
Temas selectos
de filosofía de la
ciencia y de
la tecnología :
Ciencia, Tecnología
y Sociedad

Lecturas volumen II

María Concepción
Caro García



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

**TEMAS SELECTOS DE FILOSOFÍA DE LA CIENCIA Y DE LA TECNOLOGÍA:
CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD**

LECTURAS VOLUMEN II

SELECCIONADO Y ELABORADO POR:
DRA. MARÍA CONCEPCIÓN CARO GARCÍA.
Con el apoyo de la División de Ciencias Sociales
y Humanidades de la Facultad de Ingeniería.

FACULTAD DE INGENIERIA
BIBL. "MTR. ENRIQUE RIVERO BORRELL"
ESTE LIBRO FUE DADO DE BAJA

*

*

SUSTITUIDO

NOMBRE

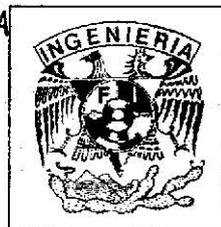
FIRMA



FACULTAD INGENIERIA
DONACIÓN



MÉXICO, D.F. CIUDAD UNIVERSITARIA, septiembre 2001.



Universidad Nacional Autónoma de México.

Dr. Juan Ramón de la Fuente, *rector*; Lic. Enrique del Val Blanco, *secretario general*; Mtro. Daniel Barrera Pérez, *secretario administrativo*; Dr. Jaime Martuscelli Quintana, *secretario de servicios a la comunidad*. Dra. Elvia Arcelia Quintana-Adriano, *abogada general*; Dr. José Narro Robles, *coordinador general de Reforma Universitaria*.

Facultad de Ingeniería.

M. en C. Gerardo Ferrando Bravo, *director*; Ing. Gonzalo López de Haro, *secretario general*; Ing. Carlos Lara Esparza, *secretario de servicios académicos*; Lic. Alberto Menéndez Guzmán, *secretario administrativo*.

División de Ciencias Sociales y Humanidades.

M en I. Sergio Tirado Ledésma, *jefe de la división*; Lic. Enrique Fabián Cervantes, *secretario académico*.



FACULTAD INGENIERIA

PRESENTACIÓN

Los materiales que aquí se presentan, han sido seleccionados y elaborados por la Dra. María Concepción Caro García con el apoyo de la División de Ciencias Sociales y Humanidades de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

Las lecturas propuestas, están basadas en el Programa de la materia de TEMAS SELECTOS DE FILOSOFÍA DE LA CIENCIA Y DE LA TECNOLOGÍA: CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD, emanado de la División. Pero además, en los ajustes que el proceso de enseñanza-aprendizaje nos ha ido exigiendo en el transcurso de varios semestres.

Las lecturas se han recopilado en dos volúmenes para hacer más fácil su uso por parte de los estudiantes. El primer volumen abarca las lecturas de la segunda unidad y parte de la tercera. El volumen dos, contiene los materiales alusivos a la otra parte de la unidad tres, y las unidades cuarta y quinta.

Conviene hacer la aclaración de que, en estos materiales no se incluyeron lecturas que tienen que ver con la primera unidad de trabajo.

Los contenidos de dicha unidad, que son de carácter conceptual, abarcarían una bibliografía muy amplia, misma que el alumno puede consultar directa y libremente en cualquier biblioteca.

Asimismo hacemos notar que, las lecturas de la segunda unidad relacionadas con la Revolución Industrial de Inglaterra y con la Revolución Francesa, por ser fácilmente accesibles para los estudiantes, deben ser consultadas por éstos en cualesquiera de los muchos textos que existen al respecto.

DRA. MARÍA CONCEPCIÓN CARO GARCÍA

74-A
TEM. SELEC FACULTAD DE INGENIERIA UNAM.
FILOS.
T. II
G1.- 908163



ÍNDICE

	Pag		Pag.
II. TERCERA UNIDAD: Revoluciones Industriales y tecnología. Sus efectos económicos, políticos y sociales. (Segunda parte) (pag. 81 a 132).		➤ Marisol, Pérez Lizaur, “Desarrollo Tecnológico en la industria: aprendizaje y redes sociales”.	209
LECTURAS:			
◆ Marcos Kaplan, “Transición hacia la crisis”.	82	➤ Ignacio Méndez Ramírez, “Relaciones entre investigación científica e investigación tecnológica”.	218
◆ Carlos Ominami, “La Tercera Revolución industrial”.	102	➤ Octavio Licona Segura, “Un sabio mexicano del siglo XVII”.	226
◆ Arnold Pacey, “Las Creencias sobre el Progreso”. Cap. II.	115		
IV. CUARTA UNIDAD: Progreso y desequilibrio ecológico y poblacional (Pag. 133 a 229).		V. QUINTA UNIDAD: Tecnología y ética; hacia un nuevo proyecto de vida (pag. 230 a 275)	
LECTURAS:		LECTURAS:	
➤ Francisco Viqueira Landa, “Hacia un desarrollo sustentable”. Cap.17	133	❖ Arnold Pacey, “Los conflictos de valores y las Instituciones”. Cap. VII.	231
➤ Miguel León Garza, “Desequilibrio Mundial de la población”. Cap. I	150	❖ Alberto Vargas, “La Ética de Platón”.	244
➤ Miguel León Garza, “Un Futuro incierto ante los cambios tecnológicos”. Cap. II	170	❖ Mauricio Beuchot, “Ética y justicia de Tomás de Aquino”.	249
➤ Arnold Pacey, “La cultura de la Especialidad”. Cap. III.	193	❖ Juan Rebollo Gout, “Notas sobre la concepción moral de Kant”.	257
		❖ Ma. Concepción Caro García, “La crisis en la ciencia, y la ciencia en la crisis” .	269

T E R C E R A U N I D A D

Revoluciones Industriales y tecnología,
sus efectos económicos, políticos y sociales.

(SEGUNDA PARTE)

7. "Transición hacia la crisis"

MARCOS KAPLAN,
"Transición hacia la crisis"

El análisis efectuado hasta ahora se refiere al surgimiento, la estructura y la dinámica del Estado en América Latina, como resultado y como agente de la aplicación de un modelo de crecimiento dependiente, en un régimen de economía liberal, dentro del cuadro de un desarrollo capitalista internacional. Este proceso se prolonga aproximadamente hasta fines del siglo XIX. Desde comienzos del siglo XX hasta la crisis de 1929 se van produciendo transformaciones en las metrópolis y en el sistema internacional, y cambios concomitantes en América Latina, que conforman una etapa de transición y prefiguran la etapa de crisis estructural.

En lo que sigue se analizan sucesivamente las modificaciones en el sistema internacional, sus implicaciones para América Latina, y los aspectos específicos del proceso para Chile, Argentina, Brasil y México.

A. Modificaciones en el sistema internacional

A partir del último cuarto del siglo XIX, poco más o menos, el capitalismo entra en una Segunda Revolución Industrial, que resulta más veloz, totalizadora e impactante que la primera, en sí misma y por sus repercusiones mundiales. Constituye un decisivo punto de viraje, a partir del cual los problemas de hoy comienzan ya a presentar un perfil visible y da comienzo la historia estrictamente contemporánea.

La Segunda Revolución Industrial presenta, en efecto, características especiales que la diferencian de la primera, respecto de la cual constituye a la vez la continuidad y un salto cualitativo. Tiene un carácter más científico, y una menor dependencia relativa del empirismo. La ciencia y la tecnología inciden decisivamente en la organización y funcionamiento de las economías y sociedades nacionales —metrópolis y dependencias—, y en el sistema internacional en su conjunto. Las ciencias pro-

gresan rápidamente, sufren una profunda transformación interna y aumentan sus influencias mutuas y sobre la tecnología, la industria, la agricultura, el transporte, las comunicaciones, la estructura económica, la estratificación social y el sistema de poder. El progreso científico-tecnológico posibilita una producción más eficiente de los bienes y servicios ya existentes y de otros nuevos, con resultados sin precedentes en cuanto a la velocidad y a los ámbitos de influencia (todos los aspectos y niveles de la organización, la producción, la existencia y la cultura, y a escala planetaria).

Las fuentes de energía, luz y calor se amplían con el petróleo y la electricidad y, en relación con ellos, se produce la invención del motor a explosión y del motor eléctrico. La siderurgia y la metalurgia reciben nuevo impulso. El acero se vuelve material industrial de bajo costo y de primera importancia, y tras él adquieren uso y valor crecientes el aluminio, el níquel, el cobre, el plomo. El progreso de la siderurgia y de la metalurgia contribuye al avance de las industrias mecánicas, de la construcción y del transporte (navegación, automotores, aviación). La industria química experimenta un adelanto decisivo, que se proyecta en la producción de anilinas y tejidos sintéticos y en la agricultura. La importancia relativa de las diferentes ramas industriales en la economía mundial se modifica profundamente en favor de algunas de ellas (acero, construcción mecánica, automotores).

Los adelantos de la medicina, de la higiene y de la nutrición reducen la tasa de mortalidad y determinan un considerable aumento de la población —que contrarrestan luego los factores mencionados más adelante—, absorbido predominantemente por las ciudades. La aplicación de las nuevas ciencias y técnicas a la agricultura (química, mecanización) expande su productividad, posibilitando abastecer a bajo costo a las poblaciones industriales y urbanas.

Monopolio e imperialismo

La Segunda Revolución Industrial opera como solvente del capitalismo liberal clásico y como catalizador del capitalismo monopolístico e imperialista que lo reemplaza. Crea una nueva sociedad urbano-industrial en las metrópolis y, en grado decreciente, bajo formas dependientes, desiguales y combinadas, la proyecta desde aquellas hacia el resto del mundo. Da un poderoso impulso a la centralización y a la concentración de

capitales y empresas; nuevas técnicas e instalaciones (acero) y nuevas industrias (aluminio, química, aparatos eléctricos, automotores) las exigen y posibilitan a la vez. La masa de equipos y su alto costo requieren enormes inversiones, que solo las grandes empresas están en condiciones de efectuar. Las nuevas técnicas favorecen, además la concentración al permitir la sincronización de la producción fabril (subdivisión creciente del trabajo, operación en cadena). La centralización y la concentración se dan precisamente en las industrias más nuevas y en los países adelantados que, por iniciar más tarde su desarrollo industrial, solo adoptan los aspectos y elementos más modernos de la estructura productiva (Alemania, Estados Unidos, Japón, Rusia, Italia). A partir de las nuevas industrias y de los centros recientemente desarrollados, la centralización y la concentración se propagan en todas direcciones, hacia ramas y regiones hasta entonces relativamente marginales revelándose en los porcentajes de absorción por las grandes empresas sobre el total de las inversiones en capital fijo, personal, producción, beneficios e ingresos. Esta concentración aumenta la capacidad competitiva de las grandes empresas con respecto a las medianas y pequeñas, que son liquidadas, reducidas a la subordinación o totalmente absorbidas; contribuye al aumento de las posibilidades de crisis de superproducción, para reducir las cuales, o sus efectos, se recurre a la racionalización y a la gestión unificada de las empresas que, una vez más, refuerzan la tendencia a la concentración. Esta se vuelve irreversible. La urbanización, el surgimiento y la expansión de áreas metropolitanas y de regiones urbano-industriales es uno de los resultados de la concentración empresarial (necesidad de gran cantidad de mano de obra, diversificación inducida de la estructura socioeconómica) y a la vez la refuerza (mercado de masas).

Las enormes inversiones en capital fijo implican amortizaciones rápidas y regulares, aumento de los riesgos y la consiguiente necesidad de mantener estabilizados a niveles altos los precios y los beneficios. En defensa de estos, las grandes empresas evitan la lucha ruinosa, y reducen su competencia mutua mediante acuerdos en los sectores fundamentales de la economía. El capitalismo de las empresas individuales de pequeño o mediano tamaño es reemplazado por el de las firmas gigantes. Al régimen de libre competencia sucede el del monopolio, casi simultáneamente en la industria y en la banca. La centralización y la concentración industrial y bancaria se refuerzan mutuamente, y su entrelazamiento da origen al ca-

pital financiero como forma dominante de la economía, la sociedad y la vida política. El proceso monopolístico adopta una amplia gama de formas, que van desde los acuerdos de caballeros, pasando por los convenios de precios, los *pools*, los cárteles, los trusts, los *holdings* y consorcios, hasta la fusión completa de empresas.

A través del monopolio y del oligopolio, las empresas gigantes, eliminando o reduciendo la competencia, logran mantener y aumentar sus precios de venta y sus tasas de beneficios, alcanzando niveles superiores a los de los precios de producción y beneficios promedios. A ello agregan las posibilidades que otorga la mayor eficiencia económica. La gran dimensión confiere una posición superior en el mercado para el logro de bienes, servicios, fuerza de trabajo, especialistas, la discriminación favorable de precios y tarifas, y de fuentes de recursos financieros. Posibilita también la racionalización intensiva de la producción, la aplicación sistemática de descubrimientos técnicos, el mejoramiento de la organización del trabajo, el aumento del rendimiento, la disminución de los costos y las mejoras de calidad. El monopolio produce efectos de dominación irreversibles en lo económico, en lo social y en lo político. Las grandes empresas fijan precios mínimos, imponibles por una coacción de hecho; discriminan los precios por categorías de consumidores; recurren exitosamente al *dumping*; ejercen controles de exclusividad. Regulan la aplicación del progreso técnico (patentes) y el mercado de trabajo, el volumen de la ocupación y el nivel de las remuneraciones. Influyen decisivamente sobre la vida política, el Estado, la cultura y la ideología.

El monopolio introduce factores de rigidez y de irracionalidad en el sistema económico. El aumento del capital fijo resta a la gran empresa capacidad de adaptación frente a las fluctuaciones coyunturales y estructurales, especialmente en momentos de crisis. La economía llega a componerse de zonas de diferente plasticidad, con una menor plasticidad de conjunto. Los consorcios monopolistas son propensos al conservadurismo malthusiano. Frenan el progreso técnico y económico. En función de los niveles buscados de precios y de ganancias, limitan deliberadamente la producción para hacerla absorbible por la demanda solvente. Suprimen o retrasan la aplicación de innovaciones tecnológicas. Crean y refuerzan nuevas formas de parasitismo —v. gr., las que surgen de la creciente disociación entre los proveedores de fondos y los organizadores financieros (rentistas), por una parte, y los dirigentes técni-

cos efectivos, por la otra; en otras palabras, entre la propiedad y la gestión.

La competencia no desaparece de hecho. Se reproduce en un nivel más alto y de manera exacerbada; en la esfera interna, entre los consorcios monopolistas, y entre estos y las empresas no monopolizadas; y en el plano internacional, a través de las luchas interimperialistas.

El monopolio va acompañado, en efecto, por la emergencia del imperialismo de tipo capitalista. Aquel acelera la aparición de excedentes de capitales en los países desarrollados, con la perspectiva de tasas descendentes de beneficios, y tiende a buscar con creciente urgencia su inversión en países menos desarrollados, donde la abundancia de mano de obra barata permite un menor uso proporcional de capital fijo y una sobreexplotación que se traduce en ganancias superiores a las obtenibles en las metrópolis. A la exportación de mercancías, característica de la etapa capitalista previa, se agrega ahora, como rasgo dominante, la exportación de capitales, que se entrelaza con la primera sin eliminarla. La exportación de capitales se ve naturalmente favorecida por la revolución simultánea en los transportes y comunicaciones internacionales.

La motivación básica de la expansión inversora se une a otras, también significativas. La industria europea, devoradora de materias primas, y obligada a nutrir una creciente población fabril y urbana, se lanza hacia las regiones menos desarrolladas y más dependientes, en busca de níquel, nitratos, cobre, plomo, caucho, petróleo, alimentos. El ámbito extrametropolitano de producción primaria se extiende cada vez más hacia tierras tropicales y subtropicales. Los países dependientes, semicoloniales y coloniales proporcionan mercado para la producción industrial de las metrópolis, y ocupación y posibilidades de enriquecimiento para sus soldados, administradores, concesionarios y contratistas. El prodigioso desarrollo científico y tecnológico tiende a romper el equilibrio de fuerzas entre las grandes naciones, y la expansión es un modo de restablecerlo en el plano mundial. El impacto de la prolongada depresión desde 1873 hasta 1896 estimula también la apertura al mundo como mecanismo compensatorio.

Esta dinámica expansiva modifica la acción económica, política, diplomática y estratégica de las grandes potencias europeas, de Japón y de Estados Unidos. Sus monopolios y sus gobiernos se lanzan a una carrera desenfrenada en la cual cada uno busca, a expensas de sus competidores, preservar el propio ámbito nacional e invadir el ajeno; apoderarse de

nuevos territorios (fuentes de materias primas y mano de obra, mercados, zonas de inversión); obtener y proteger un flujo continuo de amortizaciones, intereses y dividendos a partir de las implantaciones y mecanismos colonialistas. Ello da contenido y significado a la época de ascenso imperialista, que se extiende desde 1875, aproximadamente, hasta 1914.

El imperialismo opera como movimiento mundial que abarca a todos los países industriales y se ejerce sobre todo el planeta. Gran Bretaña, Francia, Alemania, Rusia, Japón, Estados Unidos, se reparten el mundo, a través de modalidades coloniales directas o por la creación de zonas de influencia sobre países formalmente independientes. En menos de una generación, un quinto de la superficie y un décimo de la población del globo son acaparados por ellos, especialmente en África, Asia y Oceanía. El imperialismo comienza a concretar la integración mundial, como unidad en que todo interactúa y afecta a todo. La interconexión económica y financiera a nivel universal alcanza un grado sin precedentes. La división del trabajo, la socialización y la internacionalización de la producción se cumplen a escala global. El mercado mundial, donde hasta 1914 los bienes, capitales y personas circulan libremente, a través de una red cada vez más densa y efectiva de transportes y comunicaciones, se rige por precios también mundiales.

Esta aparente realización del viejo sueño liberal apenas encubre, sin embargo, un contenido real que lo condiciona y contradice. El proceso se cumple por el impulso, bajo el control y en beneficio de las burguesías imperialistas. Estas exportan el capitalismo monopólico hacia la periferia dependiente y colonial, y la someten a una dominación y una expoliación desenfrenadas, utilizando su propio poderío económico, político y militar, el progreso de los transportes y de las comunicaciones, las innovaciones tecnológicas, la eficiencia de la moderna organización empresarial. Los cárteles internacionales se extienden por las más diversas ramas y regiones, se reparten el planeta. Dominan naciones enteras (*company countries*), especializan y deforman sus estructuras socioeconómicas, controlan e instrumentan sus organizaciones tribales y políticas (colonias) o sus Estados (dependencias). Las grandes potencias aumentan enormemente su fuerza y autoconciencia, y la brecha entre ellas y el resto del mundo no hace más que incrementarse hasta 1914.

Tras los hechos del imperialismo llega su doctrina. La expansión colonial es presentada como responsabilidad y carga del hombre blanco, tarea civilizadora a ejercer con las razas in-

feriores. El nacionalismo patriótico exalta la propia seguridad de cada metrópoli y el militarismo que sirve sus intereses. El liberalismo económico pierde prestigio e influencia real por la emergencia de un neomercantilismo, que ve en el imperio la base indispensable de autosuficiencia nacional que permite sobrevivir en un mundo de feroces competencias, y que lleva de hecho a liquidar el librecambio en las metrópolis y en las colonias. Los países industriales se esfuerzan por establecer combinaciones bilaterales de intercambio y grupos coloniales y semicoloniales propios: el Imperio Británico, el sistema colonial francés, la estrategia expansionista alemana en Europa central y en el Cercano Oriente («*Mittel Europa*», «*Drang nach Osten*»), las áreas comerciales de Estados Unidos y de Japón. La integración económica internacional va acompañada por la fusión de las principales regiones del planeta en un sistema político universal, donde —ya no en Europa— se van tomando y poniendo en práctica en grado creciente las grandes decisiones.

El imperialismo posibilita la expansión capitalista durante cuarenta años. Al mismo tiempo, crea y multiplica tensiones y conflictos, y nuevos centros de gravedad en el sistema internacional, y comienza a encontrar límites. El reparto del mundo concluye a principios del siglo **XX**, con la división de China en esferas de influencia para las principales potencias. La única alternativa disponible para las grandes naciones que han entrado tarde en la arena mundial es la redistribución de lo ya repartido. Las luchas de competencias y la modificación de las relaciones de fuerzas entre las potencias amenazan largo tiempo con desembocar en conflictos armados, y llevan finalmente a la conflagración de 1914.

La crisis bélica

La guerra de 1914-1918 es a la vez resultado y agente efectivo en el proceso de lucha interimperialista. Refleja modificaciones significativas en el equilibrio entre las grandes potencias, y entre Europa y el resto del mundo, y lleva esas modificaciones a un desenlace trascendente. La comprensión del significado de esa guerra y de sus consecuencias exige un somero análisis de los cambios producidos, especialmente los referentes a la nueva situación de las grandes potencias, en sí mismas y en relación con el sistema global.

En la expansión capitalista del siglo **XX**, Gran Bretaña se

erige y opera como potencia dominante y taller industrial del mundo, primera en la compra de materias primas, en la venta de producción manufacturera, en la inversión de capitales. Hasta 1860 es prácticamente el único país que invierte en el exterior. Aun en 1914, las inversiones británicas representan un 42 % del total mundial de inversiones extranjeras (18.000 millones y 44.000 millones de dólares, respectivamente). Provee y regula en la City, primer centro financiero mundial, las más decisivas corrientes de capitales, a través de una red que en 1914 comprende cerca de 3.000 agencias bancarias en todo el planeta. Posee la principal marina mercante y de guerra. Encabeza la expansión colonizadora mundial gracias a su capacidad productiva, comercial y financiera, a sus buques de guerra y a sus regimientos, y al ariete espiritual de sus ideólogos y misioneros. «Era tan absoluta esta supremacía que apenas necesitaba de control político para operar. No quedaban [hacia 1850] otros poderes coloniales, excepto por gracia de los británicos, y por lo tanto estos no tenían rivales... Nunca en toda la historia una sola potencia ha ejercido una hegemonía mundial como la británica a mediados del siglo XIX, pues incluso los grandes imperios y las hegemonías del pasado han sido meramente regionales —la china, la musulmana, la romana—. Nunca desde entonces ha logrado una sola potencia restablecer una hegemonía comparable, ni es probable que ello se logre en un futuro previsible, pues ningún poder ha podido desde aquella época reclamar el status adecuado de taller del mundo...» (E. J. Hobsbawm, *The age of revolution, 1789-1848*, págs. 355-56).

