocimiento contenido en los libros. La información, a través de ellos, fue llegando a todas partes. El progreso pudo ser la obra conjunta de hombres de distintas épocas y diferentes nacionalidades, gracias al intercambio de información a través

DIRE

Cnl

SUBI

Cnl

DIRE

Cnl

CON

Lic

Cnl

Cnl

Cnl

Cnl

Em

REDA

Dr.

Lic.

ADM

Sr.

ARTE

Sra.

DIREC

Lul.

1426

Impre

E S

Suscr

Nº 471

Todo  
Los  
sabll

de los textos. Puede decirse que el hombre culto pasó a ser el par indisoluble formado por él mismo y su biblioteca.

Llegamos así a mediados de nuestro siglo, en que la capacidad de información creció bruscamente. La radiotelefonía permitió extender el radio de acción de la palabra hablada a grandes distancias. La televisión extendió también la imagen a cualquier lugar, sin límites ni fronteras. El hombre puede actualmente estar informado, casi al instante, de lo que ocurre en cualquier pueblo o país. Por otra parte, los grandes ordenadores permiten guardar en su memoria enormes cantidades de datos en pequeño espacio. Las publicaciones impresas, al estilo tradicional, son tantas y tan diversas, que ya es imposible conocer la mínima parte de ellas que puede ser útil a cada persona interesada. Se calcula que se editan anualmente en el mundo más de 60.000 publicaciones periódicas y un número de libros del orden de los 100.000. Las bibliotecas, públicas o privadas, no alcanzan a almacenar todo lo que se publica. Por esto se está generalizando el uso de los ordenadores, capaces de almacenar toda esta enorme cantidad de información en poco espacio y de suministrarla en breve tiempo al interesado que lo requiera. El hombre culto del tercer milenio, en vez de ser el par formado por él y su biblioteca, será el hombre informático, constituido por él mismo y una terminal de computadora.

Hoy día se puede estar informado, a través de los satélites artificiales, de lo que ocurre en cualquier

país o región del mundo, sea en cuanto a cosechas o tiempo meteorológico, sea en cuanto a movimiento de tropas o buques. Los especialistas pueden también estar informados de cualquier dato que les interese, acudiendo a los bancos de datos almacenados en los grandes ordenadores o computadoras. Lo mismo ocurre con los gerentes de empresas o con los responsables de los controles de gestión de cualquier actividad, que pueden estar informados al instante de todo lo que de ellos depende.

Aparte de la información, basada en su gran capacidad de memoria, las computadoras u ordenadores actuales permiten ensayar modelos matemáticos, en los que son tenidos en cuenta gran cantidad de datos (parámetros) y así poder estudiar cómo influye sobre el sistema la variación de algunos de ellos. A veces, pequeñas alteraciones en unos parámetros producen grandes cambios (catástrofes) en todo en partes específicas del conjunto. El estudio de estos modelos permite, por tanto, predecir comportamientos de manera más segura que procediendo por intuición, y mucho más rápida que haciendo los cálculos efectivos al estilo tradicional. Teniendo en cuenta que tanto el mundo de los negocios, como en las acciones de gobierno, la información es esencial para toda toma de decisión, se comprende el influjo de las modernas computadoras en la marcha de la sociedad actual.

**El uso de la información.** La posibilidad de almacenar grandes cantidades de información y tenerla rápidamente a mano para su uso,

no puede ser despreciada. Cada país debe tener sus propios bancos de datos, en todas las esferas, como ser: estadísticas de cosechas, de fenómenos meteorológicos como tornados o crecidas no usuales de los ríos, estadísticas escolares e industriales, estadísticas sobre la existencia de minerales y sobre la agricultura y ganadería, estadísticas de importaciones y exportaciones, análisis de mercados y encuestas de



DIRE

Cnl

SUBI

Cnl

DIRE

Cnl

CON

Lic

Cnl

Cnl

Cnl

Cnl

Em

REDA

Dr.

Lic

ADM

Sr.

