

CAPÍTULO I

LA TERCERA GRAN REVOLUCIÓN INDUSTRIAL DEL PRESENTE

ANTECEDENTES Y DESENCADENAMIENTO DE LA TERCERA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Durante las décadas de los años 50s, 60s y 70s del siglo actual, los avances científicos y tecnológicos no cesaron en ningún momento de realizarse. Aunque, claro está, la mayor parte de esos progresos no se difundieron, a la espera del detonante que presionara al sector productivo para asimilarlos en su funcionamiento. Ese detonante se activó en 1973, a partir del shock petrolífero generado por el alza violenta del combustible, realizada por la Organización de los Países Exportadores de Petróleo (OPEP), que se hallaba bajo el control de los países enfrentados por entonces en guerra contra Israel, apoyado por los Estados Unidos y las potencias europeas, a todos los que se propusieron castigar con esa medida los productores de petróleo. En esta perspectiva, los precios del barril de crudo evolucionaron hacia el alza, como se desprende de la serie que va en seguida:

1973	US\$ 5,8 el barril
1974	US\$ 12,8 el barril
1978	US\$ 13,1 el barril
1979	US\$ 27,4 el barril
1980	US\$ 35,2 el barril

Como se ve en la serie anterior, en 1974 el precio del crudo se había más que duplicado con referencia al que tenía el año anterior, y un lustro después (en 1979), la cotización del barril pasó a los 27,4 dólares para alcanzar la cifra récord de 35,2 dólares el año 1980. Dado que la tecnología que se desarrolló en el curso de la Segunda Revolución Industrial, y que

era la que se empleaba en la década de los 70s, se fundaba en el empleo del petróleo barato (y en la industria pesada venida del siglo pasado), un incremento de precios tan grande como el habido en el crudo tenía que generar, como efectivamente generó, una conmoción gigantesca, lo que obligó a las potencias industriales a reorientar toda su tecnología, haciendo que ella tuviera estas tres particularidades distintivas:

1. En primer lugar, la nueva tecnología debería emplear la menor energía posible, así como también un mínimo de mano de obra.
2. En segundo lugar, debería ser una tecnología de muy amplia incidencia en todos los aspectos de la vida individual y colectiva; y
3. En tercer lugar, debería ser una tecnología que, teniendo una elevada productividad, emplee menos materias primas valiosas o tradicionales que sus precedentes.

Tres grupos tecnológicos satisfacen plenamente las anteriores particularidades impuestas por la nueva situación; estos 3 grupos son: la robótica, la ingeniería genética (o bioingeniería) y las telecomunicaciones. En el centro de la robótica y las telecomunicaciones se encuentra la tecnología de los ordenadores que son la nueva forma de operar el trabajo industrial, con el intenso empleo de la electrónica. La química tradicional, basada en el petróleo, fue reemplazada en la nueva perspectiva por la biología fundada en la genética, que emplea microorganismos en la producción de artículos químicos, farmacéuticos y textiles. Pero veamos la forma en que evolucionaron en el mundo los tres grupos tecnológicos apuntados.

1) LA ROBÓTICA

El primer robot industrial fue construido en 1961 por Joseph Engleberger (EE.UU.) quien acopló a un ordenador brazos mecánicos articulados, con lo que tuvo el primer robot al que se le conoce como el “**unimate**”. En los años sucesivos se fue mejorando el modelo inicial, de manera que cuando en los primeros años de la década de los 70s progresó enormemente la microelectrónica, el costo de los robots bajó substantivamente, lo que fue percibido tempranamente por la industria automotriz japonesa, que desde 1970 empezó a utilizar en sus plantas de montaje estos nuevos aportes al proceso productivo (a poco, la

siderometalurgia también generalizaría el uso de los robots industriales perfeccionados). Como es sabido, los robots no sólo resultan mucho más baratos que la mano de obra humana, sino que no cometen errores y pueden trabajar sin interrupciones, sin requerir calefacción, ni luz, ni tiempo especial por razones de fatiga, (pues ellos pueden corregir sus propios defectos o arreglar sus sistemas, si sufren algún daño eventual).

El ritmo tan intenso en que la industria japonesa se robotizó, se tradujo en el aumento de la velocidad de penetración del automóvil nipón en los mercados norteamericanos y europeos, con el correlativo retroceso de la producción local: mientras en 1978 los EE.UU. fabricaron 13 millones de unidades de coches, dos años después, en 1980 tal cifra descendió a los 8 millones y en 1982 ellos montaron únicamente los 5 millones; esto significó no solamente que muchos de los mercados de exportación los habían perdido, sino lo que es aún peor: había ocurrido que ese año de 1982, el 27 por ciento del mercado interno de los EE.UU. era ya cubierto por los coches japoneses; dado que, al paso en que se iba, los Estados Unidos habrían presenciado la quiebra total de su enorme industria automovilística, el propio presidente del país norteamericano viajó a la capital japonesa para pedir (y lograr) que los mismos productores nipones frenaran sus exportaciones destinadas a la potencia norteamericana, bastante herida comercial y económicamente. Pero no solamente Norteamérica sufrió la agresividad comercial asiática; también Europa vio invadidos sus predios por los coches japoneses, que en 1982 cubrían el 10 por ciento de la demanda automotriz alemana. Asimismo, Inglaterra perdió el 30 por ciento de su mercado interno de automotrices, proporción que también correspondió a Bélgica. Este cuadro sólo tuvo una excepción: Francia, que protegió enérgicamente su mercado interno, sin que para ello le importara violar abiertamente acuerdos y tratados vigentes; para los gobernantes galos, antes que todos los acuerdos y convenios internacionales está la defensa de su economía propia. Es de advertir que, paralelamente con ese enérgico proteccionismo, Francia tomó medidas para impulsar su política de modernización y de innovaciones tecnológicas.

Es claro que la conmoción provocada por el Japón en todo el mundo, aquél histórico año de 1982, dio comienzo a una verdadera guerra por la robótica en las esferas en que se mueven los países más poderosos: el año de 1980 el Japón produjo 3 000 robots, mientras EE.UU. sólo llegó a poner en el mercado 1 300; años después, en 1985 el país asiático sobrepasó los 30 000 robots producidos, en tanto que los

norteamericanos apenas se aproximaron a las 6 000 unidades. Dado que las proyecciones indicaban que, hacia 1990, Japón tendría una producción de 60 000 robots industriales al tiempo que EE.UU. únicamente alcanzaría unos 22 000 de dichos aparatos, las más gigantescas corporaciones norteamericanas se han puesto a diseñar planos secretos para perfeccionar los robots hoy existentes y aumentar sustantivamente su producción: la IBM tiene ya un robot con dedos que pueden palpar y agarrar objetos; a su vez, la General Motors cuenta con un robot que puede pintar un automóvil en un tiempo relativamente pequeño; la Westinghouse ha montado un gran centro productor de robots, lo mismo ha hecho la Bendix; la United Technologies ha inventado un robot soldador altamente sofisticado. Frente a esas medidas norteamericanas, la Fujitsu Fanuc del Japón está ampliando sustantivamente sus plantas dedicadas a la fabricación de robots mucho mejores que los actuales, al tiempo que la Kawasaki Heavy Industries ha construido una enorme planta de 76 millones de dólares que, de hecho, es la más enorme fábrica productora de robots del mundo entero. En la carrera robótica participan también las potencias europeas, que exhiben en su haber el mérito de contar con los aparatos más avanzados del universo: la empresa sueca Asea produce el más notable robot del mundo, el que hace soldaduría por arco (de hecho, su similar japonés no es sino una copia del modelo original sueco); las empresas alemanas Kuka Mann, Volkswagen y Daimler-Benz también fabrican robots soldadores; el robot italiano Allegro es uno de los más destacados en el montaje automotriz, conjuntamente con el Sigma producido por la Olivetti también italiana, la Federación Rusa, de su lado, se encuentra empeñada en superar el retraso relativo que muestran sus industrias dedicadas a la microelectrónica y a los ordenadores (que vienen a constituir el corazón mismo de la robótica), para lo que ha tomado enérgicas medidas orientadas a la aceleración del adelanto de las ramas que se dedican a este tipo de productos de la tecnología actual.