La futura decadencia de Gran Bretaña, sin embargo, fue prevista ya en las primeras décadas del siglo XIX. Alexis de Tocqueville predijo que Estados Unidos y Rusia se convertirían en potencias gigantescas. Friedrich Engels, hacia 1844, avizoró la competencia temible de Alemania. A partir de 1875 se vuelve perceptible el retroceso relativo de Gran Bretaña con relación a países ubicados dentro y fuera de Europa —Alemania, Estados Unidos, Japón—, que ya inician, con ritmos y alternativas variables, un ascenso rápido y amenazador para la hegemonía británica.

Adormecida en el disfrute de su posición imperial privilegiada, gran intermediaria y usurera del mundo, Gran Bretaña se va atrasando en la competencia económica internacional. La productividad de su aparato tecnológico crece muy lentamente, y de hecho se estanca respecto de nuevos y más dinámicos rivales. La participación británica en la produc-

ción industrial se reduce; en lo que atañe al hierro baja del 50 al 12 % entre 1870 y 1913. Sus industrias mineras, especialmente la del carbón, se vuelven cada vez más atrasadas e ineficientes. La tendencia a la baja de los precios, que se prolonga desde 1874 hasta 1896, y una cierta mejoría en las remuneraciones de los asalariados, reducen los beneficios y el ritmo de las inversiones industriales. La Segunda Revolución Industrial le hace perder definitivamente su preponderancia casi monopólica en la producción. Así, el desplazamiento del carbón por el petróleo la perjudica con relación a Estados Unidos, poseedor de vastas reservas de combustible líquido. La creciente competencia de Alemania y de Estados Unidos priva a Gran Bretaña de mercados, determina una velocidad decreciente en el desarrollo de su producción y de su comercio exterior, contribuye a generar la desocupación y la disminución de las remuneraciones obreras.

Frente a esta situación, y sobre todo frente a la amenaza alemana, Gran Bretaña reacciona en una doble dirección. Por una parte, tiende a reforzar los lazos con su Imperio, que en 1914 concentra el 47 % de las inversiones exteriores británicas, contra un 20 % en Estados Unidos, un 20 % en América Latina y un 6 % en Europa.

Ello no se produce sin que surjan dificultades. Los dominios blancos de la corona (Canadá, Australia, Nueva Zelanda) no aceptan la necesaria identificación de intereses entre ellos y la metrópoli; reclaman una mayor autonomía; desconfían de la capacidad de aquella para salvaguardar la unidad del Imperio y satisfacer las necesidades mínimas de sus componentes; especulan sobre las implicaciones de los cambios en marcha dentro del sistema mundial, y no son indiferentes al ascenso de Estados Unidos. En los restantes dominios, de población amarilla y negra, aparecen los gérmenes de la insatisfacción y de la rebeldía. Por otra parte, Gran Bretaña refuerza su flota y busca colocarse a la cabeza de un bloque antigermánico, que cristalizará con la formación de la «*entente cordiale*».

El bloque opuesto que se perfila en Europa está encabezado por Alemania, que en el último cuarto del siglo XIX experimenta un poderoso desarrollo industrial, se convierte en uno de los principales protagonistas de la Segunda Revolución científico-tecnológica, supera a Gran Bretaña y a Francia, y pasa rápidamente a ser gran exportadora de manufacturas y de capitales. Sus inversiones extranjeras alcanzan en 1914 a 6.000 millones de dólares (13,7 % del total), y se ubican en

Europa central (53 %), en América Latina (16 %) y en América del Norte (15 %).

El fulgurante desarrollo de Alemania, y su consiguiente necesidad de expansión externa, se hallan limitados, sin embargo, por su tardía llegada al reparto del mundo. Su imperio colonial es de insignificantes dimensiones, y, dada la desfavorable situación geográfica de la metrópoli, las comunicaciones entre uno y otra son demasiado vulnerables a la agresión de una potencia naval hostil, sobre todo Gran Bretaña. La expansión alemana tiende fatalmente a replantear el reparto del mundo ya realizado. La estrategia consiguiente se propone reorganizar Europa central bajo su égida, para competir con los otros imperios y ganar el derecho a participar en la política mundial con igual fuerza, si no más, que aquellos, hacerse de un bloque colonial de ultramar en África, Asia y América Latina, y concretar, a través de la Europa del este y del sudeste (Imperio Austro-Húngaro, Balcanes), la marcha hacia Turquía y el corazón del Asia. El delineamiento de esta estrategia y la plena entrada de Alemania en la carrera armamentista, particularmente en el ámbito naval, son factores decisivos en la alarma de Gran Bretaña a que se hizo referencia.

Hacia 1914 se constituyen dos bloques europeos, encabezados por Gran Bretaña y por Alemania. En el primero cuentan sobre todo Francia y Rusia. Francia logra hacerse de un imperio colonial considerable. Sus inversiones extranjeras alcanzan en 1914 a 8.500 millones de dólares, 19,3 % del total mundial, de los cuales un 61 % corresponde a Europa (25 % a Rusia) y un 9 % al propio imperio. Francia, sin embargo, se retrasa en su desarrollo industrial. En términos demográficos, productivos y militares es superada por Alemania, y esta posición desventajosa, sumada al fantasma de 1870 y al revanchismo virulento que nace de aquel, la inducen a estrechar su alianza con Gran Bretaña y con la Rusia zarista, hacia la que canaliza inversiones y préstamos. Rusia se ve arrastrada al conflicto, en parte consciente y en parte inconscientemente, por la necesidad de frenar la expansión alemana hacia los Balcanes, de población eslava, por la tradición paneslavista, por los lazos económicos y financieros con Francia y Gran Bretaña, y por la conveniencia de desviar hacia afuera la creciente presión de masas de cuya amenazante fuerza ha dado idea la Revolución de 1905.

El cuadro explicativo de la Primera Guerra Mundial y la demostración de sus consecuencias requieren considerar otros

factores y circunstancias, que se refieren a la situación global de Europa, en sí misma y con relación al sistema mundial.

Ya antes de 1914, el poder y la capacidad expansiva de Europa han comenzado a debilitarse. Desde fines del siglo XIX, y sobre todo en las primeras décadas del XX, se va poniendo de manifiesto un proceso de erosión del predominio europeo. Las potencias europeas deben enfrentar simultáneamente problemas emergentes de su pasado y de una nueva situación mundial. Las luchas internacionales absorben lo mejor de sus energías y recursos, y les impiden ponerse de acuerdo para cumplir en común, con unidad de propósitos y por la fuerza, la empresa colonial. Esta, junto con sus beneficios, obliga a las potencias europeas a extenderse y a comprometerse más allá de sus posibilidades. La expansión de dichas potencias va desencadenando, en la periferia dependiente y colonial, procesos que no pueden luego detener, revertir ni controlar, y que modifican incluso sus premisas iniciales. Aunque no todas las implicaciones de esta situación son perceptibles antes de 1914, lo es por lo menos la insuficiencia de recursos, sobre todo humanos. Desde 1900 aproximadamente comienza a bajar en Europa la tasa neta de crecimiento demográfico, por efecto del alto nivel de vida, de la difusión de métodos anticonceptivos, de la prolongada depresión en las últimas décadas del siglo XIX y de las migraciones internacionales. Ello, unido a la tendencia demográfica ascendente en Asia y África (disminución de la tasa de mortalidad, mantenimiento o aumento de la tasa de fertilidad), origina un desequilibrio relativo, traducido en la menguante capacidad para controlar los territorios coloniales con un número suficiente de población blanca. Esta situación diferencial es compensada solo temporariamente por la superioridad industrial y militar de los países europeos.

El fenómeno indicado es parte de un proceso más general, en virtud del cual van surgiendo fuera de Europa nuevos centros de población y de poder, que desgastan y limitan cada vez más el predominio tradicional de aquella; sobre todo Estados Unidos, Japón y Rusia.

Estados Unidos concluye la ocupación de su ámbito interior, y realiza un proceso de acumulación de capitales y de desarrollo industrial que lo introduce en la etapa de la expansión externa. Su posición como productor y exportador industrial se ha ido fortaleciendo en vísperas de la Primera Guerra Mundial. Deja de ser una salida para las poblaciones migrantes, las manufacturas y las inversiones de Europa, y

se vuelve exportador de bienes y de capitales. Hacia 1914, siendo aún deudor neto, comienza a invertir y a establecer empresas en Canadá, América Central y el Caribe, e incluso Europa. Sus inversiones exteriores ascienden a 3.500 millones de dólares, 7,7 % del total. Su expansión, sin descenderse del eje atlántico, tiende a desplazarse cada vez más hacia el Pacífico. A esta nueva y creciente orientación responde el desarrollo de California. Estados Unidos elude dejarse arrastrar a las complicaciones y vicisitudes de la política europea, pero las usa para promover sus intereses. Interviene cada vez más decisivamente en la política mundial, se orienta hacia el Asia y hacia América Latina, y en esa dirección toma contacto y choca con los otros imperialismos (v. gr., en China).

Japón intensifica también su desarrollo industrial, su expansión comercial y financiera y su poderío militar. Extiende su influencia en Asia, y contribuye —junto con Estados Unidos y Rusia— a frenar el reparto de China entre las potencias europeas, remplazado por una distribución más amplia de esferas de influencia. Su triunfo bélico sobre Rusia en 1904-1905 revela sorpresivamente su alarmante progreso. A horcajadas entre dos mundos —el del pasado semifeudal y burocrático y el de la modernidad, el de Occidente y el de Oriente—, la Rusia zarista limita por su parte y a su modo la expansión y el predominio de la Europa más desarrollada, e integra, con la colonización incipiente de Siberia, el movimiento general de desplazamiento hacia el eje del Pacífico.

El sistema tradicional de equilibrio de poderes, a la vez autocontenido y regulador del equilibrio mundial en su conjunto, comienza a volverse obsoleto. Los países europeos se debilitan relativamente, y sus rivalidades y conflictos se agudizan hasta tal punto que Gran Bretaña no puede seguir operando como fiel de la balanza. Las áreas continentales y regionales se van fundiendo en un sistema internacional amplificado, a escala global, donde se toman las grandes decisiones últimas, que condicionan a las potencias europeas. Fuera de Europa aparecen nuevos centros de población, de producción, de poder y de cultura, que no aceptan la guía, las normas ni las imposiciones de aquella, las cuestionan y desafían, y les oponen sus propias alternativas (Estados Unidos, Rusia, Japón). Sin saberlo ella misma, sin que casi nadie lo perciba al comienzo, Europa entra en el siglo xx retrocediendo. La cruda revelación es proporcionada por 1914 y sus secuelas.

Consecuencias de la Primera Guerra Mundial

La guerra de 1914-1918, desenlace apocalíptico de los procesos y conflictos que se han indicado, enfrenta a dos bloques: Gran Bretaña, Francia, Rusia, Italia, Japón y Estados Unidos, por una parte; Alemania, Austria-Hungría, Turquía, por la otra. Alrededor de ambos ejes giran una serie de países menores, arrastrados voluntaria o involuntariamente al conflicto. Más allá de los resultados puramente militares, la guerra tiene trascendentales consecuencias. Sacude de modo violento y profundo el sistema capitalista, lo corroe y vuelve más vulnerable, debilita el prestigio y el consenso de que gozara, marca el fin de un período de su historia y el comienzo de otro nuevo. Determina la interrupción del desarrollo capitalista mundial, que parecía no tener límites; produce una transferencia de riqueza y de poder en su seno; arruina a una parte de la burguesía mundial y consolida a otra.

Estos acontecimientos prolongan y refuerzan la tendencia al debilitamiento y cese de la expansión de Europa. Esta es campo de batalla. Los países europeos que participan en la guerra, vencedores o vencidos, sufren enormes pérdidas humanas y materiales, y se debilitan y empobrecen, y con ellos el capitalismo europeo en su conjunto. La absorción bélica de la mano de obra y de las fábricas, la baja de la inversión y de la reposición, el consiguiente deterioro, contribuyen a que la producción industrial se reduzca en 1919 en más de un tercio con respecto al nivel de preguerra. Algo similar ocurre con la agricultura y los trasportes. Gran parte del aumento posterior de la producción, que con gran esfuerzo alcanza apenas el nivel precedente, debe ser destinado a la reparación directa e indirecta de los daños provocados por la guerra.

Los beligerantes deben liquidar parte importante de sus activos en el extranjero, especialmente en Estados Unidos y en América Latina. Alemania pierde la casi totalidad de sus haberes, y se vuelve receptora de inversiones extranjeras. La Revolución bolchevique de 1917 y la desaparición del Imperio Otomano destruyen las esperanzas de los tenedores franceses, ingleses y belgas de valores rusos y turcos. Un cuarto de los haberes ingleses en el exterior, la mitad de los franceses, son perdidos o trasferidos. Europa ve reducidas sus inversiones en el exterior y la rentabilidad de las que mantiene. Sus exportaciones de capitales no recuperan el nivel de preguerra. En general, el arreglo de las deudas astronómicas originadas por el conflicto contribuye a la vez a estimular la in-

flación interna y a crear complejos problemas cambiarios. La estabilización monetaria internacional se restablece precariamente hasta 1930. Para preservar el equilibrio de su balanza de pagos, los países desarrollados recurren a todos los instrumentos proteccionistas, que traban el libre movimiento internacional de mercancías, capitales y personas. El mercado mundial tiende a estallar, a retraerse y fraccionarse. La configuración general del comercio internacional se modifica. El intercambio crece más lentamente que la producción mundial. Si se toma el volumen total del comercio mundial en 1913 como base = 100, el número índice para 1924-25 baja a 82,3, y para 1926-30 asciende penosamente a 110,1. Entre 1913 y 1926, la participación de los continentes en el comercio mundial se redistribuye. Europa pasa del 58,5 al 47,9 %; América del Norte, del 14 al 19 %; Asia, del 12,3 al 17,1 %; América del Sur, del 6,2 al 5,8 %; América Central, del 2,1 al 2,6 %; África, del 4,3 al 4,4 %; Oceanía, del 2,6 al 3,2 %. El comercio mundial deja de ser válvula de seguridad para la superproducción capitalista. La recuperación limitada y frágil se cumple además mediante procedimientos (racionalización, concentración, inflación) que tienden a producir más con menos hombres, redistribuyen la renta nacional reducida en beneficio del gran capital y en desmedro de las capas medias y proletarias, polarizan la sociedad, crean un estado casi permanente de graves conflictos sociales y políticos.

La posición de Europa como centro del mundo capitalista se ve socavada por otras circunstancias de indudable incidencia. La Europa oriental y sudoriental, que hasta 1914 ha operado en medida considerable como válvula de escape para Gran Bretaña, Francia y Alemania, es subdividida —a raíz del derrumbe del Imperio Austro-Húngaro y del cordón sanitario contra la Revolución Rusa— en un gran número de unidades nacionales medianas y pequeñas, con escasa viabilidad nacional para el desarrollo interno, e incapaces de seguir funcionando como ámbito para la expansión capitalista de los países euro-occidentales.

Los cambios limitativos y disruptivos más importantes ocurren fuera de Europa occidental: el ascenso de Japón y de Estados Unidos, la Revolución Rusa, el desarrollo creciente de la rebelión colonial.

En la Primera Guerra Mundial, Japón se alía con los futuros vencedores, sin grandes costos ni riesgos, y ve favorecido su propio desarrollo por el conflicto. Ya no es más zona de reserva para la expansión europea, y tiende a operar como gran pro-

ductor y exportador industrial y como inversor extranjero, y a extender su zona de influencia (China, sudeste asiático), aunque sin dejar de ser una potencia de segunda categoría. Estados Unidos interviene en la Primera Guerra Mundial (1917) por los pesados lazos económicos y financieros que lo ligan con Gran Bretaña y Francia, y como reacción ante la creciente agresividad del imperialismo alemán. Su intervención opera como fiel de la balanza, que convierte el empate entre ambos bandos en triunfo de sus aliados, y le representa pérdidas insignificantes en hombres y recursos. Su participación en la lid representa el decisivo punto de inflexión en que se pasa de la era europea a la era de la política mundial. Estados Unidos emerge del conflicto como el más poderoso país industrial, dominante en el mercado internacional, acreedor y principal exportador de capitales, sucesor de Europa en el goce de la hegemonía dentro del sistema capitalista. La actuación del presidente Woodrow Wilson, antes y durante la guerra y en las negociaciones de paz, traduce la confianza de Estados Unidos en su capacidad para rechazar el viejo orden europeo y mundial y para imponer otro nuevo, acorde con sus intereses y con su ideología. A partir de 1918, Estados Unidos acelera su expansión en Europa, y sobre todo en regiones dependientes, semicoloniales y coloniales (Canadá, América Latina, China).

La Revolución Rusa: desafío y alternativa

La Revolución Rusa de 1917 produce un doble efecto sobre la estabilidad del capitalismo. Representa la amputación de un vasto país-continente, que deja de actuar como mercado, fuente de materias primas y zona de inversiones para las naciones desarrolladas de Occidente, y se repliega sobre sí mismo en un esfuerzo de desarrollo autónomo acelerado. A ello se suman trascendentales proyecciones sociopolíticas e ideológicas.

El marxismo en su versión leninista deja de ser una doctrina minoritaria, para convertirse en la teoría y en la ideología de la revolución, desafío efectivo al capitalismo y al liberalismo, expresión de fuerzas en ascenso y de los problemas y necesidades de una nueva época: la de las sociedades de masas. El marxismo aparece como un sistema lógico, dotado de coherencia sistemática, de autosuficiencia y de totalidad, que pretende una aplicabilidad universal. El leninismo insiste en la integridad doctrinaria, repudia el espíritu de compromiso,

exhibe una notable aptitud para la captación de lo esencial. La postura especulativa es remplazada por un énfasis en la acción, en la voluntad y en la disciplina revolucionaria. Aparece una nueva fórmula de organización política, que le confiere fuerza y eficacia considerables. La combinación de racionalidad y de mística, de realismo y de elementos éticos y emocionales, otorga al marxismo leninista una tremenda capacidad para enfrentar y resolver problemas y para inspirar devoción y sacrificio.

A ello se agrega el enfoque y la apelación de tipo universalista, la valorización de la liberación, de la justicia social y de la igualdad sin distinciones de nación, raza, color, clase o sexo. La reorganización de las sociedades nacionales es presentada como inseparable de la creación de un nuevo orden internacional, sin diplomacia secreta y sin relaciones de dominación y explotación. Una honda fractura divide al mundo. A la guerra clásica de objetivos limitados sucede la ideológica.

La viabilidad de la doctrina recibe una demostración empírica que combina el hecho mismo del triunfo revolucionario con el logro de una formidable base nacional y la proyección en un movimiento internacionalista. Se revela la posibilidad de una forma diferente de desarrollo y de organización de la economía, la sociedad y el Estado. Se evidencian las ventajas que presenta un fuerte y centralizador intervencionismo estatal, como factor superador de las crisis y motor del desarrollo, especialmente en la promoción y orientación de los recursos y de las inversiones, y en el crecimiento adecuado del pleno empleo y de los ingresos de la población. Se hace notoria la importancia de un gran espacio económico, que abarca poblaciones numerosas y recursos abundantes y diversificados. Se verifican las virtudes de la planificación, sobre todo en lo referente a la centralización de las decisiones de inversión; a la eliminación de usos duplicados, capacidades excedentes, desperdicios y falsos costos; a la inexistencia de frenos injustificados al progreso técnico; a las posibilidades de rápida estandarización y organización en serie de la producción; a la distribución más racional y amplia del ingreso nacional. Finalmente, junto con Estados Unidos, la Unión Soviética emerge como un gran bloque continental estabilizado. Ambos flanquean, limitan y debilitan al viejo centro europeo, contribuyen a la desaparición de las áreas de libre maniobra y a la congelación de las posiciones de poder en el mundo.

La Revolución Rusa y la experiencia soviética producen un

formidable impacto inicial, frente a los horrores de la guerra mundial y al debilitamiento y desprestigio del capitalismo. La irradiación de aquellas se ve limitada en los países desarrollados por el «cordón sanitario» tendido, el debilitamiento de la Unión Soviética por las guerras internacionales y civiles, las exigencias de la reconstrucción y del desarrollo interno acelerado, las características y consecuencias del régimen stalinista, el fracaso de las revoluciones europeas y la recuperación posbélica de la economía capitalista. Sin perjuicio de ello, la crisis de 1929 vuelve a dar fuerza a la proyección internacional del experimento soviético. Este, sobre todo, comienza a ejercer de inmediato una influencia cada vez más intensa y múltiple en la periferia dependiente y colonial de Asia, África y América Latina.

La crisis colonial

La retracción del ámbito externo para la recuperación y la nueva expansión de los países capitalistas desarrollados es reforzada, además, por el comienzo de la crisis en el mundo colonial. La propia acción imperialista ha comenzado a sembrar las semillas del cambio y de la rebelión, incluso antes de 1914, aunque ello recién dará sus frutos definitivos después de la Segunda Guerra Mundial. Los consorcios monopólicos y sus Estados convierten a los países dependientes y coloniales en productores de materias primas, mercados para la industria metropolitana y zonas de inversión. Ello requiere el cumplimiento de varias tareas convergentes. El orden social tradicional, su estructura y su equilibrio, deben ser disueltos o profundamente modificados. La organización tribal se quiebra; sus jefes ven reducida su autoridad; su población es incorporada al sistema mercantil, al régimen salarial, a la alfabetización y a la calificación laboral relativas. La economía es remodelada en función de producciones especializadas para la exportación. Se desarrollan el transporte y ciertas formas elementales de industrialización, y tiene lugar un grado limitado de diversificación socioeconómica interna. La introducción de la medicina y de la higiene, de técnicas superiores de agricultura, de irrigación y recuperación de tierras, de distribución y almacenamiento de alimentos, reducen la tasa de mortalidad pero no la de fertilidad, y determinan una tendencia ascendente de la población en Asia y África. La urbanización hace también considerables progresos, y con

ella nuevas pautas de organización, consumo y cultura. Emergen y se amplían nuevos grupos sociales: capas medias urbanas, empresarios, burócratas e intelectuales, primeras manifestaciones de proletariado. El tipo de desarrollo dependiente, desigual y combinado, en sus formas más extremas, crea o agrava las desigualdades y los desequilibrios, suscita nuevas reivindicaciones y tomas de conciencia frente a la subordinación, la explotación y el atraso inherentes al sistema colonial. Ideas, técnicas e instituciones occidentales son asimiladas por los nativos, primero en forma mimética, pero luego para usarlas contra las potencias ocupantes.