ARTE

Sra

DIRE

Lui

1426

Impre

E S

Suscr

Nº 471

Todo

Los

sabl

opinión, biología y geología de las distintas regiones, etcétera. Todo ello cabe en la memoria de las modernas computadoras y puede estar al servicio, casi al instante, de cualquier interesado. El problema consiste en estar preparado para usar con provecho esa masa ingente de información disponible.

Puesto que, sea o no de nuestro agrado, vivimos en un mundo dominado por la tecnología, hay que educar desde la escuela elemental para vivir en este mundo y para que el futuro ciudadano pueda moverse con soltura en el mismo, para provecho propio y de toda la sociedad. Hasta hace poco el problema cultural de los países era la alfabetización, puesto que era necesario poder leer los libros y publicaciones periódicas para estar informado del medio ambiente y poder obrar en consecuencia. La alfabetización actual, cada vez más, no consiste en saber leer y escribir, lo que se supone superado en la mayoría de las naciones, si no en adquirir habilidades para actuar en informática y saber utilizar la información disponible para actuar correctamente. Es evidente que al leer se pierde el calor de la palabra hablada. Las historias y poesías contadas por los juglares y trovadores de otras épocas, así como las declamaciones de los grandes tribunos, ejercían seguramente más impacto sobre los oyentes, que la fría palabra escrita sobre sus lectores. Por esto es natural que actualmente exista cierta prevención para el uso de computadoras (en todo su espectro de posibilidades, no solamente en el computacional), que son todavía más

frías y toscas que la literatura escrita, tal vez en mayor proporción que esto lo es al respecto de la palabra hablada. Pero el progreso obliga a adaptarse a la corriente general. Los modernos trenes subterráneos de muchas grandes capitales, por ejemplo, no tienen prácticamente empleados. La información necesaria está dada apretando botones especiales y mirando letreros indicadores. Las clásicas ventanillas de "informes", así como las expendedoras de billetes, son sustituidas por máquinas automáticas. Se hace necesario adquirir el hábito de utilizar estos modernos medios. De manera análoga, las clásicas guías telefónicas, se están sustituyendo en muchas ciudades por terminales de computadora.

El problema de la educación moderna consiste en preparar para este mundo tecnificado. Podemos creer, personalmente, que el progreso tecnológico es peligroso para el hombre y que hubiera sido mejor evolucionar hacia un mayor cultivo intelectual, más hacia el mundo de las ideas que hacia el de las cosas. Pero el hecho es que, puesto a elegir, son pocos los que quieren renunciar al progreso: se prefiere un auto al caballo, un televisor a un aparato de radio y un antibiótico a una cataplasma. Y una cosa lleva a la otra. No se puede añorar el pasado, con su tranquilidad y lentitud, y al mismo tiempo querer aprovechar los progresos de la vida actual, llena de tensión y competencia.

No hay que creer, sin embargo, que la vida moderna "maquinice" al hombre y haga perder los dones espirituales que le caracterizan. Al

contrario, se necesita más agilidad mental para sacar consecuencias de las indicaciones de un "robot", que para escuchar las informaciones habladas de otra persona. Cuanto más sofisticados son los aparatos que hay que manejar, más inteligencia se necesita. Se trata de un cambio de postura. El complemento a la educación formal de la escuela, se adquiriría antes leyendo libros de cuentos o historietas. Actualmente la educación extraescolar proviene de la televisión y de los juguetes electrónicos que obligan a saber dar órdenes para que la máquina actúe correctamente. El hombre informático tiene más dones de mando, pues está acostumbrado a impartir órdenes a las máquinas, que el hombre sabio, de gran riqueza espiritual, pero sin recursos para dominar la naturaleza y aprovechar todos los dones de la misma.