2) LA BIOINGENIERÍA

A mediados del siglo XVII, el comerciante holandés Leewenhoek describió sistemáticamente los microorganismos que había logrado observar con el empleo de sus rudimentarios microscopios (microbios a los que denominó “animálculos”) con lo que se dio inicio a la Biología. Esta ciencia, sin embargo, tardó un tanto en su evolución, hasta que en el Siglo XIX, Louis Pasteur (1822-1895) demostró terminantemente que los

microbios no aparecían por generación espontánea sino que ellos se trasladaban por el aire, contaminando por este medio a todos los alimentos que estaban expuestos y sin protección; Pasteur puso de manifiesto, igualmente, que todos los procesos de fermentación provienen de intensas actividades microbianas, aunque fue recién a mediados del Siglo XX que se pudo diferenciar la putrefacción (causada por las bacterias) y la fermentación (causada por las levaduras).

Se estima que las bacterias hicieron su aparición en la tierra probablemente hace unos cuatro mil millones de años; a lo largo de esa enormidad de años, ellas se fueron adecuando a las condiciones más duras de vida, lo que les permite hallarse en todos los rincones y vericuetos del planeta: se les encuentra en las laderas de los volcanes, en zonas sulfurosas y en ambientes con temperaturas próximas a los de la ebullición del agua; las hay a más de 2 000 metros bajo la superficie marítima, etc.; la NASA ha detectado bacterias a la altura de 30 kilómetros; los especialistas estiman que en cada hectárea de tierras agrícolas existen de 200 a 5 500 kilos de microbios, lo que se explica por la gran velocidad de reproducción que tienen, cuando las condiciones les son propicias, en cuyo caso su expansión es sencilla: habiendo calor, humedad y alimentación crecen a velocidades enormes, dividiéndose en dos cuando su tamaño llega a un cierto volumen. Se estima que en condiciones óptimas y sin que existan limitantes externos, las bacterias podrían alcanzar una masa mayor que todo el planeta tierra en el breve lapso de tres días. Su versatilidad y capacidad reproductora explican, por lo demás, que el 90 por ciento del material viviente que existe en la tierra esté constituido por los microbios. Se calcula que en cada centímetro cuadrado del cuerpo humano viven unas 100 000 bacterias, siendo la mayor parte de estos seres micros-cópicos benéficos para las personas, (lo que explica la dependencia humana respecto a las mismas). La versatilidad alimenticia de las bacterias es tan grande, que algunas variedades de ellas cuando son puestas en desechos minerales pueden consumir todos los materiales que ellos contengan y que no sean ciertos minerales, así es que por este procedimiento de lixiviación «natural» se puede obtener directamente cobre en minas de cielo abierto (como efectivamente se está haciendo en Canadá y los EE.UU.); Sudáfrica está empleando bacterias como purificadoras metálicas en sus minas de uranio; las grandes empresas siderúrgicas emplean bacterias para provocar alteraciones en la composición química de algunos tipos de hierro para obtener otros más adecuados o deseados; hoy se están empleando bacterias para limpiar compuestos químicos, sustrayéndoles

productos petrolíferos, asfalto, polietileno y hasta poderosísimos venenos como el fenol, el DDT y aun el “agente naranja”, que es el poderoso defoliante empleado por los EE.UU. en la guerra de Vietnam.

Pero los hongos y las bacterias no sólo pueden ser útiles por lo que consumen, sino también por lo que producen, pues ellos pueden generar un moho que mata las bacterias infecciosas, como es el caso de la penicilina y la estreptomicina.

En cuanto a la fermentación, ella está vinculada a muchos de los últimos miles de años de la vida humana. Este es el caso de los sumerios y los babilonios, que fabricaban cerveza a partir de la cebada; los incas obtenían el ajha (o chicha) por la fermentación del maíz; así es que por este camino experimental y de observación sistemática nació el malteado; también se obtuvieron los cereales germinados, la destilación de las bebidas alcohólicas, los vinagres y el queso, el pan, el yogurt, el sake, etc. Pero estos procedimientos que acompañan a la humanidad desde hace milenios, de pronto tuvieron un vuelco cuando en 1953 Watson y Crick descubrieron la estructura molecular del ADN, que contiene el código genético y que encierra la clave de la vida: el gen señala a la célula cómo debe proceder y qué debe hacer y también qué producir, señala el camino de la vida y también la fecha de la muerte (es como el software que manda a los ordenadores lo que deben hacer en cada momento). A partir de este descubrimiento, se fueron profundizando los conocimientos que se tiene sobre los genes, que son partes integrantes de las hélices en que se expresa la molécula de ADN; se descubrió, por ejemplo, otro ácido parecido al ADN, pero que a diferencia de éste no se halla en el núcleo sino que se encuentra esparcido en toda la célula, teniendo como función la de transmitir y ejecutar las órdenes procedentes del ADN. A base de todos estos avances, en 1973 dos científicos (Boyer de la U. Berkeley y Cohen de la U. de Stanford) concibieron y ejecutaron la hazaña de trasladar los genes de un organismo a otro, con lo que algunas propiedades o comportamientos de un ser viviente se pueden transferir a otro ser viviente también microscópico; así es como se dio nacimiento a la llamada ingeniería genética, que hoy constituye uno de los puntos más altos de la ciencia y tecnología de vanguardia. Posteriormente, Cohen mismo explicó los posibles alcances de la novísima especialidad científica, en los términos siguientes: **“La manipulación de genes amplía las posibilidades de construir células bacterianas que pueden cultivarse y a un precio reducido, y que sintetizarán una amplia variedad de sustancias producidas biológicamente, como**

son los antibióticos y las hormonas e incluso enzimas capaces de convertir directamente la luz solar en sustancias alimenticias o en energía utilizable. Quizá proporcione incluso una base experimental para introducir nueva información genética en las células vegetales y animales”.

En 1977, la primera empresa de ingeniería genética del mundo empezó a producir hormonas cerebrales para su venta médica comercial, además de otras hormonas más. El año 1982, en el puerto inglés de Liverpool, comenzó a funcionar la primera fábrica dedicada a la producción de insulina humana. Para entonces ya se vendía en los mercados médicos el Interferón para el tratamiento del herpes y algunas formas de cáncer, factores sanguíneos para la cura de la hemofilia, agentes anticoagulantes que permiten el tratamiento más eficaz de los males cardíacos, la hormona que controla el crecimiento de los huesos humanos, sustancias (como las citoquinas y las linfoquinas) empleadas en el equilibrio de los sistemas inmunológicos, sustancias específicamente empleadas en el control de los estados anímicos, y así sucesivamente.

En la actualidad operan una gran cantidad de empresas dedicadas a la producción de alimentos y medicinas, radicadas en los países más poderosos del planeta. Esta novísima industria biogenética puso en retroceso a todas las que, empleando procedimientos tradicionales, se dedican a la fabricación de artículos similares, y el tiempo opera en favor de aquéllas y en desmedro irremisible de las que usan tecnologías que son del pasado.

3) LAS TELECOMUNICACIONES

Las telecomunicaciones están cambiando todas las formas de vida y de trabajo tradicionales. Tomemos para probarlo, el caso de la burótica (o de la tecnología de la oficina) expresada en que las grandes empresas de los países más poderosos tienen en sus oficinas computadoras, en las que al teclearse un terminal aparece en la pantalla el texto (carta, oficio o memorándum) que se pretende remitir a otro lugar, para cuyo efecto se pulsa el botón de envío y a los pocos segundos la comunicación se refleja en la pantalla de otra oficina del mismo edificio o de otra ciudad a miles de kilómetros de su punto de remisión. Pero los ordenadores de las telecomunicaciones se están empleando también en las viviendas particulares, de quienes quieren establecer comunicación a distancia. A

su vez, el fax puede enviar transcripciones exactas de textos o diseños, de una ciudad a otra o de un país a otro (con el efecto de que las fronteras ya no son ningún filtro y el espionaje deviene casi en incontrolable). Asimismo, ahora se está generalizando el empleo de la caja de comunicaciones, que resulta de la fusión del ordenador con la televisión, lo que permite hacer todas las operaciones comerciales sin el requisito del desplazamiento, como por ejemplo, tener cotizaciones, pagar facturas, comprar alimentos, etc. Como las informaciones periodísticas por la telemática son tan rápidas, los periódicos están cambiando ya su contenido, sustituyéndose las informaciones por los artículos largos y los análisis y gráficos extensos. Los teléfonos conectados a ordenadores pueden buscar a la persona con que se quiere establecer comunicación, mientras el interesado realiza otras tareas. Las centrales de informaciones pueden transmitir a cualquier punto textos de cualquier tipo, referido a publicaciones de cualquier parte del mundo, etc.