A ello se agrega el progresivo debilitamiento del control europeo sobre el mundo colonial, determinado por el desequilibrio demográfico entre ambos términos de la relación y, sobre todo, por las rivalidades y guerras entre las grandes potencias. El triunfo de Japón sobre Rusia (1904-1905) asesta un rudo golpe al prestigio europeo, al que se añaden más tarde otro triunfo japonés sobre Alemania (Shantung, 1915), las campañas del líder turco Kemal Atatürk contra Francia (1920) y contra Grecia (1922). La Revolución Rusa de 1905 es visualizada en Asia como una lucha liberadora de las poblaciones oprimidas contra el despotismo europeo.

La guerra de 1914 incide de diversos modos en el mismo sentido. Los pueblos coloniales son movilizados en la lucha; se sienten necesarios como proveedores de soldados, mano de obra, recursos y productos. Los combatientes de color son a la vez actores y testigos de la masacre a que se entregan los representantes de la civilización colonialista blanca, los perciben como vulnerables y capaces de actos de barbarie. Las potencias beligerantes estimulan el nacionalismo en las colonias enemigas, y en ellas y en las propias diseminan como propaganda las ideas occidentales sobre democracia, independencia nacional y autogobierno. Se ven obligadas, además, a hacer concesiones a los súbditos nativos, cuyo posterior incumplimiento las desprestigia y alimenta el descontento. La guerra determina interrupciones y cambios de dirección en el comercio, las inversiones internacionales y las actividades productivas. Estimula cierto desarrollo de la industria y de la valorización de recursos en los países dependientes y coloniales. Contribuye al aumento de las capas medias, de los empresarios nativos y de los trabajadores; sectores todos en los cuales, de diverso modo y en distinto grado, comienza a surgir y arraigar la motivación de la independencia.

La Revolución Rusa, en parte subproducto de la Primera

Guerra Mundial, incide poderosamente en el despertar social y nacional de los países dependientes y coloniales. Proporciona un ejemplo de la revolución posible proveniente de un país que no evita en exceso el estigma de un pasado colonialista, que desafía a las potencias occidentales implantadas en Asia, Africa y América Latina, y propone fórmulas nuevas para enfrentar la dependencia y el subdesarrollo. La Unión Soviética aparece como un esquema alternativo y operante, no comprometido con los intereses creados del imperialismo y de las oligarquías nativas, predispuesto a las soluciones y políticas de carácter simple y drástico.

Bajo el impacto convergente de estos factores y circunstancias, los movimientos nacionalistas toman impulso en las dependencias y colonias desde las postrimerias de la Primera Guerra Mundial. Europa conserva en conjunto la esfera colonial de que dispone en 1914, aunque las posesiones se redistribuyen en favor de los vencedores, pero su expansión en ese sentido se detiene y comienza a ser cuestionada. El estancamiento de la perspectiva colonial no compensa las pérdidas sufridas en su propio ámbito y en otras regiones desarrolladas.

Decadencia de Europa

El empequeñecimiento y debilitamiento de Europa, aunque general, afecta a ciertos países más que a otros. El contraste es particularmente visible si se considera la situación de las dos cabezas de bloques bélicos: Gran Bretaña y Alemania.

Gran Bretaña pierde en la guerra 740.000 hombres, el 10 % de su población masculina activa, y debe utilizar una parte importante de sus inversiones exteriores para financiar las operaciones militares. Su producción descende un 16 % durante el período 1914-1918, y no llega a recuperarse después de la guerra el nivel de 1913. La economía británica se ve afectada por el estancamiento de la expansión externa, sufrido por el capitalismo en su conjunto, y, más particularmente, por cambios estructurales operados en la economía internacional: comienzos de la industrialización en «países nuevos», sobre todo desde la Primera Guerra Mundial; desarrollo del consumo extraeuropeo de alimentos y materias primas; mayores dificultades en el intercambio tradicional de productos industriales por otros de tipo primario. Estos cambios afectan a las industrias básicas y tradicionalmente exportadoras de Gran Bretaña, en especial las del carbón y los productos textiles.

La decisión del gobierno conservador, en 1925, de recuperar el lugar que Gran Bretaña tuviera en el mercado financiero internacional durante el siglo XIX, pese al empeoramiento de su balanza de pagos, y la consiguiente revaluación de la libra esterlina, agravan el peso de las deudas públicas y privadas. Unido a la resistencia sindical a la merma de las remuneraciones, todo ello se traduce en precios y salarios demasiado altos para mantener exportaciones competitivas.

La expansión colonial de Gran Bretaña se detiene, y sus anteriores conquistas comienzan a verse amenazadas. Se debilitan sus exportaciones de capital y su comercio exterior. Su participación en el intercambio comercial mundial baja del 13,11 % en 1913 al 9,87 % en 1929, con descenso de sus exportaciones e incremento de sus importaciones. La balanza de pagos corrientes, equilibrada y con excedente favorable a partir de 1870 (sobre todo por obra de los ingresos provenientes de las inversiones y de los servicios en el exterior), pierde ese superávit en la primera posguerra, volviéndose deficitaria en 1935. Gran Bretaña deja de contar, por consiguiente, con el elemento que hasta entonces le permitiera compensar el atraso relativo de su industria en la competencia internacional. Sus exportaciones de capitales se reducen aún más. Es privada de su tradicional posición de predominio financiero. Sufre un contragolpe socioeconómico interno más acentuado todavía. Su potencial demográfico se debilita considerablemente. Por primera vez en su historia y por muchos años, conoce el desempleo crónico, así como la primera huelga general de gran envergadura (1926).

De results de la derrota militar, Alemania sufre un tremendo drenaje de hombres, materiales y recursos. Su capacidad militar y su dinámica imperial son destruidas. Pierde la mayoría de sus inversiones extranjeras, y se vuelve ella misma campo de inversión de las potencias vencedoras, especialmente Estados Unidos. Pierde, asimismo, todas sus antiguas colonias, y la base industrial de Alsacia y Lorena. Su expansión hacia el este es limitada por el desmembramiento del Imperio Austro-Húngaro y la creación de la Pequeña Entente por los Estados menores que resultan de aquel. Solo hacia 1939 se podrá reavivar su impulso inversor en los países de Europa central, hacia los cuales se expande. Al enorme peso de la deuda contraída a raíz de la guerra debe agregar luego el pago de reparaciones de monto astronómico. La consiguiente inflación arruina a las capas medias y empobrece más a los grupos asalariados, restringiendo así el mercado interno. Su

intento de reconstrucción debe hacerse en el marco de estas condiciones negativas, merced a un intenso esfuerzo de racionalización y modernización del aparato productivo, y con las limitaciones que surgen de la demanda interna contraída y de la fuerte competencia internacional. Sus exportaciones no recuperan el nivel de 1913. Los efectos del Tratado de Versailles, la contradicción irresuelta y agravada entre el potencial industrial y las ventas externas, la crisis social y política permanente, la amenaza siempre presente y nunca concretada de una salida revolucionaria, se combinan para crear condiciones favorables al resurgimiento del imperialismo y del militarismo, y a la aparición y triunfo del nacional-socialismo, factores decisivos de la Segunda Guerra Mundial.

B. Cambios generales en América Latina

Las modificaciones en el contexto internacional analizadas inciden en América Latina, y entrelazan sus efectos con los cambios que en ella se vienen produciendo como resultado del funcionamiento del modelo de crecimiento dependiente. Este comienza a mostrar insuficiencias y desajustes que, a partir de la infraestructura, se proyectan sobre la estratificación social, la cultura y la ideología, el sistema de poder y el Estado.

Ya en años anteriores a la Primera Guerra Mundial se evidencia un cierto debilitamiento y discontinuidad de los estímulos externos, en función de las ondas largas o ciclos seculares de la economía mundial, y de sus fluctuaciones más breves. A la prolongada crisis de las últimas décadas del siglo XIX (1873-1895), se agrega el sacudimiento que se inaugura en 1914 y se prolonga prácticamente durante el resto del período considerado, hasta 1930. Este proceso combina una tendencia de largo plazo al estancamiento relativo con fuertes fluctuaciones de corto plazo.

El desplazamiento del centro internacional

La Primera Guerra Mundial trae aparejada, en primer lugar, la pérdida de la importancia de Gran Bretaña como centro económico mundial, y su remplazo en tal papel por Estados Unidos. Las implicaciones de este desplazamiento para Amé-

rica Latina son fácilmente perceptibles. Gran Bretaña es librecambista, especializada en la producción industrial, com-
pradora de materias primas y alimentos, gran inversora, fa-
vorecida hasta entonces por una positiva balanza de pagos
que puede usar para seguir expandiendo su comercio y sus
inversiones. Su hegemonía es, por consiguiente, el eje y la cla-
ve del modelo de crecimiento dependiente que se aplica hasta
entonces en América Latina.

Estados Unidos, por el contrario, es un país tradicionalmente
proteccionista. Se halla cada vez más sobreequipado en to-
dos los aspectos. Es gran productor de materias primas agro-
pecuarias y de alimentos, y compite en estos rubros con países
de la periferia, y también con los de América Latina. Está ca-
pacitado, además, para la exportación en masa de artículos
manufacturados. Vende más que lo que compra, y va logrando,
a través de empréstitos e inversiones, un enorme crédito sobre
el mundo y sobre América Latina. Su balanza comercial y de
pagos, netamente excedentaria, su consiguiente acumulación
de oro y divisas, contribuyen a restar liquidez al sistema in-
ternacional. A su acción comercial y financiera se agrega una
creciente tendencia a las inversiones directas, tipo enclave
(América Central, Venezuela, Chile), y en los sectores in-
dustriales de América Latina. Sus inversiones directas en la
región suben de 2.000 millones de dólares en 1919 a 3.000
millones en 1929. En las inversiones directas y en los mismos
años, la distribución porcentual por rubros se modifica del
modo siguiente: manufacturas, del 4 al 7 %; petróleo, del
16 al 17 %; electricidad y transporte, del 15 al 25 %; agricul-
tura, del 25 al 23 %; minería y metalurgia, del 33 al 21 %.
En 1929, las inversiones directas de Estados Unidos en indus-
trias manufactureras de América Latina ascienden a 230 mi-
llones de dólares, de los cuales un 53 % corresponde al rubro
alimentación; 10,5 % a química y afines, incluido el caucho;
21 % a metales, maquinarias y vehículos, con predominio de
automotores; 15,5 % a productos textiles, papel y otras indus-
trias (Adolfo Dorfman, *La industrialización en la Amé-
rica Latina y las políticas de fomento*, págs. 203 y 210). En
este período comienzan las primeras manifestaciones de la
migración de industrias completas desde Estados Unidos a
Latinoamérica, cuyo mayor despliegue se producirá, sin em-
bargo, a partir de 1930. De todos modos, a diferencia de
Gran Bretaña, encerrada en el esquema de la relación colo-
nial clásica (productos industriales, inversiones y servicios,
versus materias primas agropecuarias y alimentos), Estados

Unidos se coloca en condiciones previas favorables para in-
terponerse en el posterior proceso de industrialización sustitutiva
de importaciones, y para ejercer una dominación más diver-
sificada y estricta sobre las estructuras socioeconómicas que
emergen en la etapa contemporánea de la historia regional.
Las inversiones británicas en América Latina pasan de 4.983
millones de dólares en 1913, a 5.889 millones en 1929; las
norteamericanas, de 1.242 millones a 5.587 millones. La re-
lación entre los volúmenes de capitales británicos y estadou-
nidenses invertidos en la región cambia de 4:1 en 1913 a 1:1
en 1929. Los cambios en la dinámica inversora de Gran Bre-
taña y de Estados Unidos en América Latina se reflejan en
las posiciones comerciales de ambas potencias.

Antes de la Primera Guerra Mundial, más de la mitad del
total de importaciones argentinas provenía de los tres prin-
cipales países industriales de Europa, y Gran Bretaña propor-
cionaba cerca de la tercera parte del total. En la década del
veinte, sin embargo, la proporción conjunta de esos tres paí-
ses representó solo una tercera parte del total, y a Gran Bre-
taña le correspondió menos de una quinta parte. Por otro
lado, la proporción de Estados Unidos aumentó a más de
una cuarta parte.

La situación en los demás países de Sudamérica era muy
parecida. En 1913, las importaciones brasileñas llegaron a un
total de 67,2 millones de libras; en 1927, a 79,6 millones, y
en 1929, a 86,7 millones. La parte que correspondió a Gran
Bretaña en 1913 ascendió al 24,4 %, en 1927 al 21,2 % y
en 1929 a solo el 19,1 %. Los porcentajes respectivos de Ale-
mania fueron 17,4, 10,7 y 12,7, y los de Francia 9,8, 6,3 y 5,3.
Los porcentajes de Estados Unidos fueron 15,8, 28,6 y 30,1,
respectivamente.

El total de las importaciones chilenas arrojó un valor de
89 millones de pesos oro en 1913, 1.073 millones en 1927 y
1.617 millones en 1929. El porcentaje de la parte que corres-
pondió a Gran Bretaña en los tres años mencionados fue de
29,9, 18,4 y 17,7; la parte de Alemania fue, respectivamente,
24,6, 12,6 y 15,5; la correspondiente a Francia, 5,5, 5,1 y
4,4. Por otro lado, la parte de Estados Unidos se elevó cons-
tantemente, pues fue de 16,7, 29,6 y 32,2 %.

Antes de la Primera Guerra Mundial no menos del 60 %
de todas las importaciones chilenas procedía de los tres prin-
cipales países industriales europeos, y solo una sexta parte
de Estados Unidos. En los últimos años de la década del

veinte, sin embargo, la parte de Estados Unidos fue de más del 30 %, casi tan grande como las partes correspondientes a Gran Bretaña, Alemania y Francia juntas. [...]

»En México, la situación fue muy parecida. Allí también Estados Unidos iba a la cabeza, aun antes de la Primera Guerra Mundial, y después de esta afianzó su posición a expensas de las potencias europeas. El total de las importaciones mexicanas en 1913 fue de 192,3 millones de pesos, en 1927 de 346,4 millones y en 1929 de 382,2 millones. La parte de Estados Unidos en estas importaciones ascendió a 50,6 % en 1913, 67,2 % en 1927 y 69,1 % en 1929. La parte de Gran Bretaña disminuyó de 13,5 % en 1913 a 6,5 % en 1927, y se elevó ligeramente en 1929 a 6,7 %. La parte de Alemania disminuyó de 13,1 % en 1913, a 8,5 % en 1927 y 8 % en 1929. La parte de Francia disminuyó de 9,5 % en 1913 a 4,9 % en 1927, y se elevó ligeramente en 1929 a 5 %» (Fritz Sternberg, *¿Capitalismo o socialismo?*, págs. 236-38).

Las modificaciones del mercado mundial

El desplazamiento de Gran Bretaña por Estados Unidos como eje económico mundial se inserta en el cuadro más amplio de las modificaciones en la estructura y la dinámica de la economía internacional, que también inciden en América Latina.

El mercado mundial se restringe y fragmenta. Los países desarrollados, sobre todo los europeos, profundamente sacudidos y debilitados por la Guerra Mundial y sus secuelas, se lanzan a una defensa a cualquier precio de sus abastecimientos autónomos, sus producciones, sus mercados de exportación, sus balanzas de pagos, sus signos monetarios y sus niveles de ocupación e ingreso. Ello determina una exasperación del nacionalismo económico, del proteccionismo y de la autarquía. Cada uno de esos países tiende a la vez a constituir una economía cerrada, replegada sobre sí misma y autosuficiente, y a invadir agresivamente los mercados internos y externos de los países rivales. El dirigismo económico se generaliza e impone, a través de una fuerte injerencia de Estados que operan en estrecho acuerdo con monopolios y oligopolios, y que aplican cada vez más una concepción neomercantilista.

Ello se traduce ante todo en una descentralización de las actividades industriales, y en un retroceso de las viejas especializaciones. Países tradicionalmente agrarios se industrializan. Países especializados en la producción industrial reequipan y

desarrollan sus sectores agropecuarios. Las naciones desarrolladas aumentan su producción agrícola-ganadera. Buscan productos sintéticos como sucedáneos de los naturales. Recurren a un nuevo o reforzado proteccionismo a través de los derechos de importación y exportación, las cuotas, las prohibiciones, las operaciones de compensación, los subsidios, las uniones aduaneras, las cláusulas de nación más favorecida, a lo que agregan el ejercicio de un *dumping* agresivo. Los países imperiales, como Gran Bretaña, acuerdan privilegios exclusivos a los productos provenientes de sus dominios y colonias. La búsqueda de mayores exportaciones se combina con la deliberada reducción de las importaciones. Las crisis monetarias, las inflaciones y devaluaciones masivas, los desequilibrios en las balanzas de pagos, el temor a la hemorragia de divisas, también inciden en las transacciones internacionales. Se crean bloques monetarios alrededor de los signos dominantes, reforzados por controles de cambios y acuerdos de compensación o *clearing*, cada uno con su propio circuito comercial. El sistema de patrón oro se quiebra. Las prácticas tradicionales de financiamiento internacional son abandonadas. Las corrientes internacionales de capitales se modifican y reducen. En general, el intercambio mundial sufre un fuerte estancamiento relativo. La circulación retrograda con relación a la producción. Modificaciones importantes tienen lugar en la orientación y en la delimitación geográfica de los intercambios, así como en la evolución de la producción de los países implicados. En América Latina, particularmente, en función del lento crecimiento y de las fuertes fluctuaciones en la demanda internacional de productos básicos, los sectores exportadores sufren un estancamiento relativo, que afecta el nivel de actividad, de ingreso y de ocupación de los grupos sociales vinculados directa o indirectamente con aquellos. Los factores críticos operan al mismo tiempo que se van haciendo perceptibles los efectos de las transformaciones socioeconómicas inducidas por el crecimiento dependiente y como parte de este.

Diversificación y diferenciación social

El desarrollo de las economías primaria-exportadoras implica un grado creciente de especialización en la unidad básica —la hacienda—, la desaparición de su tendencia originaria a la autosuficiencia relativa, un mayor consumo abastecido desde afuera, pero también en parte por la producción na-

cional. A ello se agregan el aumento en número e importancia de actividades inducidas por el comercio de importación y exportación y por las inversiones extranjeras. La división social y regional del trabajo adquiere creciente complejidad. La expansión del tamaño y envergadura de acción del Estado actúa en un sentido convergente con el de aquellos fenómenos. Junto con las actividades primario-exportadoras y con los grupos que las posibilitan y usufructúan, aparecen otras actividades y grupos que se vinculan con la satisfacción de necesidades internas, y que con su aporte incrementan la división del trabajo y la capacidad de absorción del mercado nacional. Tal es el caso de los pequeños y medianos comerciantes, los sectores de servicios (transportes, comunicaciones, servicios públicos, banca, educación), profesionales y técnicos, funcionarios públicos, empleados particulares, empresarios y obreros industriales. Los procesos de industrialización y de urbanización se presentan como resultados, aspectos y factores de gran importancia en este proceso general.

Las causas y obstáculos de la industrialización ya fueron señalados (capítulo 5). Cabe agregar que la mayor diversificación relativa y el impacto de la Primera Guerra Mundial determinan un cierto adelanto de la industrialización. La guerra interrumpe o debilita la vinculación entre América Latina y Europa. La absorción de los países desarrollados por el esfuerzo bélico les impide, entre 1914 y 1918, seguir proporcionando a la región los insumos primarios, equipos y bienes de consumo que América Latina había adquirido tradicionalmente. La producción industrial autóctona recibe así una protección indirecta, y la aprovecha tratando de subsanar el déficit de abastecimiento. Se desarrolla una actividad manufacturera improvisada, carente de insumos, equipos y experiencia empresarial y técnica en cantidad y calidad adecuadas, sin suficiente apoyo gubernamental, y sin cambios estructurales concomitantes que consoliden el proceso de industrialización. Terminada la guerra, se van restableciendo las corrientes tradicionales de comercio exterior, y reaparece la competencia de la industria europea, a la que se agrega ahora la irrupción de los grupos norteamericanos. De todas maneras, la industria nacional se afianza en cierta medida entre 1914 y 1925 aproximadamente, aunque este desarrollo tenga un carácter irregular y desnivelado. Surge una mayor complementación interna de las distintas ramas industriales y una más intensa elaboración de materias primas agropecuarias para proveer a la producción fabril. Las empresas industriales

aumentan en número, en experiencia y modernización, y se extienden además a nuevos campos.

La urbanización continúa el proceso preexistente a que ya se hizo referencia (capítulo 5), reforzada por la diversificación de la estructura socioeconómica. Estimula la industrialización (ampliación de la división del trabajo y de la capacidad de consumo del mercado interno) y es estimulada por ella. Los establecimientos industriales tienden naturalmente a radicarse en la ciudad principal y en otras pocas ciudades importantes, atraídos por su desarrollo, la cercanía del aparato estatal, las disponibilidades de infraestructura, redes comerciales y financieras y masas consumidoras, por el acceso directo al abastecimiento de materias primas y maquinarias externas, y por la ubicación en el nudo central de comunicaciones, llave del mercado interno. A su vez, la industria atrae corrientes migratorias del interior y del exterior hacia las ciudades, estimulando la diversificación interna de la estructura socioeconómica urbana. El desarrollo del Estado, de su actividad, de su aparato y de sus gastos, la expansión de la burocracia pública y del nuevo ejército profesional, incrementan también el número, la diferenciación funcional y la importancia de los grupos urbanos.

La diversificación de la economía, la industrialización, la urbanización, la expansión del Estado, determinan importantes modificaciones en la estructura social, aunque estas no pasan de las grandes ciudades, y en todo caso apenas inciden en la estructura agraria tradicional. El proceso se ve limitado por su localización y superficialidad, y por las discontinuidades del crecimiento provenientes de las circunstancias antes señaladas.