La gran cantidad de información de que se dispone actualmente para tomar cualquier decisión, hace que ya no sea posible actuar tan sólo por intuición o habilidad personal, pues la realidad, formada por innumerables factores entrelazados, es demasiado difícil y complicada para que pueda ser tratada por una inteligencia normal. Hace falta tener en cuenta toda la información disponible y saber manipularla adecuadamente. De aquí las teorías actuales sobre tomas de decisión, optimización y reconstrucción de muestras. Los factores a tener en cuenta son siempre muy numerosos y el trabajo en equipo aparece como una necesidad. Ya durante la última guerra mundial, con la investigación operativa, se vio la necesidad de la colaboración de

científicos, humanistas y estrategas para coordinar acciones y decidir operativos. Actualmente, esta necesidad de colaboración es cada día más evidente. Problemas de matemática y física pueden ser fundamentales en medicina (tomografía computarizada). Cuestiones puras y abstractas relativas a los números primos, son la base de los métodos criptográficos de máxima dificultad de descifraje. El cálculo de matrices es útil en sociología, para la determinación de camarillas dentro de una colectividad, en psicología, a través del análisis factorial, y en muchos puntos esenciales de la investigación operativa.

Es difícil poder comparar el momento actual de la historia, con otras épocas, para así poder deducir consecuencias para el futuro. No hay experiencias previas para una posible prognosis relativamente segura. En grandes líneas, podríamos decir que así como el fin del primer milenio significó la extensión de la cultura a través del sistema de numeración decimal, que rompió una primera barrera para el cálculo numérico, y del descubrimiento de la imprenta, que permitió un primer crecimiento rápido de la información, al terminar el segundo milenio nos encontramos con las computadoras, que como tales rompen una segunda barrera para el cálculo, y como ordenadores multiplican exponencialmente las posibilidades de información y de memoria. En ambos casos se trata de momentos críticos, en que el hombre se encuentra de repente dueño de nuevas posibilidades y con cierta sensación de miedo para el futuro. El primer milenio, con la lentitud ca-

DIRE

Cnl

SUBI

Cnl

DIRE

Cnl

CON

Lic

Cnl

Cnl

Cnl

Cnl

Em

RED/

Dr.

Lic

ADM

Sr.

ARTE

Sra

DIRE

Lui

142

Impre

E S

Suscr

racterística de la época, desembocó en el Renacimiento, origen del esplendor científico-técnico actual. El segundo, está terminando con una aceleración creciente que hace más peligrosa su estabilidad.

La gran cantidad de conocimiento acumulado, que sigue en vertiginoso crecimiento, ha colocado a la humanidad ante una posición de equilibrio inestable, con la posibilidad de que se solidifique y evolucione para el bien, canalizando las gran-

des posibilidades hacia una vida mejor e iniciando una nueva era de esplendores y esperanzas, o bien que todo se desmorone y derrumbe, entrando en un período de oscurantismo y desolación. El instinto de conservación hace más probable la primera alternativa que la segunda, pero en ello estamos todos involucrados y todos debemos asumir la responsabilidad de contribuir, cada uno dentro de sus posibilidades y de su lugar de acción, a que así sea.

♦ ♦ ♦

(\*) Doctor en Ciencias Exactas, Universidad de Madrid.

**CARGOS DESEMPEÑADOS:** Investigador principal y Vicedirector del Instituto de Matemáticas de la Universidad Nacional del Litoral, Rosario. Jefe Instructor del Seminario Matemático de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. Profesor de Matemáticas Superiores de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la Universidad Nacional de La Plata. Profesor de Geometría de la Escuela Superior Técnica. Miembro de la Sección Matemática de la Comisión Nacional de Energía Atómica. Profesor titular, plenario y Emérito de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

**ANTECEDENTES ACADEMICOS:** Ex Presidente de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Miembro de varias Academias Científicas nacionales y extranjeras. Doctor Honoris Causa de Universidades Nacionales y Extranjeras. Profesor Honorario de la Universidad de La Plata. Ex miembro del Directorio en el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Ex Presidente del Comité Interamericano de Educación Matemática. Ex Vicepresidente de la Asociación Argentina para el Progreso de la Ciencia. Miembro de la Mesa Directiva de la Sociedad Científica Argentina.

**PREMIOS OBTENIDOS:** Primer Premio Nacional de Cultura. Premio "Sociedad Científica Argentina". Premio Mibashan, otorgado por el CONICET. Premio Fundación Severo Vacaro. Premio "Príncipe de Asturias" de Ciencia y Técnica.

Nº 471

Todo  
Los  
sabl