De su lado, los semiconductores y la fibra óptica están dando un nuevo impulso a la revolución fantástica de las telecomunicaciones. La fibra óptica no es sino un cable que permite transmitir comunicaciones o informaciones mediante pulsiones de láser; hasta ahora estas comunicaciones se realizaban por medio de los cables de cobre, con el efecto de que las grandes ciudades ya no pueden soportar la enormidad de cables cupríferos de todo grosor que las comunicaciones modernas requerían; pero esto ya está acabándose, pues las redes de fibra óptica y las ondas luminosas están sustituyendo rápidamente a los pesados cables de cobre, debido a que la economía que se obtiene con el cambio es de tal magnitud que por una fibra óptica del grosor de un pelo pueden pasar 50 000 llamadas telefónicas de ida y vuelta, para lo cual se precisan 5 cables de cobre con el diámetro de medio metro cada uno (la diferencia económica a favor de la fibra óptica es, como puede verificarse, absoluta y total). Por eso es que las más grandes empresas transnacionales se han volcado a la fabricación de fibra óptica: la Corning Glass de EE.UU. la produce en gran escala, pero también hace lo propio la Fujitsu Fanuc y la National Electric C. (NEC) del Japón, la Siemens de Alemania, la Philips de Holanda, y ya están entrando en el negocio la Nippon Telegraph and Telephone (NTT). Conjuntamente con esto, las grandes empresas compiten por sus países en el establecimiento de satélites artificiales, a través de los cuales se captan informaciones, se efectúan tomas fotográficas y se viabilizan las comunicaciones a larga distancia en tiempos fantásticamente cortos, así como se realizan las comunicaciones a larga distancia, en lapsos increíblemente breves.

LA ESTANFLACIÓN EN LOS INICIOS DE LA TERCERA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Si se revisa la evolución del P.B.I. de los países industrializados, fluye claramente que en la década de los años 70s la intensidad de la expansión de esas economías decayó en relación con la que tuvo en la década anterior. Esto es una de las tantas paradojas que exhibe la economía, ya que los grandes cambios de la época contribuyen al incremento de la productividad, pero esto, en lugar de impulsar la expansión provocó una suerte de estancamiento, según puede verificarse en la siguiente serie:

Cuadro Nº 1

**Tasa porcentual de crecimiento anual P.B.I.
en las décadas 60-70 y 70-80**

Países	60-70	70-80
Suiza.....	4,6 %	1,3%
R.F. Alemana.....	4,7 %	2,8%
Francia.....	5,6 %	3,7%
Italia.....	5,7 %	3,1%
Gran Bretaña.....	2,8 %	1,8%
Estados Unidos.....	3,8%	2,8%
Japón.....	11,1%	5,0%

Fuente: «Le Mois», S.B.S. Suiza.

De conformidad con las tasas que muestra el Cuadro Nº 1, los 7 países considerados habían tenido una variación promedio (aritmética) de crecimiento en el década de los años 60s, del 5,5 por ciento anual, en tanto que en la década siguiente (de los años 70s) dicha tasa descendió hasta el 2,9 por ciento anual, lo que significa que se produjo una desaceleración del crecimiento de tales países a casi la mitad, de una década a la otra. Desde el punto de vista de la evolución perspectiva, las cifras relativas a aquéllas ponen de relieve que al comenzar la década de los años 70s la Segunda Revolución Industrial había llegado a su fin; en otras palabras, hacia fines de los años 60s y comienzos de la década de los 70s, el tipo de la tecnología que había sido el fundamento de la

Segunda Revolución Industrial se había agotado ya en forma definitiva. A este agotamiento se le agregó o sumó la crisis energética de 1973, que al provocar la elevación violenta de los precios del crudo remeció todo el edificio levantado sobre la base del petróleo barato.

Uno de los países que más sufrió por causa del alza de los precios del crudo fue Japón, que por primera vez en su historia de la post-guerra vio caer fuertemente su PBI per cápita y experimentó un déficit de 10 mil millones de dólares en su Balanza de Pagos. Un hecho relevante de este largo lapso es que, conjuntamente en la desaceleración del crecimiento, se presenta una elevación de las tasas inflacionarias en los países más industrializados, como se puede verificar en el cuadro siguiente:

Cuadro Nº 2

Tasa de inflación anual de los países industrializados

Países	60-70	70-80
Suiza.....	3,3 %	5,0 %
R.F. Alemana.....	2,6 %	5,1 %
Francia	4,0 %	9,6 %
Italia.....	3,9 %	13,7 %
Gran Bretaña.....	3,9 %	13,7 %
Estados Unidos.....	2,7 %	7,8 %
Japón	5,7 %	9,0 %

Fuente: "Le Mois", S. B. S. Suiza.

Conforme al Cuadro Nº 2, los 7 países más industrializados tuvieron una tasa inflacionaria anual promedio (aritmético) del 3,7 por ciento en la década de los años 60s, que pasó 9,1 por ciento anual en la década de los años 70s. O sea que, pese al hecho de que la demanda decayó (lo que explica la declinación de las correspondientes tasas de crecimiento del PBI) el índice inflacionario se aceleró, dándose origen al fenómeno particularmente actual de la inflación con recesión o "**estanflación**". Este comportamiento, al que desde la perspectiva neoclásica se le podría denominar anormal o "**absurdo**" se explica porque las economías modernas se hallan sometidas al dominio de las grandes corporaciones, que pueden elevar sus precios (para compensar sus menores ventas) aunque la demanda se contraiga porque los productos que ofertan son de demanda inelástica.

Otro hecho digno de remarcarse es que, pese a la crisis de 1973, el Japón es el país que más alta tasa de crecimiento de su P.B.I. muestra (la que durante la década de los años 70s fue del 5,0 por ciento anual) en tanto que los Estados Unidos muestra una tasa promedio anual de crecimiento de su P.B.I. de sólo el 2,8 por ciento, lo que sumado al hecho que esa misma potencia había exhibido en la década anterior la tasa más baja de su P.B.I. explica suficientemente que los Estados Unidos es el país que más ha sufrido por los cambios de la época, con el resultado de que su posición relativa en el mundo ha disminuido. Asimismo, para protegerse de las consecuencias derivadas de la retracción, las distintas potencias han procedido a crear bloques económicos, o han tomado medidas orientadas a que los procesos correspondientes se aceleren; esto explica que: (1) La **Comunidad Económica Europea** entrará en pleno vigor hacia 1992; (2) El **Mercado Común de América del Norte** al que se ha denominado integración silenciosa (porque se ha realizado en el plano de los hechos antes que en las negociaciones especiales) en su fase inicial comprende la integración entre EE.UU. y Canadá (desde 1992) para luego proceder a la práctica absorción de México en el bloque; (3) El **Eje Económico de la Cuenca del Pacífico**, que es la nueva espina dorsal alrededor de la que va girando la economía mundial, formado principalmente por el Japón e integrado por Australia, Nueva Zelanda, Canadá, Estados Unidos, Hong Kong, Singapur, Corea de Sur y del Norte, Taiwan, Indonesia, Malasia, Filipinas y Tailandia, sea una vigorosa realidad; (4) La **Integración Económica de los Países Nórdicos** (Suecia, Noruega y Finlandia) basada fundamentalmente en la gran cooperación e integración de sus industrias del conocimiento, se intensifica más aún; (5) La **Comunidad Económica de América Latina**, que hasta ahora ha sido más teórica que real, deberá llevarse a cabo por los imperativos de la hora; (6) La **Comunidad Económica de la Europa Oriental**, bajo la guía rusa y que hoy encara una necesaria reestructuración económica profunda, busca alguna forma de reanimación.

DE LA CRISIS ENERGÉTICA DE 1973 A LA CRISIS DE 1981-1983

En los países industrializados, los momentos más depresivos de sus ciclos económicos fueron 1973 y 1982; en 1973 se presentó una brusca caída económica por causa de que el precio de una materia prima esencial y sumamente difundida que es el crudo, sufrió una violenta alza; en 1982, en cambio, la crisis se debió a que, como el Japón se había lanzado a la

aplicación de las novísimas tecnologías al comenzar la década de los 80s, sus productos de alta calidad y bajo precio invadieron los mercados de EE.UU. y Europa, provocando un exceso en la oferta del producto local y la semi paralización de grandes ramas productivas, como es el caso de la industria automotriz norteamericana (que vio cubierto su mercado interno, en un tercio, por productos japoneses) o de la industria siderúrgica norteamericana y europea (que de pronto se encontraron con que los productos japoneses, fabricados con el empleo de robots y que emplean menos gasolina, invadieron sus mercados con artículos de alta calidad y de bajos precios) o de la industria naviera europea (cuyos astilleros pararon debido a que no podían competir con sus similares japoneses, altamente robotizados), etc.