De todas maneras tiene lugar una diferenciación social interna, que se manifiesta ante todo en el desarrollo de las capas medias urbanas, cuyo número y peso específico aumentan. Aunque siguen constituyendo una parte relativamente reducida de la población, y se concentran en una o unas pocas ciudades, su importancia real se acrecienta por su ejercicio de funciones especializadas, requeridas por economías, sociedades y sistemas políticos de mayor complejidad. Se trata de capas medias no homogéneas, en cuyo seno pueden percibirse dos tipos fundamentales. Una parte se halla constituida por los sectores residuales (Costa Pinto, Graciarena), insertados en la estructura clasista tradicional; dependientes de la oligarquía por relaciones clientelísticas, ocupación y mercado; totalmente identificados con aquella, a la que toman como marco

referencial y modelo de identificación; tradicionalistas y resistentes al cambio. Otros sectores son los creados o estimulados por los factores ya aludidos (diversificación económica, industrialización, urbanización, expansión estatal); se presentan como menos dependientes y tradicionalistas; van tomando creciente conciencia de su existencia, de su fuerza y posibilidades; incrementan sus aspiraciones y demandas. El desarrollo de las capas medias emergentes encuentra obstáculos en el sistema tradicional, y ello las lleva a pretender una mayor participación en las posibilidades y beneficios de la riqueza, el status, el prestigio y el poder, y a chocar a la vez con la oligarquía y con las capas medias de tipo residual. Su estrategia al respecto no puede comprenderse si no se tiene en cuenta también la aparición de otros grupos sociales, y los cambios culturales e ideológicos que expresan e integran la nueva situación.

El crecimiento y diversificación de la economía, la inmigración, la urbanización y la industrialización incrementan el número y peso específico de las masas populares urbanas. Un importante sector de ellas pasa cada vez más a estar constituido por grupos de asalariados ocupados en actividades tradicionales, en el artesanado, los servicios y la producción fabril. La mayoría se dedica a tareas de nula o escasa calificación, y una minoría, a otras de mayor especialización y nivel técnico.

Los nuevos grupos proletarios, en los cuales todavía predominan por lo general los elementos de origen inmigratorio, generan, como se vio, un sindicalismo de militantes o de élites. Este es relativamente reducido, por el número de sus participantes activos y por las restricciones en cuanto a los sectores incorporados a su ámbito de actividad e influencia. Se inspira en las tradiciones ideológicas, políticas y organizativas del anarquismo y del socialismo europeos, a las que luego se agrega el impacto interno de la Revolución Rusa, expresado por el surgimiento de los partidos comunistas. Combina los movimientos reivindicativos puramente economicistas con otros que pretenden una transformación social y política profunda. La presión ascendente del sindicalismo obrero coincide en parte objetivamente con la de las capas medias, y en parte es aprovechada por estas como base de maniobra e instrumento de negociación en sus relaciones con la oligarquía.

El nuevo sindicalismo obrero y sus expresiones políticas estructuradas aumentan su importancia e influencia en las primeras décadas del siglo XX, montan sus propias organizaciones defensivas y ofensivas, despliegan un grado considerable de

combatividad, heroísmo y voluntad de cambio. Esto suscita dos tipos de respuesta por parte del Estado, combinados a veces en el caso de los nuevos gobiernos de capas medias: la represión despiadada (encarcelamiento, deportación, masacre), y la legislación que permite canalizar, controlar y utilizar el potencial social y político de los trabajadores.

Las masas populares y proletarias, no obstante su peso específico y la capacidad de lucha que despliegan, ven limitada su participación efectiva en el sistema de poder y su progreso real en todos los aspectos y niveles, por una combinación de factores y circunstancias, especialmente los siguientes:

- a. Predominio de formas primarias y artesanales de producción, trabajo, vida y cultura.
- b. Reducida importancia de los sectores proletarios, especialmente industriales, en cantidad absoluta y como porcentaje de las masas populares y de la población total.
- c. Bajos niveles de ocupación, ingreso, educación, conciencia y organización en las masas.
- d. Considerable disociación interna, por grupos sectoriales y regionales, y grado relativamente reducido de interacción y de integración clasista.
- e. Insuficiencias del liderazgo propio: imprecisión y falta de realismo de las ideologías, estrategias y tácticas; mutuas rivalidades de las tendencias alternativas (anarquistas, socialistas, comunistas).
- f. Manipulación clientelística por otros grupos y partidos, y por el Estado.
- g. Ilegalidad y represión.
- h. Claudicación y deserción de las capas medias como agentes de cambios estructurales profundos.
- i. Continuidad casi intacta del poder oligárquico en sus aspectos esenciales.

La alianza expresa o tácita entre las capas medias y los grupos populares se basa en la convergencia de intereses para un mayor desarrollo, una ampliación de la participación política y la distribución del ingreso, y la legitimación de oportunidades y beneficios sociales. Las capas medias pueden ofrecer al movimiento obrero y a las capas populares una serie de elementos que necesitan — líderes, ideologías, técnicas organizativas, medios de difusión — y recibir de ellos los votos y una base de maniobra más amplia. Entre capas medias y grupos populares se produce y mantiene una relación asimétrica. Las

capas medias cuentan con una superioridad de hecho frente a los grupos obreros y populares, en términos de poder económico, influencia social, nivel cultural y organizativo, disponibilidad de partidos políticos nacionales.

Clima cultural e ideología

Los cambios en el sistema internacional, en la estratificación social y en el equilibrio entre los grupos fundamentales se relacionan con modificaciones consiguientes o concomitantes en el clima cultural y la ideología. Ellas comienzan a esbozarse desde principios del siglo xx, pero solo a partir de la Primera Guerra Mundial, de la Revolución Rusa y de sus múltiples repercusiones se perfilan y definen con mayor vigor.

El modelo de crecimiento dependiente y en superficie comienza a exhibir inconvenientes y límites. Surge una sensación de incertidumbre sobre las posibilidades de logro efectivo del gran futuro nacional. El ascenso de las capas medias y trabajadoras opera como un factor de cuestionamiento e impugnación. Ello se expresa y articula a través de la acción de intelectuales jóvenes, conscientes y cultivados, menos ligados a la oligarquía y a sus gobiernos por el origen o por las prebendas, que reaniman y reorganizan la vida cultural, y van desplazando el énfasis de sus intereses y actividades de la literatura a la crítica social. Esta se ejerce contra el cosmopolitismo, el servilismo hacia lo foráneo, la opulencia irracional de unos pocos, el materialismo positivista y escéptico, la educación dogmática y carente de inspiración, la asfixia cultural, las formas opresivas y corruptas de la vida política. A partir de esto se desemboca naturalmente en una crítica contra los responsables de estos fenómenos, los grupos dirigentes cerrados, enquistados y hostiles a la renovación. La guerra de 1914 y la Revolución Rusa estimulan estas tendencias críticas. Son visualizadas como quiebra del orden europeo tradicional y del sistema y la ideología del liberalismo, y como revelación de la necesidad y posibilidad de cambios en la organización social y política, en la cultura y en el estilo de vida. Las ideologías que van emergiendo no son precisas ni coherentes, carecen de concreción programática y de realismo, no armonizan demasiado con las prácticas de los grupos implicados ni con los procesos reales. Son «protoformas ideológicas en las que coexisten elementos racionales e irracionales» (CEPAL, *El desarrollo social de América Latina en la posguerra*, pág. 157).

Ello no impide captar algunos de sus componentes fundamentales, ni las priva de impacto real y de eficiencia operativa, que se refuerzan por el impulso inicial de las capas medias y, subsidiariamente, de los grupos populares.

Entre los componentes de la ideología, traducidos en términos de reivindicaciones y objetivos, pueden señalarse: el nacionalismo; la limitación del poder irrestricto de la oligarquía y del capital extranjero; la fijación de metas de cambio socioeconómico, en términos de desarrollo diversificado y autónomo, industrialización, un mayor grado de justicia social; bases más amplias de consenso y de integración nacional; ampliación de la participación política; renovación institucional en diversos aspectos y niveles; mayor intervencionismo del Estado, como representante e instrumento de una sociedad nacional cuyos intereses se postula superiores a los de cualquier grupo particular; la imagen de un destino histórico y de un papel excepcionales para el propio país y para América Latina en su conjunto. La eficacia de esta constelación ideológica más o menos difusa se evidencia en el movimiento de la Reforma Universitaria y, más generalmente, en la emergencia de gobiernos de capas medias, o en los cuales estas tienen una injerencia más o menos considerable.

La Reforma Universitaria comienza en Córdoba (Argentina) en junio de 1918. Representa una reacción contra la esclerosis del viejo sistema educativo, y contra la rigidez social y política de un régimen oligárquico no destruido por el nuevo gobierno radical que encabeza Hipólito Yrigoyen, régimen que hace del monopolio cultural uno de sus instrumentos de poder y conservación. Las aspiraciones del movimiento universitario buscan y encuentran su fundamento ideológico en «las enseñanzas del "novecentismo", la "nueva sensibilidad", la "ruptura de las generaciones" . . . , vaguedades que lo mismo podían servir —como quedó demostrado— a un liberalismo discreto que a una derecha complaciente» (Aníbal Ponce); y también en los anhelos no menos difusos de anticlericalismo, antimilitarismo, democracia política y progreso social. El movimiento reformista extiende y mejora las posibilidades educativas, culturales y políticas de las capas medias urbanas, y resulta finalmente desvirtuado por los hábiles movimientos envolventes y de captación de la oligarquía, y por las limitaciones y claudicaciones de sus dirigentes. Se proyectan sin embargo al resto de América Latina, y a nuevas tendencias políticas que se desarrollan a partir y más allá de su estímulo original (v. gr., el aprismo peruano).

Equilibrio de poder y Estado

El ascenso de las capas medias se traduce en una creciente exigencia de coparticipación en el sistema de poder y en el Estado. Ello se manifiesta, ante todo, en la crítica al régimen tradicional, a la dependencia externa, al liberalismo económico, a los privilegios y discriminaciones que impone la oligarquía. Esta crítica es utilizada como medio de mejorar la propia posición de las capas medias, y de atraerse la simpatía y el apoyo de los grupos populares. Se exige la ampliación de la participación política para todos, o por lo menos para los grupos urbanos; el ejercicio efectivo de la soberanía popular; la universalidad, libertad y pureza del sufragio; la renovación de las instituciones; la conversión del Estado en expresión e instrumento de la sociedad; la aplicación de una política económica nacionalista, industrialista y, sobre todo, redistribuidora del ingreso y de los beneficios sociales.

El conflicto entre la oligarquía y las capas medias no es demasiado profundo ni insoluble. Las capas medias aceptan en lo esencial el sistema vigente, y buscan mejorar su participación en el mismo. En lugar de una estrategia de lucha frontal contra la oligarquía y el capital extranjero, para la imposición de un cambio global, se despliegan tácticas reformistas que tienden al logro de modificaciones parciales. La presión de las capas medias no deja por ello de producir algunos efectos significativos. El sistema de dominación tradicional se debilita. La oligarquía se siente amenazada por los cambios y por los grupos en ascenso. Pierde la sensación fortalecedora de su poder absoluto y de un consenso favorable incuestionado. Se escinde en grupos rivales que, en sus luchas faccionales, buscan apoyo y alianzas con sectores medios y populares. El sistema clásico de bipartidismo, que reparte el juego exclusivamente entre liberales y conservadores, entra en crisis y no tiene un sustituto inmediato. La oligarquía siente la necesidad de ceder terreno, de replantear su sistema de apoyos, de establecer nuevos compromisos y coaliciones de recambio. Las capas medias acceden en algunos casos al gobierno, en condiciones de exclusividad o de coparticipación, pero la oligarquía mantiene su control sustancial sobre los resortes productivos, comerciales y financieros, y su influencia directa e indirecta sobre la vida cultural, la elaboración de la ideología, el sistema de poder, los órganos estatales y los procesos de decisión.

La composición y el papel del Estado, su estructura y funcionamiento, sufren algunas modificaciones importantes. A tra-

vés del sufragio universal, secreto y obligatorio, aumenta la participación efectiva de las capas medias. Estas, con sus votos propios y con los proporcionados por los sectores populares, envían sus representantes al gobierno, lo controlan en mayor medida, lo usan para satisfacer sus necesidades y reivindicaciones, para pagar en parte el apoyo obrero y popular, y para ampliar sus bases sociales y políticas. El Estado les sirve para balancear el poder que las oligarquías conservan a través del control intacto de los resortes y mecanismos fundamentales de la economía, el prestigio social y la cultura. Desde el punto de vista de las mayorías nacionales, se difunde una aspiración generalizada de mayor nivelación social e intervencionismo estatal. Ello se traduce en el contenido y el ámbito de las funciones gubernamentales.

1. *Institucionalización y legalidad.* Las instituciones tradicionales son modificadas o se crean otras nuevas. La legislación aumenta en número y en diversidad. Surgen moderadas restricciones al funcionamiento sin trabas del sistema liberal: regulación de la libertad contractual, del mercado de las relaciones laborales, del derecho de propiedad. Se pone más énfasis en los derechos sociales. La organización sindical adquiere un grado mayor, aunque siempre limitado, de legitimidad. Nuevas Constituciones pretenden incorporar y sistematizar, al más alto nivel de juridicidad formal, algunos de los cambios e innovaciones (México, Chile).

2. *Coacción social.* El Estado se afirma, de modo más intenso y explícito, como representante de la sociedad y árbitro entre las clases y los grupos. Opera como factor limitativo del poder oligárquico tradicional. Refuerza el poder, la influencia y las posibilidades de las capas medias. Canaliza, manipula y controla a las clases populares y trabajadoras, a fin de que estas proporcionen una amplia base social y política a las capas medias, se mantengan en situación subordinada y no adquieran una autonomía que pueda desembocar en desbordes peligrosos para el sistema.

La represión está siempre lista y es frecuentemente usada. A este respecto merece una referencia especial la situación de las Fuerzas Armadas. Su profesionalización las convierte en cuerpos organizados, con espíritu de tales y un papel político potencial que, con mayor o menor velocidad, comienza a efectivizarse. Dejan de estar disponibles para los fines puramente personales de un caudillo. Tienden a desarrollar y articular

intereses propios y a expresar una voluntad colectiva que los defienda y satisfaga. Los regímenes de capas medias, que disfrutan de una mayor base política y legitimidad, parecen estar en mejores condiciones de imponer la subordinación de los cuerpos militares al poder civil. Los oficiales se reclutan más que antes en las capas medias, y comparten con estas las aspiraciones de ascenso, desarrollo económico, industrialización, equilibrio social, autonomía nacional, como elementos que refuerzan a la vez sus propias posibilidades corporativas y las de la defensa nacional. Por otra parte, las tensiones y conflictos de la transición, los choques entre la oligarquía, las capas medias y las masas populares, las disfuncionalidades de la democracia semiextendida, las crisis de sucesión presidencial y las tentativas de continuismo, llevan a que las clases y partidos pidan la intervención de las Fuerzas Armadas para conservar el poder o bien para conquistarlo. Estas descubren sus posibilidades y desarrollan una propensión a la tutela del poder civil. La heterogeneidad de grupos y tendencias, en la sociedad global y en el seno de la institución, la ambigüedad ideológica de los oficiales, hacen que las Fuerzas Armadas fluctúen entre el conservadurismo y la reforma, y, según los casos, actúen en defensa del sistema tradicional (México), lo reinstauren como instrumento de una contraofensiva oligárquica (Argentina), expresen el descontento y la presión ascendente de las capas medias (Brasil), o cumplan un papel intermedio con definición final reaccionaria (Chile).

3. Educación. El Estado amplía la oferta de servicios educacionales y reafirma su carácter universal, laico, gratuito y obligatorio. La educación debe ser asegurada y proporcionada por el Estado, y costada por la comunidad a través de impuestos que gravan a todos los sectores en proporción a sus ingresos. Debe tener, en principio y hasta cierto punto, un sentido integrador y nivelador. La educación limita el monopolio cultural y técnico de la oligarquía y de la Iglesia, y ejerce así un papel de secularización de las relaciones sociales. Abre los niveles medios y superiores de la enseñanza a las capas medias. Satisface las demandas de instrucción de toda la población. Atenúa su carácter elitista, difunde los valores de las capas medias, acorta las distancias sociales, amplía el consenso social y refuerza el equilibrio político y la integración nacional.

4. Organización colectiva y política económica. El Estado se inspira en motivaciones progresistas, nacionalistas y desarro-

llistas, combinadas con un sentido vagamente social que cristaliza sobre todo en una voluntad redistributiva. Sus funciones y tareas al respecto son esencialmente las siguientes:

- a. Defensa del patrimonio nacional. Promoción de los recursos internos (naturales, financieros y humanos).
- b. Freno a la excesiva penetración extranjera.
- c. Ampliación y protección del mercado interno.
- d. Apertura de oportunidades económicas, a través de una mejora relativa en las disponibilidades de ocupación, ingreso y condiciones de vida.
- e. Provisión de servicios sociales —educación, sanidad, seguridad— para un público relativamente ampliado (al menos en las ciudades) y costeados por todos los grupos en proporción a sus ingresos (con las mencionadas reservas al sistema impositivo).
- f. Desarrollo de la ocupación burocrática pública, ante todo en beneficio de las capas medias, de sus sectores más organizados e influyentes, y luego para el cumplimiento de compromisos con la oligarquía y para satisfacción de las masas populares cuyo apoyo electoral se requiere. La ocupación burocrática extendida es utilizada para la creación de un nuevo sistema de patronazgo y dominación de clientela, ya no controlado totalmente por la oligarquía. Los partidos de capas medias toman una orientación prebendaria, que combina vagas formulaciones políticas e ideológicas con el uso de una red ampliada de relaciones personales, familiares y primarias, logrando así el ensanchamiento de su base social y política.
- g. Otorgamiento de concesiones, contratos públicos, privilegios, en favor de grupos medios influyentes, sectores oligárquicos o intereses extranjeros.
- h. Redistribución limitada del ingreso nacional, cumplida a través de un mejoramiento relativo de la situación de las capas medias y populares, más que en desmedro de los grupos oligárquicos y extranjeros.
- i. Interés restringido y fluctuante por las actividades manufactureras, no traducido en una política industrializante sistemática.
- j. Medidas de acción indirecta —protección arancelaria, política tributaria, creciente gasto público— que, a veces deliberada y a veces involuntariamente, crean condiciones que facilitan la actividad privada.
- k. Énfasis en la voluntad redistributiva de la riqueza existente —conquistas sociales, elevación de niveles de ocupación y

de ingreso, logro de mayor seguridad— más que en la creación de nueva riqueza.

l. Esbozo de un control a los monopolios, que pueda reflejar la orientación nacionalista y populista, o bien episodios en las relaciones entre grupos nacionales y extranjeros, o en las luchas entre los consorcios de las grandes potencias, que pueden fluctuar entre los gestos rituales y las medidas más o menos efectivas.

m. Sostén de niveles de actividad y de ingreso para grupos oligárquicos afectados por coyunturas críticas.

5. *Relaciones internacionales.* En este aspecto se esbozan durante el período dos líneas fundamentales, que por lo común se entrelazan: la redefinición de las orientaciones y de las alianzas externas, en función de los cambios producidos en la economía y en la política mundiales (decadencia de Europa, debilitamiento de la hegemonía británica, ascenso de Estados Unidos), y la pretensión de una mayor autonomía relativa en el manejo de las relaciones exteriores.

Elementos para un balance provisorio

El ascenso de las capas medias durante el lapso que va desde fines del siglo XIX o principios del XX hasta 1930 exhibe una generalizada ambigüedad en su acción y en sus resultados.

Dicho ascenso implica un primer agrietamiento en la vigencia del tipo de crecimiento dependiente y del sistema de dominación oligárquica. Las capas medias mejoran su participación, influencia y poder en la economía, la sociedad, el sistema político y la cultura. Se amplía también, aunque en grado mucho menor, la participación de las mayorías populares. La democracia formal pasa a ser, más que hasta entonces, el fundamento y el criterio de legitimidad del poder y la autoridad para la decisión de los asuntos públicos. Se da un cierto progreso de la modernización, gracias a la acción (en parte deliberada y en parte inconsciente) de las capas medias, y al reajuste inducido en los grupos oligárquicos por los cambios producidos o inminentes. La oligarquía se coloca más a la defensiva, y se ve obligada a modificar en parte sus perspectivas y sus comportamientos.

La llegada al poder determina en las capas medias una gradual modificación de sus actitudes y políticas con respecto a la oligarquía y las masas populares. Carecen de voluntad re-

volucionaria, remplazada por una marcada preferencia por el reformismo gradualista. Se plantean (y, en menor grado, se intentan) transformaciones estructurales en la medida en que estas sean compatibles con el orden tradicional. Se limita el conflicto con la oligarquía, buscándose formas de acomodación y de complementariedad con ella y con las instituciones de la sociedad tradicional. Se trata de no destruir lo existente, sino de compartir sus resortes y sus beneficios a través de compromisos negociados. Los cambios producidos por el ascenso de las capas medias son absorbidos, pasan a integrar el orden social y a reforzarlo. Las capas medias efectúan los reajustes que la oligarquía no ha querido o no ha podido realizar, en una verdadera función sucedánea que contribuye a diluir y a desviar los cambios más profundos y amenazadores. El proceso es facilitado por la flexibilidad y la capacidad de maniobra de la oligarquía, que cede en parte para ganar tiempo, envuelve e incorpora a ciertos sectores de los propios grupos de impugnación virtual. Elementos de las capas medias ingresan a niveles más altos de la estructura económica, de los círculos sociales significativos y del poder. Se identifican con la oligarquía; se entrelazan con ella a través de nexos económicos, sociales y familiares; adoptan sus perspectivas, sus pautas de conducta, sus símbolos y su estilo de vida; la toman como marco de referencia; se incorporan al «orden establecido» y lo legitiman. Para los elementos y grupos de las capas medias que triunfan, el incremento, disfrute y segura conservación de lo adquirido se tornan preocupación predominante. El ascenso, los progresos en cuanto a su posición y participación en el sistema, favorecen una mayor cohesión interna de las capas medias, sobre todo de sus sectores residuales y emergentes. La oligarquía conserva intactas sus bases y sus resortes de tipo económico, su prestigio social, así como importantes posiciones de control en el aparato estatal (niveles superiores de la administración, judicatura, diplomacia, bancas parlamentarias, gobiernos provinciales, Fuerzas Armadas). Corrompe y soborna a líderes de las capas medias. Aprovecha toda oportunidad para contraatacar y para recuperar el terreno perdido.

A la identificación con la oligarquía y con el sistema se une, en estrecha interacción, el abandono por las capas medias de su alianza originaria, tácita o expresa, con los sectores populares y obreros. La reacción de estos últimos contra el viraje, su pretensión de una autonomía y de un poder mayores como instrumentos para el logro de ventajas más considerables y de

cambios más radicales de sentido igualitario, agravan la escisión y refuerzan los vínculos de las capas medias con la oligarquía. El aumento de las tensiones sociales y de los conflictos políticos, el impacto de las recesiones y crisis económicas, predisponen a las capas medias a promover o aceptar el desplazamiento hacia la derecha, en perjuicio incluso de los gobiernos que las representan.

Esta doble evolución incide visiblemente en la conducta política de las capas medias y en su manejo del Estado. Las capas medias, y con ellas el Estado que han llegado a controlar total o parcialmente, dejan de ejercer un papel positivo y dinámico. El nacionalismo se debilita, y es remplazado por una actitud complaciente hacia el capital extranjero, a través de la alianza con la oligarquía y de la acción directa —por asociación y soborno— de las empresas foráneas. No se reivindica enérgicamente el control nacional de los recursos básicos y de las fuentes de poder económico (comercio exterior, cambios), ni se impone la primacía del interés nacional en la conducción de las relaciones económicas y diplomáticas internacionales. La política exterior es errátil y oportunista.

El intervencionismo estatal se atenúa y desvirtúa, en comparación con las pretensiones iniciales de ascenso al poder de las capas medias. El Estado no es usado de modo activo y resuelto. No adquiere posiciones claves en la economía y en la sociedad, y tiende a renunciar a resortes decisivos o a permitir que sean utilizados por la oligarquía y en su provecho. Las capas medias y el Estado no logran, así, ejercer un control global del proceso socioeconómico, y se vuelven en definitiva un factor decisivo de consolidación del orden tradicional. El Estado no se convierte en agente de acumulación nacional de capitales para un desarrollo autónomo y autosostenido. Sus recursos son destinados en gran medida a la realización de tareas y a la prestación de servicios que favorecen primordialmente a los grupos más poderosos de las capas medias y de la oligarquía.

Finalmente, el Estado tiende a operar cada vez menos como árbitro efectivo entre los grupos sociales. Su acción termina por acentuar la redistribución regresiva de la riqueza y del poder, y por consolidar el *statu quo*. Su política no impulsa primero, y luego frena, la ampliación decisiva de la participación democrática, ya sea manteniendo las trabas tradicionales o creando otras nuevas (negación del voto a los analfabetos, fraude, represión violenta). La incorporación de los sectores populares a los beneficios del sistema resulta limitada o insig-

nificante, desde un punto de vista general, y en los principales aspectos y niveles (sistema de decisiones; sindicalización; distribución del ingreso; educación; sanidad, previsión social).

Concluido este análisis es pertinente complementarlo con algunas breves referencias a ciertos casos nacionales concretos.

CARLOS OMINAMI,
"La Tercera Revolución Industrial"

1

TERCERA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL Y OPCIONES DE DESARROLLO

CARLOS OMINAMI

I

La euforia tecnológica...

Decididamente, reina en la actualidad la euforia en la comunidad científica y técnica. Una tras otra se suceden a un ritmo vertiginoso innovaciones tecnológicas portadoras de cambios trascendentales tanto en las condiciones de la producción como en los propios modelos de consumo. De esta forma, la frontera entre la utopía y lo posible se ha hecho extraordinariamente difusa.

Como bien lo muestran los trabajos de Paulo Tigre y Carlota Pérez incluidos en el presente volumen, es sin lugar a dudas en el campo de la electrónica en donde los progresos han sido más rápidos y visibles. Los avances en este terreno han permitido desarrollos espectaculares en las comunicaciones y la informática. El auge de las comunicaciones, ha convertido al mundo en una *aldea en donde todo se sabe*.¹ La potencia cada vez mayor de los modernos equipos de *telecomunicaciones* y la proliferación de *satélites* constituyen los soportes materiales de este fenómeno. Por su parte, en el plano de la informática el ciclo de vida de los productos no cesa de acortarse, estando prevista para solo un tiempo más la irrupción en el mercado de los *computadores de la quinta generación* dotados de complejos mecanismos de *inteligencia artificial*.

En el curso de los últimos años, la automatización ha hecho igualmente significativos avances. Ellos se han traducido en la construcción de *máquinas herramientas a control numérico (MHCN)*, *robots industriales*, *sistemas CAD/CAM* (Computer Aided Design y Computer Aided Manufacturing); en la apa-

¹ V. Cosmao, *Un monde en développement?* Le Editions Ouvrières, Paris, 1984.

rición de los así llamados *sistemas expertos* que permiten la utilización de la informática en fines tan variados como el diagnóstico médico, la prospección petrolera y la reparación de los propios computadores, en fin, en la puesta en práctica de métodos automatizados de control de stocks (CANBAN), etc. Asimismo, se registran importantes progresos en el desarrollo de la *visión artificial* la cual permite, por ejemplo, una inspección automatizada de los procesos productivos, al mismo tiempo que se avanza rápidamente en la fabricación de mecanismos de comprensión automática del lenguaje natural mediante el *reconocimiento de la voz*, lo que simplificará enormemente la entrada de datos y el acceso a la informática de personas no "alfabetizadas".

Las investigaciones en el campo de las aplicaciones de las señales de *rayo laser* son también portadoras de cambios sustantivos en los procesos productivos de diferentes ramas industriales, incluso en aquellas más tradicionales que, como la textil, se consideraban hasta hace poco como irremediamente obsoletas.

Por su parte, los resultados de las investigaciones en el campo de la *optoelectrónica* están llamados a tener un gran impacto en las telecomunicaciones y en la concepción de las propias memorias, toda vez que la transmisión de información mediante la luz es mucho más rápida que a través de la corriente eléctrica a las ondas hertzianas.

Otra fuente importante de innovaciones mayores está constituida por los nuevos desarrollos en el plano de las *biotecnologías*, analizados aquí en detalle en el trabajo de Gonzalo Arroyo. En efecto, éstos crean las condiciones de una nueva forma de producción de alimentos cuya versión más sofisticada puede incluso conducir a la autonomización de la producción alimentaria del cultivo de la tierra. Conviene asimismo insistir en el hecho de que las manipulaciones de la molécula ADN —base de las nuevas biotecnologías— son susceptibles de múltiples aplicaciones, no sólo en el campo de la agricultura sino también en la ganadería, la minería, la industria química, la producción de energía o en las técnicas de preservación del medio ambiente.

Son también significativos los progresos que han conducido a la utilización creciente de *nuevos materiales*, tema del cual se ocupa el artículo de Juanita Gana. Así por ejemplo, el surgimiento de nuevas tecnologías se ha acompañado de una incorporación progresiva de minerales tradicionalmente poco utilizados tales como: *germanio, silicio, vanadio, zirconio, hafnio*, etc. Asimismo, se ha avanzado en la producción de nuevos materiales compuestos, entre los cuales destacan los *aceros de alta resistencia, las cerámicas avanzadas, los superconductores de niobio-estatio* y una amplia gama de nuevos *polímeros*. Como

se concluye en el citado trabajo, las innovaciones en este terreno han permitido reducir considerablemente el peligro del agotamiento de los recursos naturales disponibles en el planeta, tantas veces denunciado en diversos foros internacionales.

En ese mismo sentido, los avances en la utilización de nuevas fuentes de energía aportan un argumento adicional. El sistema energético constituido en torno al petróleo tiende a ser sustituido por otro más diversificado en el cual coexistirían junto a la *energía nuclear*, las energías nuevas como la *solar*, la *cólica* o la proveniente de la *biomasa*. No obstante las dificultades a que se enfrenta la *transición energética*, estudiadas en este volumen por Marcelo García, este proceso se cuenta entre las expresiones significativas de la revolución industrial y tecnológica actualmente en curso.

II

... Y el estupor de los economistas

Ahora bien, en más de un sentido la década de los setenta aparece retrospectivamente como la de las revoluciones tecnológicas fallidas. Al mismo tiempo que al período de expansión rápida y sostenida de las principales economías capitalistas del planeta sucedía una fase de manifiesta declinación, la aceleración del ritmo de la innovación tecnológica parecía abrir un ancho cauce para la superación de una situación de crisis y marasmo que muchos consideraban como un accidente pasajero. En efecto, ahí estaban la *Revolución de la Inteligencia*, de los *microprocesadores* o de las *bio-tecnologías* para superar los obstáculos que se oponían al desarrollo y retomar la senda del auge y la prosperidad. En la euforia tecnológica, no faltaron incluso quienes decretaron la obsolescencia de los antagonismos sociales e internacionales clásicos y se atrevieron a predecir la derrota casi ineluctable del sub-desarrollo a manos de... los computadores y las bio-tecnologías.

La permanencia de la crisis en la mayoría de las economías dominantes —de mercado pero también en las centralmente planificadas—, el estallido masivo de crisis en las economías del Sur y los mediocres pronósticos sobre el futuro de corto y mediano plazo del crecimiento mundial, contrastan brutalmente con el optimismo que hasta hace todavía pocos años embargaba a buena parte de los economistas y de los representantes oficiales.

La frustración de las expectativas desatadas por la revolución tecnológica no proviene de una revisión en baja de sus potencialidades intrínsecas. Muy por el contrario, las micro-realizaciones de las nuevas tecnologías se han sucedido en el curso

de estos años a un ritmo exponencial. Empero, en ausencia de una transformación equivalente del cuadro económico-social en que ellas intervienen, sus resultados en el plano macro no han logrado contrarrestar las tendencias recesivas que continúan dominando la escena económica mundial.

• Esta contradicción flagrante entre las potencialidades físicas de la revolución científico-tecnológica y la incapacidad de los sistemas actualmente constituidos para encauzarlas en un sentido progresivo constituye, a nuestro juicio, el principal problema que enfrenta actualmente el desarrollo económico. *

A medida que el tiempo avanza y no se avizoran soluciones capaces de reactivar de manera durable la producción, la inversión y el empleo en las principales economías del mundo capitalista desarrollado (para no hablar de la mayor parte de los países en desarrollo), cunden el estupor e incluso la angustia en las filas de los economistas. En realidad, el entierro un tanto precipitado de las enseñanzas de Keynes y la decepción en cuanto a los resultados de las nuevas recetas —*monetaristas* a la Friedman, *ofertistas* (*supply side*) a la Laffer—, han puesto en evidencia la existencia de un gran vacío en el pensamiento económico dominante.

De hecho, ninguna de las nuevas ortodoxias ha conseguido avanzar respuestas capaces de dar simultáneamente cuenta de los principales desequilibrios a los que se enfrentan las economías contemporáneas. Así, si ciertas terapias de corte monetarista pueden exhibir algunas realizaciones en el plano de la contención de la inflación, ellas han tenido sin embargo como costo una disminución substancial de las tasas de crecimiento y una elevación persistente del número de desocupados, el cual sólo en la zona OCDE supera a los 30 millones. Del mismo modo, la propia realidad se ha encargado de desmentir la tesis tan en boga hace algunos años según la cual, "las ganancias de hoy día constituyen las inversiones de mañana y los empleos de pasado mañana". Contrariamente a lo que sugiere ese tipo de encadenamiento, por un lado, la medicridad de las anticipaciones de los diversos agentes frente a un futuro que perciben como esencialmente incierto, limita de manera drástica los niveles reales de inversión. Por otro lado, el privilegio ostensible de las *inversiones de racionalización* por oposición a las inversiones destinadas a aumentar la capacidad productiva, trae consigo un efecto negativo en lo que al nivel global de empleo concierne. Esta es una de las conclusiones importantes que se desprenden del trabajo sobre nuevas tecnologías y empleo de Robert Boyer.

Ilustrativa del carácter subalterno de muchas de las polémicas a las cuales son aficionados los economistas es aquella protagonizada, a propósito de la organización del sistema monetario internacional, entre partidarios de las *paridades fijas* y los sostenedores de un tipo de *cambio flotante*. De hecho, como lo

muestran en forma meridiana las grandes tensiones a que se encuentra sometido el actual sistema, la adopción de cambios flotantes más que permitir la eliminación de las rigideces de la organización anterior, ha constituido un factor multiplicador de la inestabilidad propia de un sistema en el que, por un conjunto muy diverso de factores, prima la *guerra de monedas*.

Blanco predilecto de las nuevas ortodoxias, el desmantelamiento del *Welfare State* tampoco parece abrir paso a una salida consistente de la crisis. Si el aumento desmesurado en particular del componente indirecto de los salarios, había llegado a un punto tal que tornaba cada vez más problemática la *valorización del capital*, el estancamiento de la masa salarial ha afectado las condiciones de *realización de la producción* sin que los nuevos recursos así liberados logren invertirse de modo de generar un efecto plenamente compensador. El regreso a una economía pre-keynesiana de acuerdo a la cual los salarios son unilateralmente vistos como un elemento de los costos, desconociéndose el hecho que ellos intervienen igualmente en la determinación del nivel de la demanda agregada, se ha pagado durante estos años a un elevado precio en términos de estancamiento productivo y aumento del desempleo.

Por su parte, el debate que animan los economistas de los países en desarrollo ofrece, salvo excepciones notables,² un panorama poco estimulante. Frente al peso de las restricciones que derivan sobre todo del fardo de la deuda externa, el debate económico se ha reducido en muchos países a una discusión de naturaleza contable acerca del ajuste de las cuentas externas. Poco en verdad se ha avanzado en la elaboración de respuestas concretas destinadas a modificar las estructuras productivas de economías cuyas crisis no son sólo de corte financiero.³

Como lo hacía notar Stephen Morris en una conferencia reciente,⁴ lo que más llama la atención en las tomas de posición de los economistas es la *precariedad de las ortodoxias económicas del momento*. Sería sin embargo injusto atribuir esta precariedad a una ligereza que para algunos constituye una característica casi intrínseca de los economistas. Existen por el contrario, factores objetivos que explican la dificultad para avanzar, a partir de los útiles forjados en las últimas décadas, propo-

² Entre ellas cabe hacer notar los esfuerzos actuales de la CEPAL en vistas a delinear una estrategia de mediano plazo capaz de enfrentar de manera global el conjunto de desequilibrios que afecta a las economías de la región.

³ Esa es una de las conclusiones a que apunta nuestro libro *Le Tiers Monde dans la Crise*, Editions La Découverte, Paris 1986. Versión en español por el Grupo Editor Latinoamericano de Buenos Aires.

⁴ S. Morris es un ex asesor del Secretario General de la OCDE. La Conferencia fue pronunciada en la Universidad de Princeton el 3 de mayo de 1984 y publicada bajo el título "Managing the World Economy: will we ever learn?" en *Essays in International Finance* N° 155, noviembre 1984.

siciones susceptibles de enfrentar de manera coherente la actual situación.

De hecho, el desarrollo del pensamiento económico moderno ha sido ampliamente influenciado por las visiones optimistas construidas en el período que va desde finales de 1945 hasta el shock petrolero de 1974, años que algunos designan como los *treinta gloriosos*. La expansión sin precedentes de las economías dominantes pero también la de los países en desarrollo durante este período aparece, no sin razón, asociada a la revolución suscitada en el plano de la teoría económica por la imposición de las ideas keynesianas. En este contexto, las oscilaciones cíclicas brutales, los períodos de declinación sostenida de la actividad económica, en suma las crisis, llegaron a aparecer como fenómenos obsoletos propios de la prehistoria del pensamiento económico. Provistos de una batería de técnicas de estimulación del gasto y sostenimiento de la demanda, los economistas creyeron que habían logrado por fin dominar el ciclo económico, todo lo cual abría la posibilidad de asegurarle al sistema una expansión permanente, haciendo de las crisis un fenómeno decimonónico.

El estallido de la crisis durante la segunda mitad de los sesenta encuentra a los economistas particularmente mal armados para enfrentar la nueva situación. Se trata de *turbulencias en un sistema esencialmente próspero* argumentan muchos de ellos. La irreductibilidad de la crisis frente a las diferentes tentativas de reactivación que se ensayan durante los setenta, precipita sin embargo un cuestionamiento creciente del consenso keynesiano que hasta ese entonces prevalecía en la profesión. Empero, las nuevas ortodoxias que comienzan a proliferar conducen, cuando ellas se aplican, a resultados decepcionantes tanto en el plano del crecimiento como en el de la inversión y el empleo.

A la crisis de la actividad económica se agrega así la propia crisis de las teorías llamadas a interpretarla y orientarla en un sentido progresivo. A la creencia en la idea de una expansión indefinida sucede una visión cada vez más dominada por la opacidad y la incertidumbre. El futuro se torna de este modo radicalmente impredecible. En ausencia de parámetros estables, la modelística pierde buena parte de su pertinencia y utilidad.

Como lo muestra bien R. Boyer en su trabajo, en la teoría económica convencional el status de las nuevas tecnologías es extremadamente precario. De hecho, los enfoques en términos de función de producción no logran ni con mucho dar cuenta de sus principales impactos. Así, la falta de herramientas analíticas para incorporar la variable tecnológica y sus efectos directos e indirectos sugiere con fuerza la necesidad de producir conceptos, que permitan pensar los requisitos de coherencia de un nuevo régimen socio-tecnológico.

III

Viraje tecnológico y coherencia macro-social

La esencia de la técnica no tiene nada de técnico escribió acertadamente Heidegger. En efecto, por sobre su configuración material la técnica es siempre una *forma social* de relación con la naturaleza. De ahí que el proceso que media entre la aparición de una determinada innovación tecnológica y su integración plena a un sistema social de producción esté sujeto a múltiples determinaciones. Este proceso de adaptación del nivel micro al universo macro-social es tanto más complejo cuanto que, como ocurre actualmente, el viraje tecnológico no se circunscribe a áreas específicas sino que abarca al conjunto del sistema técnico y de la organización social.

Como muy bien lo demuestra el trabajo de Carlota Pérez, asistimos en la actualidad a una *transición global* hacia un nuevo *paradigma tecnológico* basado en la *micro-electrónica* y la *información*, el cual sustituye el paradigma anterior estructurado en torno al petróleo barato y otros materiales intensivos en energía.

De acuerdo a ese análisis, las innovaciones en el campo de la electrónica tienen un carácter *radical* toda vez que comportan una modificación de la *trayectoria tecnológica*, transformando de esta forma la matriz insumo-producto por la vía de la agregación de nuevas filas-nuevas columnas, según la expresión de C. Freeman.³

Así, los progresos de la electrónica son portadores de transformaciones de envergadura en las más diversas áreas del quehacer: en las condiciones de producción, a través de la *automatización industrial* apoyada en la introducción de *máquinas herramientas a control numérico*, *robots* y una vasta gama de mecanismos de control automático de los procesos productivos; en las formas de transmisión de la información, mediante el desarrollo de las *telecomunicaciones* y la *telemática*; en las modalidades de intermediación comercial y bancaria por la vía de la utilización masiva de *moneda electrónica*; en los hábitos más estrictamente individuales a partir de la difusión de la *informática familiar* y los *computadores personales*.

De esta forma, se crean las condiciones de una modificación radical de los *principales lugares* de la vida económica y también social. En el campo industrial, la *nueva planta* es un taller flexible relativamente pequeño pero altamente automatizado y en

³ Citado por C. Pérez.

el cual labora un número reducido de operarios. Entre los principales atributos de la nueva planta industrial se cuentan su capacidad de diversificar las líneas de producción y de producir en forma rentable series pequeñas, reduciendo los tradicionales problemas de escala. A lo anterior se agrega la utilización más intensiva de los insumos que intervienen en el proceso productivo. La posibilidad de sustraerse a las exigencias de la producción en masa sienta así las bases para la superación de la gran planta industrial típica de la organización fordista del trabajo.

Aunque su desarrollo se encuentra todavía en un estado más embrionario, las evoluciones en curso en el plano de las biotecnologías apuntan en el mismo sentido. La posibilidad de modificar el patrimonio genético de las células y de sus producciones, abre en efecto enormes perspectivas, toda vez que por ejemplo la ingeniería genética permite considerar a las células y en particular a ciertos micro-organismos como las *plantas químicas del futuro*.⁴ En ellas se pueden fabricar en abundancia diferentes productos de interés farmacológico o nutricional que anteriormente se producían en cantidades ínfimas y a un elevado costo. Igualmente, las innovaciones recientes en el plano de la utilización industrial de la biomasa, crean las condiciones de una transformación radical en las formas tradicionales de producción energética.

Otro tanto ocurre en el campo de los servicios a través de la emergencia de un *nuevo modelo de oficina* apoyado en innovaciones que permiten la informatización de buena parte de las actividades de la secretaría tradicional, la comunicación en línea directa y tiempo real con los bancos y otros organismos (correo electrónico, teleconferencias etc.).

Los nuevos desarrollos no afectan solamente la organización de los procesos productivos. El *hogar computarizado* está igualmente llamado a provocar un cambio significativo en los hábitos más directamente personales. Entre las principales innovaciones en este terreno conviene destacar la gestión informatizada de los presupuestos familiares, el desarrollo de la televisión por cable y las múltiples posibilidades que ésta ofrece en el campo de las comunicaciones, la informatización y buena parte de los entretenimientos.

En otro orden de cosas, los progresos por ejemplo en las técnicas de fecundación han hecho desde ya posible la existencia de *bebés probeta* y permiten incluso pensar en la posibilidad del *hombre encinto* gracias a la fecundación *in vitro* y el desarrollo de técnicas que podrían permitir el embarazo abdominal regulado mediante la introducción de diversas hormonas. Todo lo

⁴ Revue d'Economie Industrielle, número especial consagrado a la génesis y desarrollo de la bioindustria, 4^o trimestre 1981, París.

cual plantea naturalmente un cuestionamiento fundamental a las respectivas identidades de hombres y mujeres.⁷

La masificación de este conjunto de innovaciones plantea la necesidad de un triple proceso de adaptación: respecto del sistema técnico por un lado, respecto de la organización socio-económica por el otro y en fin, respecto de la cultura y el sistema de valores.

En su *Historia de las Técnicas*,⁸ Bertrand Gille ha mostrado que en una determinada época y área geográfica, *la técnica constituye un sistema global*. Este concepto se basa en la observación de la interacción entre las diferentes técnicas de una misma época y la interdependencia de sus progresos respectivos. De hecho, como lo afirma Gille, cada uno de los componentes de un sistema técnico necesita para su propio funcionamiento de otros productos del sistema. Esta relación es evidente en el dominio de los materiales. Así, por ejemplo, si la siderurgia utiliza la máquina a vapor, ésta requiere de un metal con gran capacidad de resistencia para soportar las altas presiones y el sobrecalentamiento. En un sentido general, la elaboración de los principales productos de un determinado sistema técnico requiere del concurso de diversas tecnologías y ramas. Es pues preciso que éstas se adapten unas con otras tanto cuantitativa como cualitativamente, puesto que todo progreso en una rama crea una demanda en las ramas conexas y actúa como factor de incitación de la innovación.⁹

Más complejo aún es el proceso de adecuación de la organización socio-económica a las evoluciones que tienen lugar en el plano tecnológico. Las potencialidades asociadas a las nuevas tecnologías plantean en realidad un enorme desafío a la capacidad de innovación social. Así, basta pensar en la amplitud de su impacto en los diversos aspectos que involucra la *relación salarial*.¹⁰ En efecto, todos los componentes de esta relación básica en la organización capitalista de la producción, están llamados a sufrir alteraciones profundas, ya se trate de las normas de tiempo, de intensidad, del valor de la fuerza de trabajo, del patrón de consumo de los asalariados, de la estructura y jerarquía de las calificaciones, de las modalidades de segmentación del mercado de trabajo, etc.