El hecho es que, en 1982, el PBI de algunas potencias como Suiza, Alemania Occidental, Italia y Estados Unidos sufren un fuerte decrecimiento (o muestran una tasa negativa de expansión) como se puede verificar en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 3

**Crecimiento económico de los países más industrializados
(Tasas anuales del P.B.I. Real)**

Países	70-80	1981	1982	1983
Suiza.....	1,3%	1,5%	-1,2%	0,7%
R.F. Alemana.....	2,8%	-0,3%	-1,1%	1,3%
Francia.....	3,7%	0,3%	1,8%	0,7%
Italia.....	3,1%	0,2%	-0,4%	-1,2%
Gran Bretaña.....	1,8%	0,7%	2,1%	3,4%
Estados Unidos.....	3,1%	2,5%	-2,1%	3,7%
Japón.....	5,0%	3,0%	3,3%	3,0%

Fuente: Precios al Consumidor: «Le Mois», S.B.S. Suiza.

Como puede verse en el cuadro N°3, en la década de los años 70s la economía japonesa mostró las tasas anuales más altas en cuanto al crecimiento económico (en el conjunto de los 7 países considerados) siendo notable que mantenga su liderazgo en los comienzos de la década de los 80s, mientras Alemania muestra un fuerte bache en 1981 (pues decrece su PBI en menos de 0,3 por ciento) en tanto que el año 1982 cuatro países muestran una brusca o violenta caída en su PBI, esos países son: EE.UU. (menos 2,1 %), Suiza (-1,2 %), R.F. Alemania (-1,1 %) país que muestra una crisis negativa que se prolonga por dos años consecutivos, e Italia (-0,4 %) que continuará su declinación un año más,

en 1983. Sólo tres países se salvan de la caída; esos países son: Japón, Francia y Gran Bretaña; los tres por causas distintas, como pasaremos a ver.

Japón no sufrió la caída de su PBI por la simple razón de que más bien se había puesto a la cabeza de los cambios tecnológicos, y por ello mismo, provocó la crisis en otros países en los que ofertó mejores productos a bajos precios. De su lado, Francia eludió bien la crisis por que su desarrollo en el período 1960-1980 había sido de los más altos (sólo superado por el Japón) y por tanto se encontraba en mejores condiciones para encarar el fenómeno, y a más de ello, cuando el Japón empezó a invadir otros países con sus productos fabricados por las industrias de alta tecnología, entonces procedió a aplicar una enérgica política proteccionista, que le habría de dar óptimos resultados. En el caso de Gran Bretaña sucedió que el descubrimiento y explotación del petróleo en el Mar del Norte le dio una suerte de paraguas ante el chubasco de los años 1981 y 1983 (pero como contrapartida, la tasa de crecimiento de su PBI fue muy modesta).

Los efectos de la crisis de 1982 en las economías de los países pobres fueron, como es comprensible, arrasadores, pues ese año se dio inicio al interminable período de la decadencia de esas innumerables naciones; es éste el caso, por ejemplo, de América Latina, cuyos indicadores son altamente expresivos de eso; como puede verificarse en el cuadro N°4, siguiente:

Cuadro N° 4

**Principales indicadores económicos de
América Latina y El Caribe:
1981-87 (Tasas porcentuales de crecimiento anual)**

Concepto	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Prod. Bruto Interno	0,7%	-1,2%	-2,6%	3,7%	3,4%	3,7%	2,6%

PBI por Persona	-1,6%	-3,4%	-4,8%	1,4%	1,1%	1,4%	0,5%
Precios al Consumidor	57,6%	84,8%	131,1%	85,2%	275,2%	64,6%	187,1%

Fuente: Cepal, (tomado de INEI)

El cuadro N° 4 es de particular importancia porque pone de relieve que los efectos de la crisis habida en los países más industrializados fue particularmente tremenda en América Latina, pues, como el Producto Bruto Interno por persona, nos da razón del nivel de desarrollo del país de que se trata (puesto que ese indicador nos da el valor de todo lo producido en bienes y servicios en relación con el volumen poblacional) ocurre que sabiendo eso, las cifras del cuadro N°4 nos dice que en tres años consecutivos (1981, 1982 y 1983) el PBI por persona de América Latina y el Caribe cayó tan hondamente que a lo largo del período (siete años) nuestra región retrocedió, puesto que su decrecimiento anual fue del -0,8% de 1981 a 1987, de modo que al final del período considerado el PBI por persona era mucho menor que antes, de donde se sigue que en América Latina hemos entrado a un largo camino de decadencia, que es mucho peor que el “estancamiento secular” que hubo en la década de los años 70s.

Otro hecho que fluye del Cuadro N°4 es que, paralelamente con el fenómeno de la declinación del producto por persona, se potencializó la inflación, con lo que tuvimos la reproducción del mismo proceso de “estanflación” de los países industrializados, porque también aquí funcionó el mismo motivo que operó en esas regiones: el dominio sobre el conjunto de nuestras economías por las empresas oligopólicas, que controlan la producción y comercialización de productos esenciales y de demanda inelástica (o sea, que no disminuyen su demanda en la misma proporción, sino a un ritmo menor que el alza sus precios). Pero si se tiene en cuenta que la inflación consiste en la transferencia de recursos económicos de quienes pueden alzar sus precios, con daño de quienes no pueden incrementarlos unilateralmente, con lo que la imagen que en materia de distribución del ingreso ofrecen nuestros países es de regresión en lugar de progreso, lo que implica la acentuación de los desequilibrios sociales, por la vía del mayor empobrecimiento de los pobres y de la degradación de los niveles de vida de partes considerables de las capas medias; por este camino sucede que, en general, los países pobres hoy han dejado de pertenecer al grupo de las áreas o regiones subdesarrolladas (o en proceso de desarrollo), para incorporarse al área

que podríamos denominar de los países de economía desertificada y en decadencia secular (o de economía vacía).

LOS PROGRESOS EN EL INSTRUMENTAL PARA LAS INVESTIGACIONES

Como todo proceso histórico de vasto alcance, la Revolución Científica y Tecnológica o la Tercera Revolución Industrial tuvo un período de incubación, que precede a su desencadenamiento; para este caso, puede decirse que tal período de incubación transcurrió en el lapso que va de 1945 a 1970 (o sea, 25 años continuados) en los cuales se dieron los pasos que hicieron posibles los cambios en el campo productivo, los cuales vinieron a presentarse precisamente a partir del inicio de la década de los años 70s, pero que se intensifican a partir de 1973. En su fase de incubación o preliminar (de 1945 a 1970, el mayor énfasis de los estudios y las investigaciones se orientan al conocimiento cada vez más profundo de la estructura de la materia y a su manipulación. Para que esto se hiciera posible, fueron incorporados al trabajo académico y a las investigaciones científicas instrumentos más sofisticados, entre los que destacan los siguientes:

- El microscopio electrónico
- El espectrómetro de masas
- Los aparatos de rayos ultravioletas
- Los aparatos de rayos infrarrojos
- Los aparatos de Resonancia Magnético- nuclear
- Los equipos o dispositivos de rayos láser
- El cromatógrafo

Con esos instrumentos, las investigaciones se ampliaron considerablemente, con el efecto de modo que la ciencia básica y aplicada ofrecieron los conocimientos esenciales para que pudieran hacerse progresos en ciertas ramas productivas, particularmente en las orientadas a superar los problemas propios de:

1. Las actividades productivas muy consumidoras de energía (particularmente para reemplazar el petróleo como fuente energética, por recursos no convencionales).

2. Las actividades productivas escalantes rígidas (para hacerlas operativas aun con reducidos volúmenes productivos).
3. Las actividades productivas que muestran tendencias a elevar sus costos o a hacerse cada vez menos eficientes.
4. Las actividades productivas muy dependientes de las materias primas importadas (con lo que se pusieron de manifiesto las tendencias de los países industrializados a la autosuficiencia).

El hecho es que para que pudieran hacerse las innovaciones que se precisaban en las actividades en que se puso el peso de las preferencias de cambio profundo, o las preferencias innovadoras, no sólo debieron hacerse grandes progresos en ciencia básica y aplicada, sino que debió privilegiarse el “Desarrollo de la Investigación” (también conocida como “Investigación-Desarrollo”, o simplemente I-D) a la que en términos corrientes (no especializados) se le conoce como la “investigación tecnológica basada en la ciencia avanzada”.