En este contexto, las consecuencias de las nuevas tecnologías sobre el nivel del empleo resultan particularmente ilustrativas. Se sabe por ejemplo que una máquina herramienta a control numérico reduce en alrededor de 50 % la cantidad de puestos de trabajo requeridos por un equipo tradicional. Por su parte,

⁷ Elizabeth Badinter, *L'un et l'autre*, Editions Odile Jacob, París, 1986.

⁸ B. Gille, *Histoire des Techniques*, La Pléiade N° 21, 1978, París.

⁹ Centre de Prospective et d'Evaluation, *Rapport sur l'état de la technique*, marzo 1985, París.

¹⁰ Ver el artículo de Robert Boyer.

la introducción de un robot reemplaza, según las estimaciones disponibles, entre 3 y 5 puestos de trabajo en aquellos sectores en donde éstos son actualmente utilizados (pintura, soldadura, almacenamiento, etc.). De suyo significativas, estas performances en cuanto a ahorro de fuerza de trabajo, podrían incluso multiplicarse mediante la generalización de los *talleres flexibles*, en los cuales la tendencia a la limitación del trabajo vivo alcanza su punto culminante.¹¹

Lo anterior sugiere con fuerza la existencia de una inadecuación creciente entre las rápidas transformaciones del sistema técnico y los arcaísmos que caracterizan la organización social del trabajo. En este sentido basta recordar como luego de una reducción rápida y sistemática entre fines del siglo XIX y principios del siglo XX, la duración de la jornada de trabajo ha tendido a mantenerse estable en torno a las 40 horas semanales. Ello, no obstante la importancia de los aumentos de productividad física que resultan de la evolución de las condiciones de producción durante las últimas décadas.

Históricamente, la expansión del nivel de empleo en las economías desarrolladas ha dependido de tres factores principales: por una parte, de la creación de nuevas fuentes de trabajo en los sectores modernos, es decir en aquellos sectores cuyas innovaciones tecnológicas han justamente suprimido empleos en las ramas más tradicionales; por la otra, de la capacidad de absorción de fuerza de trabajo en el amplio conglomerado de actividades que constituye el sector de servicios y *last but not least*, de la tendencia a la reducción de la jornada de trabajo.

El rápido aumento del desempleo en las economías capitalistas desarrolladas en el curso de los últimos quince años, pone claramente de manifiesto la debilidad de la acción de los factores llamados a neutralizar los efectos de la introducción de nuevas tecnologías. Si es cierto que los sectores de punta han venido creando nuevos puestos de trabajo, ocurre sin embargo que la difusión del progreso técnico hacia los servicios, ha limitado de manera drástica el potencial de absorción de fuerza de trabajo del cual disponía tradicionalmente este sector. Así por ejemplo, la automatización de los empleos de oficina, representa, de acuerdo a algunas estimaciones, una amenaza para cerca de la mitad de los trabajos de dactilografía y otros empleos no calificados.

No resulta pues razonable esperar —aun suponiendo que ello pueda tener lugar— de una reactivación masiva del consumo y la inversión una solución de fondo al problema del desempleo. En ausencia de cambios substantivos en la organización social del trabajo y muy particularmente de una reducción significa-

¹¹ P. Petit, *Progres technique et emploi: quel bilan*. B. Coriat e Y. Lecler, *Robots industriels et emploi. L'état des sciences et des techniques*, La Découverte-Maspero, Boreál Express, 1982, Paris/Montreal.

tiva de la jornada de trabajo —lo que plantea a su vez la necesidad de desarrollar una *economía del tiempo libre*— todo indica que primarán en el futuro los efectos destructivos que los procesos de transformación global de la base técnica de la sociedad, forzosamente traen consigo.

IV

Acerca de la necesidad de tomar en serio la regulación

A estas alturas una breve digresión teórica nos parece útil. Frente a la amplitud de las transformaciones del sistema técnico y la complejidad de las adaptaciones requeridas en el plano de la organización socio-económica, la economía pura, sea ésta de inspiración neoclásica o keynesiana, se encuentra en realidad poco capacitada para dar cuenta de los desafíos del tiempo presente. Más aún, al considerar tanto la tecnología como la organización económico-social como datos de hecho exógenos, la teoría pura evacúa de su campo de estudio todo aquello que constituye, justamente, el nudo central de los problemas planteados por el virage tecnológico.

En efecto, la pluralidad de influencias a que crecientemente están expuestos los procesos económicos, torna poco pertinentes las elaboraciones intelectuales construidas sobre la base de categorías omniexplicativas (*mercado, equilibrio general, demanda efectiva*) a las cuales se atribuye validez universal.

En un horizonte social y tecnológicamente previsible, los mercados pueden quizás funcionar adecuadamente proveyendo a los agentes de la información necesaria a la toma de decisiones racionales. En cambio, en situaciones como la actual, dominadas por una incertidumbre radical respecto del futuro, los mercados resultan esencialmente miopes. En este mismo sentido, en momentos en que todos los parámetros de la actividad económica están sometidos a influencias contradictorias, la noción de equilibrio general aparece como un principio abstracto de escasa significación real. De igual manera, el concepto de demanda efectiva resulta de interés limitado, toda vez que las incertidumbres respecto del futuro no expresan solamente relación con su expansión cuantitativa sino que principalmente con su composición cualitativa.

Los análisis en términos de regulación parten de esta constatación y postulan como premisa central la *variabilidad en el tiempo y en el espacio de las dinámicas económicas y sociales*.¹²

¹² Una presentación sistemática del concepto de regulación así como de sus aplicaciones se hace en el libro colectivo (M. Aglietta, H. Bertrand,

Se trata de este modo de propender a una articulación estrecha entre historia y teoría económica. Desde este punto de vista los enfoques en términos de regulación recogen una intuición de Marx respecto de la cual el marxismo ya cristalizado se apartó del momento en que no resistió la tentación de proclamar la existencia de "leyes de la historia". Esa rigidización le hizo perder al marxismo rigor intelectual y capacidad de renovación conceptual y fue así como una parte cada vez más importante de los procesos objetivos que informan la realidad, se vio relegada a la categoría de "contratendencias".

De lo que se trata entonces es de identificar los mecanismos capaces de asegurar durante períodos prolongados una compatibilización dinámica de motivaciones contradictorias y decisiones descentralizadas. En esa perspectiva se puede afirmar que un sistema de regulación es el resultado del conjunto de procesos que participan en el ajuste de la producción a las demandas sociales, dada una cierta configuración de las formas de organización y de las estructuras productivas.¹³

Este tipo de definición así como otras que se han propuesto (Aglietta,¹⁴ Destanne de Bernis,¹⁵ etc.), buscan fundar, a través de la introducción del tiempo histórico, un enfoque alternativo al del equilibrio económico general, capaz de poner al descubierto los diversos mecanismos mediante los cuales un sistema dado se reproduce pero también se transforma.

En esta óptica, el concepto de regulación es antes que nada una aproximación metodológica que invita, para citar una expresión célebre, al análisis concreto de cada situación concreta, asumiendo para ello la existencia de una interacción estrecha entre nociones teóricas, hipótesis específicas y verificaciones en la historia de largo período. La integración de la dimensión histórica al estudio de los procesos económicos requiere en efecto de una confrontación sistemática entre las tendencias del tiempo pasado y los conceptos elaborados a partir de la deducción lógica. De otra forma, el análisis desemboca en un puro historicismo para el cual la realidad y su evolución probable se presentan como una repetición mecánica de fases. El avance de la reflexión supone, a su vez, la elaboración de nociones intermedias que permitan operar el paso desde las categorías más abstractas a proposiciones susceptibles de ser verificadas con la información disponible. Es a esta búsqueda a la cual se consagran los diver-

R. Boyer, R. Hausmann, A. Lipietz, J. Mistral y C. Ominami), *Capitalismes, fin de siècle*, Presses Universitaires de France, Paris 1986. Esta sección sintetiza algunas de las ideas allí contenidas.

¹³ *Capitalismes, fin de siècle*, op. cit.

¹⁴ *Regulation et crise du capitalisme: L'exemple des Etats-Unis*, Calman-Lévy, Paris, 1976 (versión en español en Siglo XXI de México).

¹⁵ Les limites de l'analyse en termes d'équilibre économique général, *Revue Economique* vol. XXVI, N° 6, noviembre 1975, Paris.

sos trabajos que se agrupan bajo la denominación común de análisis de la regulación.

En este enfoque, dos tipos de nociones juegan un rol fundamental: régimen de acumulación por un lado, modalidad de regulación por el otro. Ambos son necesarios para explicar como los antagonismos sociales no necesariamente derivan en conflictos destructivos que terminan negando toda viabilidad a los sistemas así constituidos. En esencia, la identificación de un régimen de acumulación pasa por un análisis: de la dinámica que rige la organización de la producción y la relación específica de los asalariados con los medios de producción; del horizonte temporal de valorización del capital; del principio de distribución de la riqueza que permite (o no) la reproducción de una cierta estructura de clases; en fin, de la composición y evolución de la demanda social y su grado de adecuación respecto de las capacidades de producción.

Por su parte, la noción de regulación apunta al conjunto de formas institucionales susceptibles de asegurar la estabilidad de las dinámicas que operan al nivel del régimen de acumulación. En lo fundamental, ellas se refieren a las formas de la creación monetaria, de la competencia y de la intervención estatal y su operatoria se realiza a través de una trama compleja de leyes, reglas, reglamentos, compromisos pero también de representaciones sociales que emanan de la adhesión de la comunidad a un cierto sistema de valores.

Del análisis precedente emerge una serie de regularidades parciales cuyas propiedades desde el punto de vista de la estabilización de la acumulación dependen de su aptitud para dar lugar a una modalidad de regulación global. En la lógica de este enfoque, la noción de regulación designa el conjunto de formas institucionales, prácticas y costumbres que actúan como fuerzas incitativas o coercitivas sobre los agentes económicos, a fin de garantizar que su comportamiento se ajuste a las necesidades que plantea la reproducción de la acumulación.

La situación actual de crisis y cambio tecnológico acelerado destaca la pertinencia de estos conceptos. Si, como se sugiere en varios de los trabajos contenidos en este libro, la crisis resulta de la ruptura del régimen de acumulación vigente (el régimen fordista) y resulta, por otra parte, difícil de admitir la existencia de un principio unívoco de determinación tecnológica, la salida de crisis debe ser necesariamente pensada como la emergencia de un nuevo régimen de acumulación con su modalidad de regulación correspondiente.

V

Condiciones domésticas de una salida de crisis progresiva

La coherencia dinámica de un sistema depende pues de un elevado número de condicionantes cuya articulación progresiva o regresiva no está sometida ni al azar ni a la acción de principios teleológicos. Las formas institucionales sobre las cuales se apoyan las regularidades macro-económicas que permiten la continuidad de la acumulación, constituyen la cristalización de compromisos que los sectores en pugna finalmente establecen luego de intensos conflictos. Del mismo modo que las estrategias específicas que despliegan los agentes constituyen los fundamentos microeconómicos de la macro-economía, los compromisos en que desembocan los conflictos entre las clases y sectores presentes en la sociedad constituyen sus fundamentos macro-sociales.

Tradicionalmente, el pensamiento liberal ha privilegiado los comportamientos micro-económicos asumiendo —supuesto heroico— que esa multitud de decisiones se coordina de tal manera (a través de la famosa "mano invisible") que la maximización del bienestar individual da como resultado un óptimo social. La observación empírica no confirma sin embargo esta apreciación.

En su historia, el capitalismo exhibe dos grandes modalidades de regulación. La primera de tipo *competitivo*, la segunda de corte *monopolista*. La regulación competitiva corresponde al período de hegemonía intelectual del liberalismo y se caracteriza por un elevado grado de inestabilidad en el funcionamiento económico. De hecho, luego de una sucesión de crisis cíclicas, la Gran Depresión de los años treinta marca los límites insuperables de esta modalidad de regulación, toda vez que el contexto institucional y las formas de ajuste a ella asociadas, se revelan impotentes para canalizar los aumentos de productividad que la evolución del progreso técnico autorizaba. Se abre así una fase de grandes convulsiones y guerras que sólo será superada a través de la emergencia, en el plano económico, de una nueva modalidad de regulación que tiene su origen en el *New Deal* propuesto por Roosevelt. Por oposición a la primera, la regulación monopolista se apoya en un conjunto de formas institucionales (precios administrados, moneda de curso forzoso, acuerdos salariales, intervención masiva del estado, etc.) cuyo resultado último consistió en garantizar una cierta *previsibilidad* al funcionamiento económico mediante el *ajuste ex-ante de la producción a la demanda social*. La superioridad de esta construcción social quedó de manifiesto en el auge sin precedentes que

conocieron las economías capitalistas desarrolladas durante las tres décadas que siguen al fin de la Segunda Guerra Mundial. Sin embargo, existe hoy día una considerable evidencia en cuanto a que las tensiones y desequilibrios que desde finales de los setenta comienzan a manifestarse en las principales economías, no derivan de perturbaciones exteriores a la lógica de la regulación imperante, sino que traducen la acción de presiones que le son estrictamente endógenas. Dicho de otro modo, a partir de un cierto umbral, la progresión por ejemplo de la masa salarial, directa pero sobre todo indirecta, pasa a jugar un rol desestabilizador de la acumulación, afectando las condiciones de rentabilidad allí donde, hasta ese entonces, había sido un factor primordial en la constitución de un amplio espacio para la realización de volúmenes crecientes de producción.

La dificultad para asegurar una salida a la crisis en el cuadro de la regulación en vigor ha abierto el camino a una búsqueda cuyos resultados son todavía incipientes. Dos grandes opciones parecen de todos modos perfilarse. En ascenso, la línea de la *desregulación* parte de una constatación correcta: las rigideces que caracterizan el funcionamiento del sistema inhiben el despliegue de todas sus potencialidades. Ocurre sin embargo que la liberalización, el desmantelamiento del *Welfare State*, etc., tienden más bien a desestructurar los resortes de la regulación precedente sin por ello asegurar la configuración de un sustituto adecuado. En estas condiciones, todo indica que la salida a la crisis vehiculizada por esta corriente, involucra un alto número de componentes represivos.

En efecto, al no mediar un proceso destinado a modificar las bases macro-sociales del sistema de acuerdo a las nuevas condiciones de productividad, (reestructuración de la organización social del trabajo y reducción de su jornada, desarrollo de una economía del tiempo libre, etc.) la proliferación de micro-realizaciones a partir de la introducción de nuevas tecnologías, tiende a generar una estructura fuertemente *dual*: a un extremo, un sector que dispone de altos grados de productividad y eficiencia y que logra acceder a estilos de vida cada vez más sofisticados; al otro, un conjunto heterocélito de actividades poco competitivas condenadas a sufrir todos los rigores en términos de bajos ingresos, desempleo y marginalidad que resultan de un proceso de modernización dejado al libre arbitrio del mercado.

Los trabajos reunidos en la segunda parte de este libro comparten la preocupación por la ausencia, en la actualidad, de un modelo de desarrollo que proponga una forma de organización y funcionamiento de la economía susceptible de domesticar el progreso tecnológico, abriendo de esta forma paso a una salida progresiva a la crisis.

El análisis de la reestructuración industrial norteamericana desarrollado por Colin Bradford muestra, es cierto, una gran

capacidad de ajuste que se expresa en el dinamismo de la movilidad de los factores (capital y trabajo) entre los diferentes sectores. De forma que junto a la existencia de un conjunto de *sectores perdedores* aparece igualmente un conjunto de *sectores ganadores* (principalmente química, instrumentos y maquinaria eléctrica y no eléctrica). Sin embargo, existen serias dudas respecto a la posibilidad de constituir a partir de estos últimos una base lo suficientemente amplia como para resolver con éxito los problemas globales de productividad y competitividad internacional que afectan a la economía norteamericana. Esto para no hablar de las fuertes tensiones que en el plano macro-económico genera la persistencia de los déficits fiscal y comercial. De ahí entonces la nota pesimista respecto a la *crisis del ajuste* y la sensación de mayor vulnerabilidad que actualmente domina el escenario norteamericano.

La intensa desindustrialización que ha experimentado el Reino Unido aporta, por su lado, una contundente demostración acerca de los límites de la política *darwinista de selección de especies por el mercado*, discutida en el trabajo de Víctor Godínez.

La experiencia de la República Federal de Alemania estudiada en profundidad por Ricardo Domínguez, muestra como un mayor grado de control sobre las fuerzas del mercado permite limitar los daños causados por los procesos de reconversión e incluso alcanzar resultados positivos en cuanto a productividad y comercio exterior. Sin embargo, quedan igualmente de manifiesto las dificultades de la economía de la RFA para avanzar en el desarrollo de las industrias de alta tecnología y la polarización creciente de la sociedad entre un sector *garantido* y otro *precario*, inducida por el *neocorporatismo*, esto es la alianza entre el empresariado del sector moderno y los sindicatos correspondientes.

Más allá de sus *performances* en muchos planos espectaculares, el caso de Japón, estudiado aquí por Carlos Moneta, no está ausente de esta problemática. En efecto, la imposibilidad, por un conjunto muy variado de razones, de continuar aumentando al mismo ritmo sus exportaciones, hacen incluídible la puesta en práctica de una política de promoción activa de la demanda doméstica. Lo cual conducirá, a su vez, a un replanteamiento de muchas de las bases institucionales que hicieron posible el famoso milagro japonés. Asimismo, en el plano estrictamente tecnológico, Japón está confrontando la necesidad de asumirse como *sociedad supratecnológica*, debiendo de esta forma estructurar una política de ciencia y tecnología que otorgue una mucha mayor importancia a la investigación fundamental y no se limite a la especificación nacional de tecnología importada. Vasto programa que pondrá a prueba la capacidad de innovación tanto social como tecnológica de la sociedad japonesa.

Aunque referido a una situación en muchos sentidos distinta

de las anteriores, el análisis histórico de la industrialización española realizada por Cristóbal Montoro apunta a una cuestión también crucial en el debate sobre nuevas opciones de desarrollo: *la naturaleza de las intervenciones estatales*. Como se señala en ese trabajo, la regulación administrativa de la economía y la industria constituida durante el período autárquico, presenta un conjunto de rigideces que han hecho particularmente difícil el enfrentamiento de la competencia extranjera. Esto, agravado por la escasa capacidad de adaptación de las propias empresas públicas a las nuevas circunstancias industriales y tecnológicas.

En fin, el fracaso de la *otra lógica* que se intenta aplicar en Francia a partir de 1981,⁶ subraya la extrema dificultad que enfrenta la realización "en un solo país" de un proceso de modernización que se quiere socialmente progresivo.

No es de extrañar que así haya ocurrido. La segunda opción, esto es la búsqueda de un nuevo compromiso social acorde con las nuevas condiciones tecnológicas, está sujeta a requisitos particularmente exigentes. Por un lado, es preciso desarrollar un conjunto de formas institucionales —una nueva modalidad de regulación— susceptible de hacer emerger una coherencia macro-social dinámica. Por el otro, se requiere de un ordenamiento internacional que estimule la cooperación entre los países y el desarrollo en su interior de relaciones sociales superiores.

Como lo señala la contribución de Robert Boyer, la nueva coherencia macro-social aparece muy directamente vinculada a la noción de *flexibilidad*. En efecto, la introducción de nuevas tecnologías autoriza, como ya se vio, una mayor capacidad de especificación de los bienes y a partir de ella es posible pensar en una transformación radical de la organización de la producción cuya expresión concreta es el taller flexible automatizado.

Una nueva organización de la producción no es sin embargo concebible al margen de una nueva organización del trabajo. La producción flexible supone de hecho un grado mayor de conocimiento por parte de los trabajadores, así como una mayor *implicación* en el proceso productivo. Para ello se requiere de un mejoramiento general de la formación y de la estructura de las calificaciones, así como de las condiciones de trabajo mediante la eliminación de las tareas repetitivas, tediosas o insalubres.

Por otra parte, es de toda evidencia que la mayor flexibilidad en la organización de las actividades productivas debe acompañarse de una expansión cuantitativa y una reestructuración cualitativa de la demanda. Es sólo por esa vía que se crearon las condiciones de la materialización económica de los aumentos de productividad asociados a las nuevas tecnologías.

La definición de nuevas reglas de distribución de los aumentos potenciales de productividad se sitúa de esta forma en el

⁶ Ver el artículo de Víctor Godínez.

centro de las modificaciones que exige la emergencia de una coherencia renovada entre acumulación y regulación. La reducción de la jornada laboral como retribución a una productividad acrecentada del trabajo y parte muy fundamental de una solución durable al problema del desempleo, adquiere en este contexto una particular relevancia.

VI

Orden internacional y hegemonía tecnológico-industrial

Una de las características distintivas de la situación actual es la imposibilidad —incluso en los grandes países— de imaginar cursos de acción puramente nacionales. De hecho, la internacionalización en todas sus dimensiones constituye una de las tendencias mayores de nuestro tiempo. Desde este punto de vista, la crisis actual es también muy diferente a la Gran Depresión de los años treinta. Una salida de crisis por la vía del repliegue sobre los territorios nacionales no resulta esta vez posible, dados los elevados costos políticos, económicos e incluso militares que una opción de este tipo con toda seguridad implicaría.

De esta forma, la particular configuración del orden internacional ha pasado a ser un factor cada vez más decisivo. En última instancia, él determina el espectro de opciones posibles y obliga a pensar las políticas nacionales, no como un conjunto de definiciones independientes, sino más bien como la búsqueda de ciertos grados de libertad respecto de las restricciones externas.

Ahora bien, como lo ha hecho presente J. Tinbergen,¹⁷ Premio Nobel de Economía, en la actualidad la institución más retrógrada es precisamente la de las relaciones económicas internacionales. La forma que en este terreno adoptan las rivalidades y los afanes hegemónicos ha hecho imposible la emergencia de una verdadera *racionalidad mundial*.¹⁸

Manifiestamente, el contexto internacional está hoy día dominado por la lógica de la guerra. En el plano económico, los grandes conglomerados transnacionales despliegan todas sus energías a fin de aniquilar a sus competidores e inhibir la entrada a los mercados de potenciales rivales. Las formas de la competencia inter-empresas en el ámbito crucial de la electrónica, discutidas en el trabajo de Paulo Tigre, son un buen ejemplo de ello.