Pero, como es sabido, la I-D requiere de una colaboración muy grande entre la Universidad y el Sector Productivo y eso fue llevado a cabo tanto por las universidades como por las grandes empresas de los países en que el progreso tecnológico tomó la delantera en el contexto mundial: se constituyeron conjuntos polivalentes de científicos, técnicos de muy alto nivel y trabajadores especializados directos, con quienes se emprendieron labores orientadas a diseñar equipos, maquinarias, dispositivos y procedimientos laborales, con lo que el desarrollo tecnológico tomó un vuelo verdaderamente impresionante. Cabría añadir que para cuando ya estaba entrado el período de incubación de la Tercera Revolución Industrial, se habían establecido y funcionaban a plenitud grandes empresas dedicadas exclusivamente a resolver problemas tecnológicos, a inventar nuevas máquinas y equipos y al aprovechamiento de los avances científicos con fines productivos.

LOS GRANDES PROCESOS E INNOVACIONES DE LA TERCERA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Haciendo una recapitulación de lo que hemos señalado más arriba, diremos que la humanidad encontró que al comenzar la década de los

años 70s se dio inicio a la actual Revolución Industrial o Revolución Científica y Tecnológica que nos envuelve y cuyo término todavía no es posible avizorar, aunque podemos aseverar que su desenvolvimiento tomará tal vez todo el siglo XXI próximo.

Este fenomenal proceso de profundos cambios comprende innovaciones sustantivas y profundas en, por lo menos, las 9 áreas tecnológicas que siguen: 1) El instrumental para las investigaciones; 2) los nuevos materiales incorporados en la producción económica; 3) El procesamiento, almacenaje y manejo de las informaciones por los medios computarizados; 4) El desarrollo incrementado de los medios de comunicación; 5) Los nuevos y poderosos medios de transporte; 6) Las máquinas automatizadas; 7) La ingeniería genética o biotecnología; 8) Las nuevas fuentes energéticas; y 9) Los cambios revolucionarios en la producción agropecuaria.

Pasaremos, enseguida, a efectuar una brevísima revisión de los grandes y revolucionarias innovaciones tecnológicas habidas en las 9 áreas indicadas líneas arriba.

1) INSTRUMENTAL PARA LAS INVESTIGACIONES

En 1931, Knoll y Ruska construyeron un microscopio que emplea procedimientos electrónicos para aumentar de una manera gigantesca la capacidad de observación que tenían los microscopios tradicionales, con lo que se abrieron las posibilidades para que se pudiera penetrar con la mirada los componentes minúsculos de la materia. A este medio trascendental se le añadieron posteriormente el espectómetro de masas, el cromatógrafo, el empleo de aparatos que emplean los rayos ultravioletas y los rayos infrarrojos para bucear en la estructura de los materiales, a los que se sumaron enseguida los equipos de resonancia magnética y los dispositivos de rayos láser, a todos los cuales se les potencializó al añadirseles minicomputadoras. Así, las posibilidades de avanzar en el conocimiento científico aumentaron en forma enorme, lo mismo que sus aplicaciones directas en la tecnología productiva.

2) NUEVOS MATERIALES INCORPORADOS A LA PRODUCCIÓN

La Segunda Revolución Industrial se caracterizó por la masiva utilización de los minerales (tales como el cobre, plomo, plata, hierro, zinc, etc.); la Tercera Revolución Industrial en curso, en cambio, se caracteriza porque vuelca su preferencia hacia los materiales no metálicos en la producción industrial. Se inicia en 1948 cuando los Laboratorios de la Bell presentaron un pequeño dispositivo al que se denominó “transistor”, que estaba destinado a sustituir los tubos al vacío por materiales con propiedades de semiconducción eléctrica; el siguiente paso se dio cuando se sustituye el germanio por el silicio como semiconductor material, al tiempo que las investigaciones en este campo se van concentrando en California, en donde surgiría, como consecuencia de esto, el denominado «Silicon Valley» (o “Valle de la Silicona”); enseguida se realizó el progreso de la miniaturización del transistor, por el procedimiento que se dio en llamar de los “circuitos integrados”, que en forma simplificada tomó el nombre de “chip”, cuyo uso industrial empieza en 1961, (los avances logrados con esto fueron espectaculares: hacia 1950 los transistores permitían que se operase en un espacio de 30 centímetros cúbicos de materiales con la potencia de unos mil tubos al vacío; en 1956 esa potencialidad se había multiplicado en 10 000 veces más y en 1958 se había llegado a una potencia igual a la de un millón (o sea que se llega a concentrar en 30 centímetros cúbicos el equivalente al área que ocuparían 10 millones de tubos al vacío del pasado); el chip obviamente multiplicó aún más esas potencialidades. El siguiente progreso significativo se alcanzó cuando se pasó a emplear los transistores como conservadores de datos o memorísticos; aquí no se detuvo en su progresión, porque luego vino el microprocesador y microordenador (cuya producción tiene como fecha el año de 1970).

Otro material que se ha incorporado a la producción es la fibra de grafito por las virtudes que tiene, que la hacen superior al aluminio y otras aleaciones, por ejemplo, para la industria aeronáutica en que es más resistente que el aluminio a las vibraciones y a la fatiga.

Asimismo, la fibra óptica sustituye con suma ventaja al cobre como conductor, sea de electricidad, o de informaciones. El hecho es que los cables de cobre transmiten información telefónica mediante corriente eléctrica, pero ella ha estado aumentando de tal manera que en las grandes ciudades se ha llegado a un tope de transmisiones debido a que el diámetro de los cables de cobre resulta imposible ampliar. Por esta razón es que desde hace tiempo se están empleando sistemas de microondas para descongestionar la sobrecarga de los alambres subterráneos de cobre. Pero como las microondas también se han

saturado por lo que se ha introducido como solución la fibra óptica, que son cables de pequeño grosor a través de los que se trasmite la información, por medio de pulsiones de rayos láser, este procedimiento es definitivamente muy superior, porque por un cable de fibra óptica del diámetro de un dedo pulgar pueden pasar 50 000 llamadas telefónicas de ida y vuelta, simultáneamente, para lo que se precisará comparativamente, de no menos de cinco cables de cobre de 50 centímetros de diámetro cada uno. Esta enorme superioridad transmisora ha dado lugar a que se construyan verdaderas redes de fibra óptica y ondas luminosas para sustituir a los cables de cobre (que ya no se emplean en los aparatos eléctricos y electrónicos). Así se provocó el deterioro creciente en la demanda del cobre como materia prima en los sistemas de conducción de fluidos.

Pero también se hicieron enorme progresos en la obtención de los polímeros sintéticos (que a diferencia de los del pasado son ya reversibles, o que pueden descomponerse como desechos) con los que se fabrican nuevos tipos de materiales plásticos que hoy están sustituyendo a los metales (como el hierro, en diversas de sus aplicaciones industriales).

Pero la ciencia de los materiales y su desarrollo están aportando ahora las super aleaciones, que son productos enormemente duros y resistentes que, por ejemplo, los mejores aceros obtenidos hasta el presente. Para esto se está empleando metales raros (hasta hoy dejados de lado) tales como el germanio, el titanio, etc.

De igual manera, la cerámica está aportando nuevos materiales al sector productivo, los que en muchos aspectos son superiores en cuanto a propiedades a los metales empleados hasta hoy, tal es el caso de los monoblocks de los automóviles que antes eran de acero y que en el futuro inmediato serán de cerámica.

Pero ya hay otra generación de nuevos materiales que han probado sus posibilidades de utilización industrial, como los superconductores, que están abriendo novísimas posibilidades productivas para el futuro que ya está operando.

3) PROCESAMIENTO, ALMACENAJE Y MANEJO DE LAS INFORMACIONES COMPUTARIZADAS

Como es sabido, casi al terminar la Segunda Guerra Mundial se diseña y produce la primera generación de computadoras por ambos contendientes, las cuales utilizaban enormes cantidades de bulbos, o tubos al vacío, los que luego fueron sustituidos por los transistores que, a su turno, al comenzar los años 70s son reemplazados por los circuitos integrados de función específica, o “chip”; de este punto se avanza al microprocesador o “chip superinteligente” (que ya no tiene un fin específico sino múltiple) contenido en una pequeña pastilla de silicio, con lo que se da inicio a la era de la “inteligencia artificial”. Pero si la década de los 70s es aquélla en que se inventan y ponen en uso los transistores de memoria y los transistores microprocesadores, en la década de los años 80s se pasa a la integración en gran escala de los transistores de memoria y microprocesadores; y esto es sólo el comienzo de una fantástica aventura humana, en cuanto se refiere al almacenamiento de informaciones y su procesamiento, porque en el Siglo XXI se prevén integraciones mayores, junto con el empleo de energías no convencionales sumamente baratas.

Pero si los progresos en materia de calidad fueron grandes, la demanda de los productos provenientes de la alta tecnología fueron igualmente espectaculares: hacia 1969 no existían todavía microprocesadores; hacia 1975 se estima que había unos 750,000 microprocesadores utilizados en la industria y la producción; en tanto que hacia 1985 había ya unos 80 millones de computadoras de distintos tamaños, estimándose que al comenzar la década de los 90s estaban en uso más de mil millones de aparatos para todo tipo de usos y empleo.

Ya al comenzar la década de los 80s, las computadoras habían penetrado toda la vida de los países que viven la revolución de la época, como lo señaló Dice Hanson (en un libro de gran difusión titulado “Los Nuevos Alquimistas”, Ed. Planeta, 1982) quien en términos explícitos señala que:

«Ningún campo de la actividad humana ha resultado totalmente inmune a los efectos del microchip. La microelectrónica se ha convertido en una parte indispensable de la práctica de la ciencia moderna y, en medicina, el microordenador controla equipos muy complejos de diagnóstico y cuidado intensivo. Los sistemas de comunicación para los mudos y los sistemas de microordenador, ojo para los ciegos, son sólo dos de las vías más prometedoras que se están estudiando».

«La microelectrónica ha acelerado mucho la ‘información’ del gobierno, la industria y las empresas. En el campo floreciente de las telecomunicaciones, el microchip está forjando un vínculo entre el teléfono, el ordenador y la televisión. Sears, AT&T, Associated Press, IBM, Mattel, Exxon, Intel, Apple Computer, Radio Shack y cientos de compañías más desempeñarán un papel importante en el diseño de los sistemas de información electrónica doméstica, mientras el Congreso se esfuerza en reescribir las leyes relativas a la comunicación y los derechos de autor, sobre las nuevas bases que la microelectrónica plantea. El microordenador doméstico, culminación de los acontecimientos iniciados con el reloj digital, la calculadora y los juegos para televisión, es un ejemplo de enlace de esa industria construida enteramente en torno de las posibilidades del microprocesador».

«Las artes tampoco parecen inmunes: la música y las composiciones electrónicas son ya un lugar común, mientras que los artistas plásticos exploran y a veces se atormentan acerca de las gráficas mediante ordenador y los blocs de dibujos tridimensionales y electrónicos».

«El microchip tendrá un papel importante en los esfuerzos recientes por conservar la energía, como lo plantea Roberto Noyce: ‘Hará posibles muchas cosas que hasta ahora eran imposibles. Cosas imposibles como un termostato automático que reduzca la calefacción según la hora y la temperatura del día, controlado por un microprocesador, logrará importantes ahorros en el consumo doméstico de energía. La máquina de automatización controlada mediante microprocesador hará posibles ahorros similares en su campo’. Pero ejemplos como éstos no son más que primeras aproximaciones. Noyce, cuando se toma unos momentos libres en su modesta oficina de la planta de Intel en Santa Clara, está dispuesto a explicar muy sucintamente, qué más se puede esperar».

Del mismo modo, ocurre que la informática ha penetrado tanto en la vida moderna que se ha convertido en un medio, hasta ahora no controlable, de poder y dominio de los países poderosos, porque por este medio conocen interioridades de los otros países y sus proyecciones, y poco a poco están entrando en la intimidad de las personas, lo que amenazando no sólo la privacidad sino la libertad de toda la población.

Esto nos da, una idea de la enorme expansión que las computadoras están tomando, lo que de otro lado, es el anuncio del mayor volumen que tendrá su uso en un futuro que se hace constantemente actual.

4) DESARROLLO INCREMENTADO DE LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN

Los más remarcables progresos que en esta época se han efectuado en el área de las comunicaciones, son de dos categorías: (a) las transmisiones vía satélite; y (b) la telemática.

Empecemos, pues, con las innovaciones que trajeron la puesta en órbita de satélites artificiales. El primer paso decisivo en esta línea le correspondió a la Unión Soviética, que en 1957 puso en una órbita alrededor de la tierra un satélite artificial: el "Sputnik". El hecho constituyó un acontecimiento histórico de trascendencia gigantesca, que dejó pasmados a los estrategas norteamericanos y a la comunidad científica del país nortño, para quienes la proeza soviética tuvo el significado de una verdadera humillación, que trataron de responder apresurando sus aprestos, lo que dio lugar al intento de los EE.UU. de lanzamiento de un objeto denominado "Navy Vanguard" que estalló en su plataforma de lanzamiento, lo que estimuló más aún la competencia entre las dos potencias. Así en 1962 fue orbitado el primer satélite de comunicaciones: el "Telstar", diseñado por AT&T.

Pero, debido a que inicialmente los satélites fueron empleados para las comunicaciones militares, ocurrió que Canadá fue el primer país que hacia 1972 empezó el uso exitoso y espectacular de sus satélites «Anik» para comunicar todos los puntos del país, incluidos los más remotos de la línea polar. El experimento canadiense demostró que el nuevo sistema era mucho más económico que los sistemas comunes del pasado (además de ser obviamente más eficaz). El progreso que esas innovaciones comportaron son evidentes, habida cuenta que hasta antes las comunicaciones eran lineales (sea por cables, o por radio) en tanto que el satélite permite llegar a cualquier punto del mundo con la voz y la imagen.

Además de las comunicaciones por satélite, el otro progreso enormemente grande lo constituyen las telecomunicaciones que resultan de la fusión de los teléfonos, los ordenadores y los televisores, interconectados en redes enormes, que rebasando los países unen todos

los continentes del mundo. Esta innovación deja de lado la comunicación de persona a persona, para reemplazarla por la comunicación de un computador a otro. Con las telecomunicaciones, los grandes ejecutivos de las corporaciones transnacionales de los EE.UU. o del Japón pueden controlar las líneas de montaje instaladas en Europa, al mismo tiempo que conocen la demanda de cualquier producto en el África y en conexión de unas y otras las computadoras ayudan a tomar decisiones sobre los volúmenes de producción y ventas, en cualquier punto del planeta. Asimismo, las telecomunicaciones permiten una información instantánea sobre la evolución de los mercados de valores en todo el mundo, de manera que las decisiones pueden tomarse en función de predicciones efectuadas sobre cualquier mercado, electrónicamente. Incluso, en algunos casos, ya no es necesario que el interesado esté presente para que las inmensas organizaciones continúen funcionando, porque los ordenadores centrales pueden dar directivas, en aplicación de los programas que se les diseñe. El poder que las telecomunicaciones, consecuentemente dan a los usuarios de los sistemas de telecomunicaciones es enormemente grande, tanto, que hoy estamos ante el peligro real de una policía internacional de los datos, que al ser empleado, daría a ciertos gobiernos un poder muchísimo mayor que el ejercido por los peores regímenes dictatoriales del pasado.

En este contexto, la intimidad individual está en peligro de naufragar, pues, telemáticamente puede seguirse la pista de las personas, al tiempo que se pueden detectar casi al instante sus ingresos, gastos y actividades. Cada vez hay más países, como Suecia, en que existen archivos personales automatizados con los que se pueden perseguir a las personas hasta en sus más mínimos actos y movimientos, con lo que se ejerce un enorme control sobre la vida privada de las gentes.

El fax es el complemento de los progresos que se están realizando, pues, permite remitir la imagen de documentos de un punto a cualquier otro del mundo, sin que los estados tengan posibilidades de impedir esa transmisión exacta de documentos que podrían ser vitales, digamos, para su sistema defensivo.

Otro aspecto que se desprende de los progresos de la telemática es lo que hoy se denomina la globalización de los procesos económicos, que dan posibilidades a que los centros de poder internacional lleguen a ejercer un dominio de dimensiones incalculables sobre los países o regiones pobres del mundo.

Este inmenso poder se puso de manifiesto cuando ocurrió la captura de rehenes estadounidenses en Irán, momento en que el Presidente Carter de los EE.UU. amenazó a ese país con el corte de sus intercomunicaciones a través de los satélites, en condiciones según las cuales, el 70 por ciento de las telecomunicaciones de Irán utilizan la vía de los satélites.

La amenaza no se llegó a ejecutar, pero puso al mundo en alerta sobre el terrible poder que el país norteamericano tiene en sus manos, por su acceso preponderante sobre las redes de comunicaciones telemáticas hoy existentes.