¹⁷ *Pour une terre viable*, Elsevier Savoir, Bruselas, 1976.

¹⁸ J. Pajestka, *Hacia una mayor racionalidad mundial*. Ponencia presentada al Congreso Mundial de la Asociación Internacional de Economía, Madrid, *Comercio Exterior*, vol. 33, N.º 12, México, 1983.

En la confrontación económica y las grandes maniobras estratégicas que animan las grandes potencias, la variable tecnológica ocupa un lugar primordial. Las contribuciones reunidas en la tercera parte de este volumen dan claramente cuenta de ello.

En los trabajos de José Miguel Insulza sobre las características actuales del conflicto *Este-Oeste* y de Carlos Portales sobre la *Iniciativa de Defensa Estratégica* (o *Guerra de las Galaxias*) se muestra como en la actualidad las interrelaciones tradicionalmente estrechas entre tecnología y estrategia militar han alcanzado un punto culminante.

Por una parte, las potencialidades asociadas a los nuevos desarrollos tecnológicos conducen a revisar las concepciones estratégicas hasta hace poco imperantes. En efecto, la posibilidad de construir un *escudo estratégico* que intercepte y destruya los misiles balísticos intercontinentales pone en cuestión el supuesto clave de las estrategias de disuasión, esto es la *destrucción mutua asegurada*. De esta forma, la posibilidad de disponer de sistemas defensivos eficientes, crea, paradójicamente, condiciones susceptibles de estimular comportamientos más agresivos.

A su vez, en una dinámica de retroalimentación, los nuevos diseños estratégicos dan origen a demandas específicas sobre la ciencia y la tecnología de cuya respuesta depende en definitiva la viabilidad de los primeros. Dichas demandas son múltiples y alcanzan elevados grados de sofisticación. Así por ejemplo, las necesidades en cuanto a detección plantean importantes requerimientos en el campo de la óptica y de los sistemas acústicos. A su vez las exigencias de mayor precisión de los armamentos estimulan la innovación, en particular en el terreno de las aplicaciones de los distintos tipos de rayos laser (químico, a gas, etc.) o de los haces de micro-ondas o de partículas. Otro tanto ocurre en el plano de la electrónica y de la computación, componentes ambos fundamentales de los nuevos dispositivos militares.

Más allá de la concreción práctica que en última instancia alcancen proyectos de esta naturaleza, parece posible afirmar que esta estrecha imbricación entre guerra y tecnología es generadora de efectos desestabilizadores sobre el conjunto de las relaciones internacionales.

En el contexto de las grandes maniobras estratégicas a que da lugar el conflicto Este-Oeste, se inscriben por otra parte los esfuerzos de la C.E.E. en vistas a recuperar el atraso tecnológico que ha venido acumulando Europa Occidental durante los últimos tiempos. Ese es el sentido del programa EUREKA analizado en detalle en la contribución de Philippe Lorino. Como lo señala el autor, Europa ha tomado con retraso conciencia de su propio atraso en materia industrial y tecnológica. Y aunque ella puede exhibir algunos puntos fuertes en sectores tales como el espacial, la aeronáutica y la energía nuclear, lo cierto es que los puntos débiles en sectores tan cruciales como la informática, la robó-

tica, el complejo electrónico o las biotecnologías, resultan ampliamente predominantes.

El programa EUREKA busca precisamente superar este atraso a través de un esfuerzo deliberado de investigación y desarrollo en el conjunto de áreas de punta en las cuales la posición europea aparece deficitaria respecto de los Estados Unidos o del Japón. El desafío es pues de envergadura y nada permite asegurar un éxito contundente. Los obstáculos que se oponen a la integración industrial y tecnológica de Europa son en verdad múltiples, comenzando por la falta de adecuación de todo el edificio comunitario para emprender una tarea no prevista por los constructores de la CEE. A ello se agregan los poderosos intereses en pugna por la conquista del vasto mercado europeo, lo cual hace pensar permanentemente en la amenaza de una cierta balkanización económica, independientemente de la voluntad política que pudiera existir en sentido contrario.

Sea como sea, los resultados de la batalla por la modernización tecnológica de Europa están llamados a jugar un rol fundamental en todo lo que a opciones de desarrollo se refiere. Esto por una doble razón. En primer lugar, porque se trata de un programa menos orientado, que la IDE por ejemplo, por las necesidades explícitas de la guerra. Y por el otro, dados los mayores avances de Europa en materia de legislación laboral y social, una modernización tecnológica exitosa tendría una gran oportunidad para abrir paso a una opción de desarrollo progresiva y socialmente concertada.

Así las cosas, el gran problema subyacente a todos estos desarrollos —el de la hegemonía mundial— puede ser interpretado a partir de dos lógicas, quizás no estrictamente alternativas pero sí distintas, de incorporación y desarrollo de la innovación tecnológica.

Por una parte, aquella que identifica la condición hegemónica con una situación de supremacía militar. En este cuadro, preciso es reconocer que los importantes cambios que han tenido lugar en el curso de las últimas décadas en la jerarquía internacional de las principales economías, resultan a fin de cuentas de escasa relevancia. Más aún, se destaca la gran asimetría entre el poderío económico de Japón y en menor medida de la RFA y su escasa significación en el plano militar.

De prevalecer esta lógica de subordinación del cambio técnico a las necesidades militares, todo indica que la escena internacional continuará dominada por los comportamientos agresivos y las competencias destructivas. El orden o más bien desorden internacional así constituido, será poco proclive a la experimentación social que necesariamente precede a la emergencia de un modelo de desarrollo con vocación de estabilidad y permanencia en el tiempo.

Por oposición a esa lógica, es posible pensar en una confron-

tación hegemónica basada, más que en la dominación militar, en la superioridad de la opción de desarrollo propuesta por una o un conjunto de potencias candidatas a la supremacía. En esta perspectiva, la capacidad de domesticar a las fuerzas del progreso técnico mediante la corrección de los efectos desestructurantes que todo proceso de modernización no controlada necesariamente trae consigo, aparece como el factor decisivo. Se trata en suma de buscar la sincronización de los procesos de innovación tecnológica con aquellos relativos a la innovación en el campo de las relaciones sociales.

Una competencia hegemónica orientada por esa lógica conduciría al establecimiento de un orden internacional capaz de estimular la búsqueda en los distintos países de soluciones originales a los conflictos desatados por el viraje tecnológico. A diferencia del orden actual que impone más bien la convergencia de políticas que presentan en la mayoría de los casos un sesgo fuertemente recesivo, se trata de propender a un tipo de ajuste expansivo de la oferta y la demanda mundial en virtud del cual se supere el carácter regresivo de la noción de "competitividad" actualmente imperante y se legitime la búsqueda de nuevos compromisos sociales en el interior de las economías nacionales.

La escisión entre ambas lógicas de acceso a la hegemonía, responde a la indudable fragmentación del poder mundial que se ha producido en el curso de las últimas décadas. Luego de la Segunda Guerra Mundial, la afirmación de la supremacía norteamericana tuvo la particularidad de conseguir una estrecha articulación entre ambas. En efecto, el indudable poder bélico de los Estados Unidos se complementaba con la enorme atracción que sobre el resto del mundo ejercía el *American Way of Life*. La supremacía norteamericana reposaba sobre estos dos pilares.

En la actualidad, la articulación en el cuadro de un solo país de esos dos factores no parece ya posible. La reconstitución de un poder hegemónico pasa, en el nuevo contexto, por el establecimiento de alianzas que de una u otra forma conducen a la constitución de sistemas de poder compartido. Así se explican, por ejemplo, las tentativas norteamericanas de estrechamiento de los vínculos económicos e industriales con Japón (el eje nipoamericano que busca desplazar el centro de gravedad de la economía mundial desde el Atlántico hacia el Pacífico) o los esfuerzos por obtener una mayor implicación de los europeos en los dispositivos militares occidentales.

La necesidad de las alianzas como única forma de alcanzar la masa crítica a partir de la cual construir un poder hegemónico, le crean en principio, a Japón y Europa, una capacidad de negociación de la cual manifestamente no disponían en el momento de la afirmación de la supremacía indiscutida de los Estados Unidos al finalizar la Segunda Guerra.

El ejercicio de ese poder de negociación pasa por la capa-

cidad de europeos y japoneses de proponer opciones de desarrollo capaces de perfilarlos como un verdadero polo de atracción a nivel mundial.

Cabe sin embargo reconocer que los progresos en esa vía no son considerables. Dividida por sus disputas internas, Europa no ha sido capaz de concursar con éxito en la competencia mundial. El proyecto de *Espacio Social Europeo*, concebido como respuesta progresiva a la crisis, no ha podido ser llevado adelante. Por su parte, Japón, el gran vencedor de las batallas industriales recientes, ha mostrado mucha mayor preocupación por la penetración en los mercados externos que por la búsqueda de un modelo de desarrollo que endogenice las fuentes de su crecimiento.

Una prueba adicional en este sentido está dada por la incapacidad de las grandes potencias de plasmar un nuevo estilo de relación con el Tercer Mundo. Los resultados decepcionantes de la *subcontratación internacional* —analizados en este libro por Mario Lazzarotti—, expediente a través del cual se trataba de beneficiar a los países del Tercer Mundo de la "Nueva División Internacional del Trabajo", inducida por el viraje tecnológico, son en este plano altamente reveladores.

A MODO DE CONCLUSIÓN:

Algunas lecciones para el Tercer Mundo y América Latina

Los efectos de las innovaciones tecnológicas —es bien sabido— distan de ser enteramente neutros. Todo depende de los usos o desusos a los cuales éstas se destinan. Así por ejemplo, de la misma manera en que el desarrollo de los computadores puede permitir una mayor participación de la población en la gestión de los asuntos públicos, estos pueden también ser utilizados como instrumentos de control social y reforzamiento del poder de las burocracias centrales.

Otro tanto puede decirse en lo que respecta a los efectos del cambio tecnológico sobre el mundo en desarrollo. En efecto, en este campo los avances tecnológicos comportan simultáneamente un conjunto de nuevas oportunidades y de graves amenazas.

Las oportunidades que para los países en desarrollo abren las nuevas tecnologías son en verdad múltiples. Como lo consigna Carlota Pérez en su trabajo, la mayor flexibilidad de las actividades productivas autoriza un *nuevo enfoque del mercado interno*, toda vez que resulta posible superar los tradicionales problemas de estrechez de los mercados y generar configuraciones productivas más específicas y por lo tanto más adecua-

das a las necesidades de estos países. En este mismo sentido, los nuevos desarrollos tecnológicos, al hacer más difusas las fronteras entre los principales sectores productivos (primario, secundario y terciario), permiten redefinir favorablemente la dinámica de los procesos de industrialización a través de la constitución de *complejos productivos* a partir de los recursos naturales. Asimismo, se crean mejores posibilidades para proceder a operaciones de *descentralización* mediante la nivelación de las externalidades sobre el conjunto de los territorios. Por otra parte, los avances en particular en el campo de la informática, constituyen una gran oportunidad para proceder a la modernización de las estructuras administrativas, tradicionalmente lentas e ineficientes. En fin, las innovaciones en el terreno de las biotecnologías son portadoras de grandes potencialidades sobre todo para la agricultura al permitir, por ejemplo, la explotación de tierras áridas, la fabricación masiva de nuevas semillas y la solución de los problemas de salinidad y alcalinidad de vastas extensiones de tierras (Gonzalo Arroyo).

Con todo, las amenazas que igualmente se hacen sentir no son menos graves y diversas. En general, ellas resultan de la posibilidad de erosión de las ventajas comparativas que los países en desarrollo disponen en términos de mano de obra y recursos naturales.

La robótica y la automatización de los procesos productivos implican, entre otras consecuencias, una disminución del componente salarial en la estructura de costos. De esta forma, la modernización de actividades productivas antiguamente intensivas en trabajo, puede conducir a una modificación drástica de los procesos productivos correspondientes, creándose de esta forma las condiciones para que los países desarrollados recuperen niveles de competitividad que hasta no hace mucho se consideraban irremediablemente comprometidos. El desafío europeo de "la camisa a medida en tres minutos", mediante la incorporación del *laser* y la informática a la industria textil, es ilustrativo de este cambio.

En otro plano, la introducción de talleres flexibles y los avances de las investigaciones en el campo de los nuevos materiales, encierran graves peligros para los países en desarrollo, toda vez que el grueso de sus exportaciones resulta afectado por las tendencias al ahorro de materias primas y a su sustitución por materiales sintéticos. En el mismo sentido apuntan algunos progresos recientes en el área de las biotecnologías de los cuales un ejemplo típico es el desplazamiento del azúcar de caña por las isoglucosas.

La inclinación de la balanza hacia el lado de las oportunidades o bien hacia el lado de los peligros, depende en última instancia de la aptitud de los países en desarrollo para participar con todos los medios a su alcance en la revolución tecnológica

en curso. Una actitud de prescindencia bajo el pretexto de que las urgencias son otras resultaría francamente suicida. La extrema marginalidad internacional sería con toda seguridad la sanción a una opción de ese tipo.

En el caso de América Latina, enfrentada —como bien lo señala Gonzalo Martner— a una crisis global todavía más profunda que la de los años treinta, el debate sobre los desafíos presentes y futuros del desarrollo, adquiere una particular urgencia. La consolidación de la democracia y de un desarrollo más autónomo y equitativo pasan por asumir en plenitud la necesidad de la modernización. Dar la espalda al progreso científico y tecnológico significaría en los hechos desconocer la envergadura de los importantes desafíos que la región deberá enfrentar de aquí al final del milenio: crear cerca de 100 millones de nuevos empleos, modificar la distribución de los ingresos, dinamizar el mercado latinoamericano, promover la integración social, etc.

De ahí la importancia de la insistencia de Francisco Sagasti en cuanto a la necesidad de una *endogenización gradual y progresiva de la base científico-tecnológica* de la región. Urge pues —como bien señala el autor— arbitrar medidas destinadas a superar la marginalidad de América Latina en la producción científico-tecnológica internacional. Para ello es vital que la región retome los esfuerzos que con anterioridad a la crisis había venido haciendo en el plano de la investigación y el desarrollo.

A este respecto, la experiencia brasileña analizada en este volumen en el trabajo de Fabio Erber aporta significativas lecciones. En virtud de una clara voluntad política de modernización, la industria brasileña ha sido capaz de dar un gran salto adelante que le ha permitido llegar a disponer de una industria de bienes de capital casi completa y de un considerable potencial de exportación de manufacturas y de sectores de punta, en particular en segmentos de la informática y la aeronáutica, que han adquirido rápidamente niveles internacionales de excelencia y competitividad.

Conviene, en todo caso, prevenir en contra de un optimismo tecnológico desmedido. La tecnología no constituye una variable independiente, susceptible de modificaciones al margen de las condiciones políticas, económicas y sociales que configuran una determinada realidad. Allí radica, precisamente, la frontera más allá de la cual se pasa abruptamente al mundo de las utopías y las meras ilusiones.

Entre el escape hacia la utopía y la fijación en un pasado que ha quedado irreversiblemente atrás, existe un espacio que América Latina debe saber ocupar. Como se señala en la contribución de Carlos Pérez Llana, con la cual se cierra nuestro Anuario, en lo esencial América Latina continúa desconociendo las grandes transformaciones que se suceden en el escenario in-

ternacional. Es pues vital romper tanto con el provincialismo como con la tendencia a la sobreideologización de los análisis sobre el mundo contemporáneo. De ahí, el interés de la propuesta de modernización de los servicios exteriores de los países de la región a fin de adecuarlos al requerimiento de procesos que, al no ser debidamente comprendidos, pueden obligar a la región a una penosa retirada de la historia.

CARLOS OMINAMI

Santiago, agosto de 1986

ARNOLD PACEY

"Las creencias sobre el Progreso".

Cap. II

II. LAS CREENCIAS SOBRE EL PROGRESO

LA MEDICIÓN DEL PROGRESO

CUANDO reflexionamos sobre las máquinas en particular (bombas manuales o Unidades de Despliegue Visual), resulta comprensible que, por lo general, nos fijemos más en su estructura que en la actividad humana. Sin embargo, no tiene mucho sentido pensar de esta manera cuando consideramos conceptos generales tales como el "progreso". Pero a pesar de esto existe una larga tradición de identificar el progreso de la tecnología en su conjunto con inventos específicos u otros avances estrictamente técnicos. Desde principios del siglo XVII, inventos como la imprenta, el compás magnético y las armas de fuego son referidos como la evidencia del progreso técnico; recientemente, la máquina de vapor y la luz eléctrica se han agregado a la lista.

Existe también un interés creciente en los factores mensurables que permiten expresar, numéricamente y por medio de gráficas, los rasgos clave del progreso. Algunos autores han empleado este método para demostrar que el conocimiento científico es acumulable en el tiempo,¹ o han trazado gráficamente el funcionamiento de tipos específicos de máquinas. Otros han intentado crear una imagen a partir del desarrollo de la tecnología, mediante la sobreposición de datos relativos a un cierto número de distintas técnicas. Wedgewood Benn elaboró una gráfica sistemática que muestra cómo se han desarrollado la computación, el transporte, las comunicaciones y las armas, denominándola "guía del ciudadano a la historia de la tecnología".² Chauncey Starr fue más lejos al presentar

un índice tecnológico que combina factores relacionados con la eficiencia de la energía, la producción de acero, las comunicaciones y la mano de obra calificada en la ciencia y la ingeniería.³

Una característica desconcertante de estos estudios es que muchos tipos de máquinas dan la apariencia de un desarrollo sostenido durante largos periodos. El ejemplo favorito de muchos comentaristas es el perfeccionamiento en los mecanismos de precisión de los relojes, que puede ser rastreado casi por cuatro siglos. Nicholas Rescher, ferviente expositor de estadísticas y diagramas como representaciones del progreso, afirma que esta clase de continuidad en el perfeccionamiento técnico es un hecho común. "Una y otra vez (en una ciencia) una rama correlativa de la tecnología aparece tras otra", observando una curva firme cuando "el perfeccionamiento en el funcionamiento" se representa en una gráfica.⁴

Estos modos de reflexión sobre el progreso conllevan, empero, debilidades graves, pues tienden a ser selectivas en extremo y nos orillan a soslayar el hecho de que los avances en una dimensión son acompañados, a veces, por desarrollos indeseables en otra. En la agricultura, por ejemplo, el volumen de alimentos producido puede juzgarse en relación a la tierra, el trabajo y la energía. En Gran Bretaña, al igual que en otros países occidentales, la producción de granos se ha incrementado notablemente en este siglo, particularmente en relación a la superficie de tierra cultivada (ver gráfica III) y al número de personas empleadas. Pero la producción de grano por unidad de energía consumida en las granjas ha *decrecido*.⁵

La evaluación del progreso depende de las circunstancias y, en especial, de si existe escasez de tierra o energía. En los países pequeños y densamente poblados, tales como Gran Bretaña y particularmente los Países Bajos, la

¹ Derek J. de S. Price, *Little Science, Big Science*, Nueva York: Columbia University Press, 1963, pp. 10, 29.

² Anthony Wedgewood Benn, "Introduction", *The Man-Made World: The Book of the Course*, Milton Keynes: The Open University Press, 1971, p. 13.

³ Chauncey Starr, *Current Issues in Energy*, Oxford y Nueva York: Pergamon Press, 1979, pp. 77, 87, 91.

⁴ Nicholas Rescher, *Scientific Progress*, Oxford: Basil Blackwell, 1978, p. 178.

⁵ Gerald Leach, "Energy and food production", *Food Policy*, 1 (1975), en especial la p. 64.

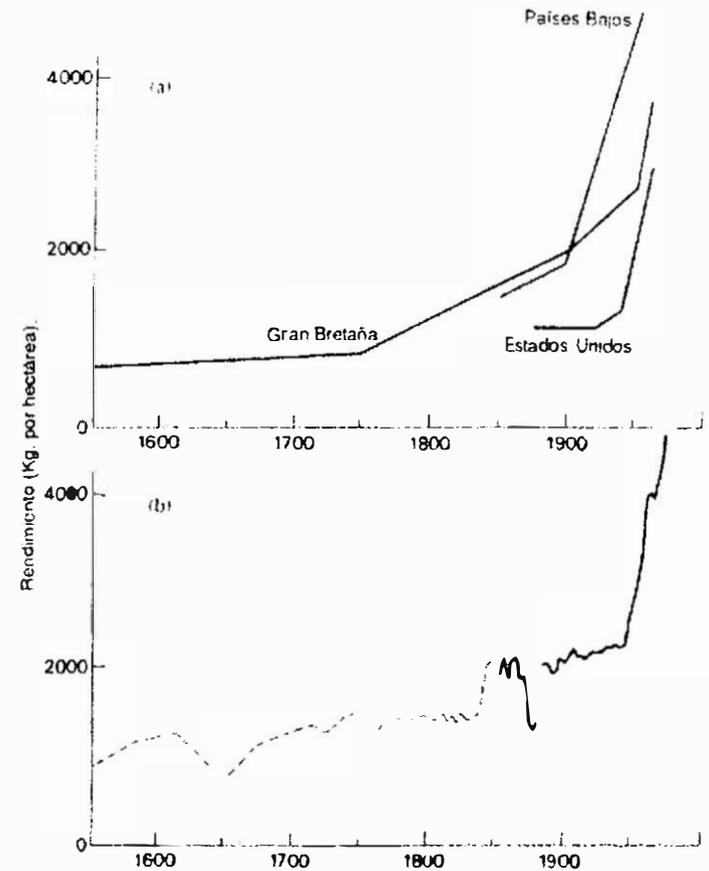
LAS CREENCIAS SOBRE EL PROGRESO

tierra es un bien valioso, por lo que la prioridad se le otorga al aumento de la producción de grano por hectárea cultivada. No obstante, la gráfica IIIa sugiere que en Estados Unidos, con un área mucho mayor de tierra cultivable, la presión por aumentar la productividad por hectárea fue mínima durante mucho tiempo.