5) NUEVOS Y PODEROSOS MEDIOS DE TRANSPORTE

Ya lo dijimos que la Unión Soviética hizo una aportación enormemente significativa a la Revolución Industrial de la época, cuando a fines de 1957 puso en órbita al «Sputnik», iniciando así los viajes espaciales. Al logro soviético le siguieron otros, tanto de los países europeos como de los asiáticos y de los Estados Unidos, todos los que han puesto a volar por el espacio celeste, transbordadores reutilizables y estaciones orbitales, abriéndose así la fantástica aventura humana de los viajes espaciales.

La secuencia de estos progresos fue, temporalmente, la que sigue: en primer lugar se desarrollaron y potenciaron los cohetes, que partiendo de los de uso militar han llegado hasta los que pueden transportar grandes volúmenes de aparatos científicos y de investigaciones; en segundo lugar, se diseñaron, construyeron y pusieron en el espacio los transbordadores reutilizables; y finalmente, se han colocado alrededor del mundo estaciones espaciales, que pueden servir como plataformas para vuelos cada vez más lejanos en la inmensidad del espacio.

Paralelamente con estos grandes logros, los medios de transporte se han perfeccionado no sólo con la computarización de los transportes metropolitanos subterráneos y elevados, sino también por la utilización de los trenes que se deslizan por colchones de aire a velocidades fantásticas. Estos medios terrestres potencializados compiten en velocidad con los aviones supersónicos gigantescos que cruzan los espacios de todo el mundo, acercando las distancias muy grandes y movilizandolas masas crecientes de pasajeros y carga en tiempos cada vez más cortos. En fin, todos los medios conocidos de transporte hoy se han

potencializado, como un signo más de los tiempos de enormes cambios profundos en que vivimos.

6) MÁQUINAS AUTOMATIZADAS

La Tercera Revolución Industrial o la Revolución Científica y Tecnológica aportó tres grandes innovaciones en materia de automatización de los procesos productivos; ellos son: (a) Las máquinas-herramientas de control numérico; (b) El maquinado centralizado; y, (c) Los robots.

(a) Las Máquinas-Herramientas de Control Numérico.- Las máquinas-herramientas de control numérico que se comienzan a emplear en la industria son el primer gran aporte de la época, en cuanto toca a los procesos automatizados. Su antecesor inmediato fue la máquina-herramienta integrada y dispuesta en línea que se controlaba por medios automáticos y mecánicos y que permitieron una eficaz sustitución del trabajo humano en todas las fases sucesivas de la producción, pero ellos requerían de todas maneras que una persona ejerciera control y supervisión sobre el conjunto. La electrónica franquea la posibilidad de reemplazar el control mecánico por los ordenadores con memoria incorporada y que son operacionalmente programados, con la particularidad de que basta que se le cambie el programa para que se modifique el tipo de labor que las máquinas deban realizar; repetimos que a este género de equipos se les denomina máquinas-herramientas de control numérico.

(b) El Centro de Maquinado.- El centro de maquinado fue el aporte decisivo y sensacional de los nuevos tiempos. Este progreso surge como un perfeccionamiento de las máquinas-herramientas de control numérico (que se emplean desde 1975) a partir de las que se procedió a construir la máquina-herramienta de uso múltiple (o centro de maquinado), que se caracteriza porque la pieza que es objeto del maquinado no tiene que moverse a través de la línea sino que las maquinadoras son las que van cambiando con lo que se acelera el proceso, dado que se suprimen los tiempos intermedios. Pero hay otra ventaja, mucho más importante todavía, que proviene de este notable avance, consistente en que rápidamente se puede cambiar el producto

que se maquina, con el resultado que de un cierto artículo se puede pasar a producir otro sin que los costos se eleven, como ocurría en el pasado, en que para pasar de un proceso a otro había que sustituir prácticamente todos los equipos, porque estaban diseñados para lograr únicamente un solo modelo; o sea que estamos ante un cambio de sistema productivo de rígido (o inflexible) a otro de naturaleza FLEXIBLE; repetimos que ahora con sólo cambiar el programa del ordenador se puede lograr que las instalaciones cambien rápidamente de un producto procesado a otro, con lo que se ahorra no solamente tiempo sino también las ingentes inversiones que antes había que efectuar para sustituir toda la planta con la finalidad de poder fabricar otro producto. En materia de la ciencia económica esto comporta un cambio sustantivo de perspectivas, porque con la tecnología anterior había siempre un problema de economía escalar para cada producto, lo que es reajustado por el nuevo sistema, mediante el que se puede producir en condiciones económicas favorables incluso volúmenes pequeños o cortos, porque los costos fijos, con los actuales procedimientos se reducen a un mínimo tan grande que lo hacen irrelevante, (porque como ya lo puntualizamos, se puede cambiar de producto fabricado sin realizar costosísimos realineamientos en los equipos instalados).

- (c) **Los Robots.** - Los robots constituyen el tercer y más importante paquete innovador en materia de automatización de los tiempos actuales. El primer robot industrial fue construido en 1961 por Engleberger (de los EE.UU.) el que consistía en una especie de «Unimate». Hacia 1968, la empresa Kawasaki del Japón copió un modelo más perfeccionado de Suecia y empezó a fabricar sus propios robots, pero al parecer eran todavía muy costosos, lo que vino a ser superado con los aportes de la microelectrónica en los inicios de los años 70s (en que los ordenadores insertos en los robots se redujeron y perfeccionaron, y a la vez, se hicieron más baratos) lo que dio por resultado que el empleo del robot sea más económico que la utilización de la mano de obra, hecho que fue comprendido tempranamente por la industria japonesa, que rápidamente procedió a equiparse con robots, desde los primeros años de la década de los años 70s. Esta reconversión se acentuó al ocurrir la crisis energética de 1973, con el resultado que la joven potencia oriental sobrepasó largamente a los Estados Unidos en la robotización de sus plantas. Al iniciarse la década de los años

80s, los tres países líderes de la robótica se distribuían el producto total así:

- Japón producía 12 000 robots anuales y ya empleaba 47 000
- Estados Unidos producía solamente 1 367 robots al año y empleaba 3 000
- Suecia producía 460 robots anuales y empleaba 1 000
- Los restantes países productores de robots eran: Francia (50 unidades), Noruega (140 unidades) y Finlandia (80 unidades).

El hecho es que la robotización hizo que los costos de los automóviles japoneses fueran menores que sus similares de EE.UU. en unos 2 000 dólares por unidad. Esta enorme ventaja acentuó la fenomenal crisis recesiva norteamericana de 1982. En realidad, los robots ofrecen ventajas verdaderamente insuperables en la producción industrial: hacen soldaduras precisas y perfectas, pintan con spray, levantan, cargan y manipulan piezas con máquinas-herramientas y pueden repararse ellos mismos, si tuvieran alguna falla imprevista.

Pero esta fue sólo la primera generación de robots, porque ahora ya se apuntan las nuevas generaciones de “máquinas inteligentes” que tienen ojos y cerebros artificiales sofisticados y perfeccionados y que, por tanto, pueden montar las piezas y los componentes de los bienes que se procesaban en la cadena de producción, y pueden asimismo, efectuar labores complicadas en situaciones especiales. Además, las nuevas generaciones de robots, por cuyo diseño y producción se ha entablado una feroz batalla entre las potencias industriales, no requerirán de personal para funcionar, lo que constituirá el gran logro del próximo centenio que se avecina (el siglo XXI).

7) INGENIERÍA GENÉTICA O BIOTECNOLOGÍA

La ingeniería genética, tal como se presenta en la actualidad, tiene su punto de partida en 1953, cuando Watson y Crick anunciaron su descubrimiento de la estructura de la molécula ADN, conductora del código genético, lo que tuvo el significado del descubrimiento de la clave misma de la vida: el ADN es portador en sus espirales (o estructura de “doble hélice”) de la información genética, que es un programa de vida; y los genes son porciones de tal espiral. Las investigaciones continuaron, con el resultado de que veinte años después, en 1973, otros dos

científicos (Cohen y Boyer) concibieron procedimientos para crear nuevas formas de vida; como consecuencia de este enorme progreso, hubo una gigantesca ola de protestas (de dudosa moralidad) sobre que se estaría entrando a manipular la vida, hecho que sería algo así como una “prerrogativa divina”; pero sobre todas las cosas, eso constituye un formidable paso hacia el progreso que había sido dado, en el sentido de que podía programarse la vida y el comportamiento de los microbios, y eso es lo que finalmente cuenta.

Esos inmensos logros abrieron las puertas para otros más, como es el caso de la “clonación”, que consiste en la reproducción de otro organismo exactamente igual al “original”; otro avance lo constituyó el empalme de genes, con lo que se puede manipular el cambio de las especies, pero también es posible hacer que se produzca lo que se llama la “propagación de los tejidos unicelulares”, con lo que se pueden obtener mejores tipos en el cuadro de la misma especie (de modo que estamos ya en el inmenso campo del mejoramiento genético de las especies). De esta manera se puede, de un lado, tener una especie mejorada y, de otro lado, por medio de la clonación podemos contar con todo un inmenso volumen de semillas exactamente iguales, de esas especies.

En la industria productora de medicamentos, las nuevas técnicas demostraron rápidamente su enorme utilidad: hacia 1983 se contaban alrededor de cien productos obtenidos por medios biotecnológicos; algunos ejemplos de esto son los que pasamos a apuntar: la hormona del crecimiento humano, el “interferón” para la lucha contra el cáncer, la insulina, los factores sanguíneos para el tratamiento de los hemofílicos, anticoagulantes como la uroquinasa, sustancias inmunológicas como las citoquinas y las linfoquinas, narcóticos como las endorfinas y las encefalinas, etc.

Por este camino, es del todo comprensible que al comenzar la década de los 80s proliferaran las empresas dedicadas a la producción basada en los aportes de la biotecnología, las que no sólo están barrenando a toda la industria farmoquímica tradicional (que se derrumba ante la competencia irresistible de las novísimas “fábricas vivientes”) sino que también socavan enérgicamente a las ramas productoras de alimentos, no solamente porque permiten mejorar las especies vegetales y animales sino, igualmente, porque por medio de la producción suficiente de enzimas y superfermentos se puede aumentar la elaboración de quesos, yogurt, bebidas, etc. y se pueden mejorar las propiedades alimenticias de

los bienes de consumo humano.

Un hecho sobre el que volveremos algo después, pero que vale anotar ahora, es que todas las empresas dedicadas a estas ramas tecnológicas de punta cuentan en su gerencia o gestión con científicos o técnicos de muy alto nivel, lo que nos da otro de los tonos característicos de la revolución que hoy vivimos.

8) NUEVAS FUENTES ENERGÉTICAS

Como lo dejamos anotado líneas arriba, el desencadenante de los cambios revolucionarios que se preparaban desde hacía algunas décadas atrás, fue la crisis energética de 1973, que al poner fin a la “era del petróleo barato” planteó, en primer lugar, la búsqueda de procedimientos productivos ahorradores de energía, y en segundo lugar, el empleo de nuevas fuentes energéticas, por la vía de la utilización de recursos no convencionales (o novísimos).

En el primer aspecto, sucedió que las nuevas industrias que se están poniendo a funcionar utilizan muchísima menos energía que las de tecnología anterior. Pero ocurre, igualmente, que los productos que se fabrican son ahorradores de energía: los aparatos electrónicos usan proporcionalmente menos energía que sus similares anteriores, los automóviles emplean cada vez menos petróleo o sus derivados (y se espera que muy pronto los nuevos vehículos emplearán otro tipo de combustibles, del tipo de los renovables), etc.

En el segundo aspecto, ocurre que ahora se están empleando crecientemente recursos provenientes de fuentes no convencionales, tales como:

- a) La energía nuclear, de donde se obtiene ahora la electricidad.
- b) La energía solar, de la que por dispositivos especiales se desprende también la electricidad, y que, además, permite disponer directamente de energía calórica.
- c) La energía eólica, que a través de los molinos de viento hace posible mover bombas y generar electricidad.

- d) La energía de la biomasa, que permite utilizar los desechos orgánicos con fines energéticos.
- e) La energía geotérmica, que transforma la energía térmica subterránea en electricidad
- f) La energía maremotriz, que utiliza el movimiento marino para transformarla en electricidad.

Además de esas nuevas fuentes energéticas, la industria se encuentra empeñada en utilizar otros recursos como combustible, tal es el caso del alcohol que se usa en la automovilística. En todo caso, es notable la diseminación en los países industrializados de pequeñas plantas generadoras de electricidad y que emplean para ello los rayos solares, al tiempo que en la China tienen la misma difusión los hornos familiares que usan para los efectos los desechos orgánicos (la biomasa), etc.

9) CAMBIOS REVOLUCIONARIOS EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Como en el caso de las anteriores revoluciones industriales, en la actual, las innovaciones que impulsan al mundo fabril tienen su contrapartida en la esfera agropecuaria, que está marchando por las siguientes vías de progreso:

- (a) La Horticultura de Alta Productividad.**- La horticultura de alta productividad se caracteriza porque en pequeñas extensiones se alcanzan muy altos niveles de producción en forma continua, con lo que se obtienen sustantivas ganancias, debido a que por estos procedimientos se cultivan especies con características relevantes: tal es el caso de los frutales rastreros, especies enanas, frutales sin pepas y con gran carnosidad, productos resistentes también a las plagas y capaces de producir en volúmenes insospechados y en forma continua. En la horticultura de la alta productividad se usan los procedimientos perfeccionados en los invernaderos de larga experiencia. En esto es de señalar que la tecnología Inca fue maestra de la humanidad: el Perú antiguo tuvo como fundamento de su agricultura la horticultura de muy alta productividad, es decir que en esto, también estuvieron los Incas 450 años delante de Europa.

- (b) El Riego por Aspersión y Goteo.-** Este procedimiento propone el aprovechamiento muy optimizado del agua disponible (se busca aprovechar la totalidad del líquido existente).
- (c) La Agricultura Hidropónica o Sin Tierras.-** Este procedimiento nació del perfeccionamiento de las técnicas que se fueron empleando en los invernaderos, en que se ideó la técnica de hacer circular agua con nutrientes por las canaletas en que crecen las plantas alimenticias e industriales, lo que ha dado curso a la agricultura hidropónica o sin tierras, en que se emplea únicamente agua (que eventualmente puede reciclarse indefinidamente) y sol (que en el Perú es un recurso que existe prácticamente en todas partes y durante todo el año).
- (d) Los Abonos Biológicos.-** Esta técnica también tiene sus antecedentes en viejas tecnologías andinoamazónicas peruanas, como es el caso del abonamiento de las tierras con el empleo de insectos portadores de bacterias fijadoras de nutrientes en las tierras de cultivo; esta técnica que antes se empleaba en el incario y que hoy se mantiene únicamente en algunas comunidades indias de la selva amazónica, está siendo puesta en uso como un procedimiento de punta en la agricultura de vanguardia del mundo. Asimismo, hoy se están empleando tierras enriquecidas por lombrices que se propagan rápidamente en tierras húmedas; esta técnica se pone en la misma perspectiva de la obtención de abonos producidos a partir de restos vegetales acumulados en grandes fosas y tratadas con bacterias que las descomponen convirtiéndolas en materia rica en nutrientes vegetales.
- (e) La Difusión de la Alpaca.-** La alpaca, por ser un animal verdaderamente incomparable, está visto que será el más importante producto pecuario mundial del siglo XXI.

La alpaca es un animal rústico pero sumamente bello, del que se puede obtener una de las mejores carnes del mundo (que en forma bárbara e inaudita, en su propia patria, la república del Perú, está prohibido su empleo como carne de consumo humano) y que proporciona el mejor pelo del universo para la fabricación de las más finas telas; y sobre esto, la alpaca tiene una docilidad tan grande, que sustituye con ventaja a los perros como animal de compañía, particularmente de los niños (por eso es que hoy la

alpaca es empleada como mascota por los potentados de gustos refinados del mundo). Por estas virtudes es que el auquénido peruano es el símbolo animal de la gran revolución que está viviendo el mundo del presente.

- (f) **El Control Biológico de las Plagas y de los Animales Dañosos.** - Este es un procedimiento que ha surgido no sólo como una respuesta al alza del precio del crudo (del que se obtienen los insecticidas y plaquicidas) sino principalmente al hecho de que los productos químicos para el control de las plagas y enfermedades de las plantas son dañinas e indestructibles, así es que a la larga, envenenan a la humanidad y polucionan el ambiente, del mismo modo que envenenan las plantas, las tierras y las aguas, por lo que es necesario reemplazarlas por los medios biológicos, que no son dañinos ni polucionantes. Pero, igualmente, esta también fue una tecnología andinoamazónica del Perú antiguo, que así demuestra, una vez más, su temprana superioridad ante Europa.