La conclusión que puede derivarse de la gráfica es que las cifras de productividad en agricultura (o en cualquier otra cosa) no representan el progreso, aun en el sentido más estricto, si se les toma fuera de contexto. Es claro que no podemos partir de la gráfica para afirmar lisa y llanamente que la agricultura germánica es más avanzada que la británica o que las granjas británicas son más eficientes que las norteamericanas. Si bien los datos de esta especie proporcionan un panorama de los modos en que las técnicas se perfeccionan, es necesario interpretar con cautela las gráficas resultantes. Cuando se confía en ellas demasiado, tienden a presentar una perspectiva estrecha del progreso que ha sido descrita como "unidimensional" o "lineal".⁸

La gráfica IIIa ilustra también un problema más práctico. Los datos presentados sobre los desarrollos del pasado son, por lo general, pobres. Por lo tanto, los analistas se ven tentados a presentar gráficas simplistas que enfatizan las tendencias a largo plazo ya conocidas y omiten las irregularidades no tan claramente definidas. Algunas veces tal procedimiento es justificable, como puede advertirse sin duda en las líneas rectas y ángulos de la gráfica. En una discusión previa sobre esa misma gráfica, sin embargo, el autor se sintió extrañamente engañado por la constante elevación de sus pendientes y las tomó tal cual. Comentó que en el Reino Unido, "donde los archivos son más antiguos, el rendimiento del trigo se incrementó consistentemente desde 1350. Este incremento fue gradual

⁸ Para el uso de estos términos, véase David Dickson, *Alternative Technology and the Politics of Technical Change*, Londres: Fontana/Collins, 1974, pp. 43-44; Ralf Dahrendorf, *The New Liberty*, Londres: Routledge, y Stanford (California): Stanford University Press, 1975, p. 14.



guía para la gráfica interior

- interpretación impresionista de cifras dispersas y tendencias conocidas para Inglaterra, exclusivamente
- estadísticas gubernamentales para la Gran Bretaña (desde 1884) y cálculos estimados por Lawes y Gilbert (1853-76), trazados según el promedio por lustros

GRÁFICA III. *Dos interpretaciones de las tendencias históricas del rendimiento de los granos: a) Representación simplificada del rendimiento promedio del principal cultivo cerealero en los tres países hasta 1960. Las cifras para Gran Bretaña se refieren fundamentalmente al trigo; b) Rendimiento del trigo en Gran Bretaña hasta 1974.*

FUENTES: a) Tomado de J. R. Jansma, "The Quiet revolution in agriculture", *Progress: The Unilever Quarterly*, núm. 53, vol. 4, 1969, p. 165; b) trazado en base a las cifras discutidas por Hoskins y otros (ver notas 8 y 9).

y estable hasta 1750, siendo de 1 kg por hectárea anual. Después de esa fecha, el incremento anual empezó a aumentar continuamente".⁷

El ejemplo anterior es poco usual en la interpretación lineal del progreso y en la futilidad de sus bases empíricas. Uno de los riesgos presentes del ejemplo es el efecto que produce en las expectativas para el futuro. La elevación constante de las líneas en la ilustración nos sugiere creer que los recientes y dramáticos incrementos en el rendimiento de los granos, están firmemente asentados en varios siglos de sucesivos perfeccionamientos, lo cual nos da seguridad respecto al mantenimiento de esta posición en el futuro. Pero una variación en el trazado de la gráfica, en donde se muestren todas las irregularidades de que se tiene evidencia, nos recuerda que el perfeccionamiento en el rendimiento del grano no ha sido obtenido de manera segura y confiable. La tendencia actual, cuya base son los fertilizantes y pesticidas químicos, la mecanización intensiva y las nuevas variedades de granos, se inició solamente a partir de 1945 y no fue el producto de una larga experiencia. Otros periodos de desarrollo veloz, por ejemplo a mediados del siglo pasado, estuvieron apoyados en principios diferentes.

La presentación de la gráfica III, con sus líneas azarosas y ángulos quebrados, intenta demostrar que la mayoría de los datos disponibles para los periodos más viejos son inadecuados e impresionistas. Los autores que han estudiado dichos datos, entre ellos W. G. Hoskins⁸ y Susan Fairlie,⁹ señalan largos periodos de muy bajo avance sos-

⁷ J. R. Jansma, "The Silent Revolution in Agriculture", *Progress: The Unilever Quarterly*, 53 (4), 1969, pp. 162-165.

⁸ W. G. Hoskins, "Harvest fluctuations and English economic history", *Agricultural History Review*, 16 (1968), pp. 15-45; Carlo M. Cipolla (comp.), *The Fontana Economic History of Europe*, vol. 2, Londres: Fontana/Collins, 1974, Statistical Tables, pp. 612-615; en el trazado de la gráfica III, todas las cifras han sido reducidas a una base común al tomar un rendimiento de 10 bushels de trigo por acre como equivalente a 690 Kg por hectárea, o a una razón aproximadamente de 4 a 6.

⁹ Los datos de Lawes y Gilbert son citados y evaluados por Susan Fairlie, "The Corn Laws and British wheat production",

tenido, y épocas en las cuales el rendimiento de las cosechas se derrumbó como resultado del mal clima (a mediados del siglo XVII, por ejemplo, y, más recientemente, en los años setenta del siglo XIX). No obstante, una característica especialmente significativa de la historia de los granos en Inglaterra, es el alto nivel de productividad obtenido entre los años cuarenta y setenta del siglo pasado. Algunas estadísticas exageran este suceso, pero aun las estimaciones más conservadoras, trazadas en la gráfica IIIb, demuestran que el rendimiento del grano en los años cincuenta del siglo pasado llegó a un nivel tan alto que fue apenas rebasado durante un siglo. Esta proeza se derivó de un sistema agrícola denominado alta agricultura, basado en un sutil equilibrio entre animales y cultivos, en el uso de fertilizantes como el guano, y en sustanciales inversiones en el riego de la tierra.

La alta agricultura se distinguía, sin embargo, por un rasgo organizativo singular que reflejaba su dependencia en la rotación de ganado y cultivos. Esto requería de una complicada agenda para pacer en las diversas áreas, para la siembra y la siega. En algunas labores, era necesario el empleo de una inmensa fuerza de trabajo para su cumplimiento en el tiempo previsto. El levantamiento de la cosecha era una de ellas, aunque también ciertos aspectos en la preparación de la tierra. La hierba mala se controlaba desmenuzando una y otra vez el campo de cultivo, para arrancarlas de raíz, por lo que se utilizaba todo un ejército de mujeres y niños que recogían a mano dichas raíces.

No podría ser más grande el contraste entre esta práctica y el patrón de avance posterior a 1945. En la actua-

Economic History Review, serie 2, 22 (1969), pp. 109-116. Algunos rendimientos elevadísimos y no representativos son citados por M. J. R. Healey y E. L. Jones, "Wheat yields in England, 1815-1859", *Journal of the Royal Statistical Society*, serie A, 125 (1962); estas últimas no se emplearon en la gráfica III, excepto para establecer la dirección de las tendencias. Los datos recientes provienen de las fuentes del Ministerio de Agricultura publicadas como *Agricultural Statistics, United Kingdom*, Londres: HMSO, 1974, 1978 y otros años.

lidad, los tractores permiten a los granjeros apegarse a la agenda óptima de siembra aun en condiciones climatológicas adversas, en tanto que los herbicidas aseguran un control efectivo de la hierba mala sin necesidad de recurrir a una fuerza de trabajo masiva. Por su parte, los fertilizantes químicos hicieron posible el abandono de las complicadas rotaciones que incluían al ganado, por lo cual simplificaron en cierta forma los aspectos organizativos de la agricultura.

Tal vez las características más significativas de la gráfica que ilustra el rendimiento de los granos, son los dos periodos de progreso acelerado, los cuales corresponden al desarrollo de dos formas distintas de práctica tecnológica: la alta agricultura y la agricultura química. Si redujéramos la gráfica a una forma simple, el resultado no sería una curva suave o una recta ascendente, sino dos etapas casi verticales con un área nivelada entre ambas. Cada etapa se puede considerar como la representación de un movimiento distinto en la práctica agrícola.

Similares tendencias pueden ser identificadas en otras ramas de la tecnología. Más adelante veremos la manera en que la eficiencia térmica de tipos representativos de máquinas de vapor evolucionó de la época de la primera máquina de vapor de Newcomen (usada por primera vez en 1712) a las gigantescas turbinas de las modernas estaciones eléctricas. Un gran número de comentaristas recurre a gráficas para ilustrar esta secuencia de avances, y la mayoría de ellos se inclina, como en el caso del rendimiento de los granos, a simplificar los diagramas con el fin de mostrar un patrón lineal continuo de progreso.¹⁰ Pero de nueva cuenta, nos encontramos tanto con periodos de desarrollo lento como de avance rápido, en donde numerosas innovaciones han confluído en un lapso muy corto de tiempo. Uno de los más conocidos periodos de

¹⁰ Sobre la efectividad de la máquina de vapor, véase Starr, *Current Issues*, p. 78; también Carlo M. Cipolla, *The Economic History of World Population*, Harmondsworth: Penguin Books, 1964, p. 57; Richard G. Wilkinson, *Poverty and Progress*, Londres: Methuen, 1973, p. 144.

avance rápido fue el acontecido en las minas de Cornwall, que tenían en funcionamiento muchas máquinas de vapor. A un cúmulo de innovaciones sucedió un periodo de notable mejoramiento en la eficiencia de estas máquinas en los años veinte y treinta del siglo pasado. Los archivos fueron anotados escrupulosamente, por lo que resulta claro que no hubo un firme perfeccionamiento correlativo en su funcionamiento. Los brillantes logros ocasionales no fueron constantes, sucediéndose fases de estancamiento en las cuales el funcionamiento promedio mostró un avance minúsculo. Estas fluctuaciones no son explicables en términos puramente técnicos. No obstante, Donald Cardwell sugiere que "por lo general el ritmo de avance" no fue asentado "por los ingenieros más brillantes y capaces sino por la capacidad del individuo común (ingeniero o mecánico calificado) para dominar y aplicar con eficacia los perfeccionamientos".¹¹

En forma similar a lo ocurrido con las bombas manuales de la India citadas en el capítulo anterior, es muy tentador para el ingeniero considerar a las máquinas de vapor exclusivamente en términos de su funcionamiento mecánico. Por supuesto, la realidad es que las máquinas de vapor dependían de los hombres, no sólo para atizar los hornos, sino para ajustar las válvulas, engrasar los soportes y llevar a cabo el mantenimiento. Por ello, los datos sobre el funcionamiento que se trazan en las gráficas no representan únicamente a las máquinas, más bien miden el desempeño de los "sistemas hombre-máquina", es decir, la efectividad de una forma particular de practicar la tecnología.

LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

El perfeccionamiento de las máquinas en Cornwall en los años veinte y treinta del siglo pasado y el surgimiento de la alta agricultura diez años después, fueron asociados con

¹¹ D. S. L. Cardwell, *From Watt to Clausius: The Rise of Thermodynamics in the Early Industrial Age*, Londres: William Heinemann, 1974, pp. 158, 179.

las últimas etapas de la Revolución Industrial en Gran Bretaña. Algunas personas remontan el inicio de dicha revolución al año de 1769, porque en esa fecha se patentaron dos inventos considerados cruciales. Uno de ellos fue el torno de hilar de Richard Arkwright; el otro, la primera de la serie de mejoras que James Watt aplicó a la máquina de vapor. Esta es, sin embargo, una interpretación lineal que enfatiza la estructura sobre la actividad humana y presenta a la revolución industrial básicamente como una revolución técnica. Esta interpretación forma parte de la sabiduría convencional, aludida frecuentemente en los discursos de los políticos e industriales generalmente con referencias simbólicas de Watt. Más adelante citaremos a uno de esos políticos (ver p. 50). Uno de ellos ha dicho: "el desarrollo de la máquina de vapor en las fábricas... creó un nuevo sistema económico: el capitalismo".¹²

Estas opiniones no son sustentables. La evidencia señala que las primeras fábricas de la Revolución Industrial, y el sistema de capitalismo que conllevaban, no dependían del todo de la máquina de vapor. A mediados del siglo XVIII existían en Gran Bretaña diversas fábricas de textiles que contaban con maquinaria impulsada con energía, las cuales aumentaron en número a fines de siglo, pero recurriendo a la rueda de agua o a los caballos como fuente de energía; no sería sino hasta 1783 que se utilizaría el vapor. En todo caso, "las llamadas fábricas no eran sino talleres glorificados", con máquinas "impulsadas por los hombres y mujeres que las trabajaban".¹³ Es cierto que el sistema de fábricas no se hubiera expandido tanto sin el uso del vapor; pero, básicamente, la fábrica fue un invento vinculado con la organización del trabajo cuyo origen fue anterior al de la mayoría de las máquinas con las que contaba.

Los comerciantes de lanas, algodones, hilados y tejidos,

¹²Anthony Wedgwood Benn, "Introduction" (tal vez evocando a Engels), *The Man-Made World*, p. 11; compárese con Dickson, *Alternative Technology*, p. 46.

¹³D. S. Landes, *The Unbound Prometheus: Technological Change and Industrial Development in Western Europe from 1750*, Cambridge: Cambridge University Press, 1969, p. 65.

querían un mejor control sobre la producción que el que podían tener con los hilanderos trabajando en sus propias casas. Creían que si podían reunir a estos trabajadores en talleres supervisados evitarían el desfalco de materiales, lograrían consistencia en la calidad,¹⁴ y alargarían la jornada de trabajo y el ritmo de producción. Los primeros publicistas del sistema de fábricas subrayaban estas ventajas organizativas. En el año de 1835, un admirador de Richard Arkwright afirmó que el invento del torno de hilar fue menos notable para su autor que la otra hazaña de Arkwright, "el diseño y administración de un código de disciplina fabril redituable".¹⁵ Con menor frecuencia, los escritores modernos nos recuerdan que la esencia de las primeras fábricas era la disciplina y las oportunidades que abría a los empresarios en relación a la "dirección y coordinación del trabajo".¹⁶

Es conveniente señalar otro punto más general. Antes de la introducción del sistema de fábricas, los trabajadores manuales que trabajaban en las unidades familiares en sus propias casas podían determinar por sí mismos la duración de la jornada y el ritmo de trabajo; previamente a la creación de los recintos agrícolas que abrieron camino al desarrollo de la alta agricultura, la mayoría de la gente de campo gozaba de una libertad similar en el uso de las tierras comunales. A principios del siglo XIX, los trabajadores se convertían en empleados de un fabricante o agricultor y tenían que acatar los procedimientos y el horario de trabajo que se les imponía.

Esa transformación en la forma de llevar a cabo el trabajo fue algo central para el inicio de la industria, pues había muchos aspectos de la tecnología que marchaban muy rezagados. Las máquinas de las primeras fábricas

¹⁴El prefacio de Charles Babbage en Peter Barlow, *A Treatise on the Manufactures and Machinery of Great Britain*, Londres: 1836, pp. 50-55.

¹⁵Andrew Ure, *The Philosophy of Manufactures*, Londres: Charles Knight, 1835, p. 15.

¹⁶D. S. Landes, citado por Stephen A. Marglin, "What do bosses do?", en André Gorz, comp., *The Division of Labour*, Hassocks, Sussex: Harvester Press, 1977.

eran sumamente sencillas y estaban hechas casi todas de madera, aunque funcionaban lo suficientemente bien para poner de relieve el potencial de la fábrica e incrementar la demanda de máquinas perfeccionadas y de materiales de mayor durabilidad. A fines del siglo XVIII, era cada vez más frecuente que a esos artefactos se les impulsara con la máquina de vapor, de la cual los pioneros eran, por supuesto, los británicos. Pero existían otros aspectos en los que Gran Bretaña se encontraba técnicamente atrasada y necesitaba adoptar algunas ideas del exterior. Los inventores de las primeras máquinas tejedoras retomaron varias ideas de los talleres italianos de hilado de la seda. De Francia se tomaron técnicas como el blanqueado por cloro; y de la India el estampado de la tela de algodón. En los primeros intentos por solucionar el problema de una mejor construcción de fábricas se incluyeron nociones utilizadas en la construcción de los teatros en Francia; para adaptarse a las demandas de transporte, los ingleses estudiaron los libros de texto franceses sobre la edificación de puentes y la construcción de canales.¹⁷

Las ideas del exterior se aplicaron en Inglaterra, sin embargo, empíricamente y casi por mera suerte. El esfuerzo por perfeccionar la teoría de la ingeniería o por impartirla de manera sistemática, como se hacía en Francia y posteriormente en Alemania, fue escaso. La educación técnica en Gran Bretaña sería, de hecho, penosamente inadecuada en todo lo largo del siglo XIX.

Como todo fenómeno complejo, la Revolución Industrial tuvo múltiples causas, relacionadas con la banca y las finanzas, la disponibilidad de recursos materiales y las tendencias poblacionales. Las contribuciones de los británicos se relacionaban, en esencia, con todo lo anterior, así como con la destreza empírica y, sobre todo, con su visión sobre la organización del trabajo. Sin embargo, al surgir con posterioridad la industria basada en la ciencia, Gran Bretaña era menos capaz que Francia o Alemania para asumir el liderazgo.

¹⁷ Arnold Pacey, *The Maze of Ingenuity*, Cambridge (Mass.): MIT Press, 1976, pp. 223-226, 272, 277.

Los cambios en la organización del trabajo significaron no solamente un ritmo obligatorio de trabajo y un horario fijo, sino también, y en especial, una división del trabajo. A las labores más complejas se les dividió en una serie de operaciones simples, cada una de las cuales era ejecutada por trabajadores separados. Siempre que era posible, se introducían máquinas o herramientas especiales para dar mayor simplicidad a estas operaciones de por sí elementales, por lo cual la destreza requerida era menor. El propósito de esto era la disminución en el costo del trabajo necesario mediante la "sustitución del trabajo de niños y mujeres por el de los hombres, o el de los trabajadores ordinarios por el de los artesanos calificados".¹⁸ De esta forma, el trabajo fue fragmentado y despojado de un alto requerimiento de habilidad.

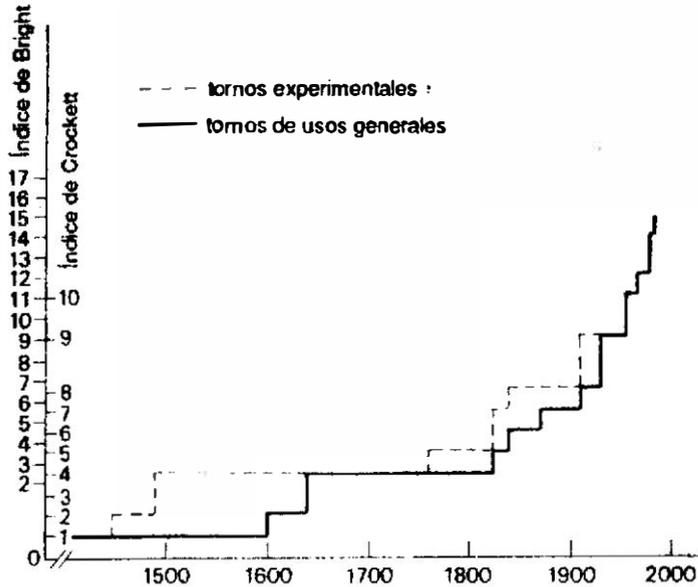
La influencia de la mecanización en la simplificación del trabajo ha sido discutida frecuentemente en relación con el desarrollo de las máquinas herramientas, de las cuales el torno es un buen ejemplo. Los primeros tornos sólo sostenían el material sobre el que se iba a trabajar, para hacerlo girar lenta y firmemente. El operador manejaba las herramientas para el corte a mano, volteando el torno manualmente, a veces con la ayuda de un pedal. Al evolucionar los tornos, se separaron del operador diversas partes de la operación. Se aplicó energía para voltear el torno, desapareciendo el pedal, y se añadieron artefactos para sostener, primero, las herramientas de corte y luego para controlarlas. Si analizamos los diferentes aspectos del trabajo de un tornero, es posible identificar en detalle los pasos en los que el desarrollo mecánico absorbió gradualmente las funciones hasta que, en la actualidad, los tornos controlados numéricamente son completamente automáticos. Algunos autores han desarrollado este análisis al grado de contar con una cantidad cuidadosamente definida de pasos en la evolución de la máquina y utilizar el cuadro resultante como un "índice de mecanización". Ian Crockett¹⁹ relacionó un análisis

¹⁸ Ure, *The Philosophy of Manufactures*, p. 23.

¹⁹ Ian Crockett, "An intermediate technology approach to the

sis de esta clase con la cronología del desarrollo del torno, permitiendo el nacimiento de otra gráfica más ilustrativa del progreso técnico (gráfica IV).

La gráfica IV demuestra claramente la ambigüedad de las visiones lineales del progreso, al poner de relieve úni-



GRÁFICA IV. Una interpretación del desarrollo del torno desde el año 1400, aproximadamente, sustentada en la idea de que puede utilizarse un "índice de mecanización" para medir el número de labores que desempeña la máquina.

El índice de Bright es ampliamente discutido por Harry Braverman (véase el texto), quien sugiere que los operadores de tornos empiezan a enfrentar bajos requerimientos de destreza cuando el índice llega a 5 o 6. Los tornos controlados numéricamente tienen un índice de 10 o más. El Índice de Crockett fue concebido por Ian Crockett en 1971, en el Instituto de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Manchester, basado en la teoría de la cinemática. No se ha publicado el trabajo original.

design of lathes for small workshops", informe inédito del tercer año, Departamento de Ingeniería Mecánica, Instituto de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Manchester, 1971.

camente la sofisticación técnica del torno, y no su significado humano. Por lo demás, el índice de mecanización es arbitrario en muchos aspectos, y la versión de Crockett no se ajusta adecuadamente con el otro índice incluido en la gráfica IV.

Es necesario señalar que el desarrollo inicial del torno en realidad hizo crecer la capacidad humana. Sin la aplicación de energía y sin componentes para mantener y controlar a las herramientas de corte, hubiera sido imposible procesar productos de metal pesado. Harry Braverman²⁰ sugiere que, en las etapas iniciales, la mayor velocidad y precisión del trabajo pudo haber requerido una mayor habilidad por parte del trabajador. Sin embargo, el desarrollo no se detuvo aquí. Al transformarse en aparatos casi automáticos, los tornos desplazaron no solamente las habilidades manuales y musculares, sino que afectaron por igual el criterio del trabajador.

Es imposible saber con precisión cuándo el desarrollo del torno pasó de ser una mejora del trabajo a ser un creador de inhabilidades, a pesar de que Braverman hace algunas sugerencias al respecto. Pero es claro, desde el punto de vista del operador, que la impresión de un progreso continuo mostrado en la gráfica IV es extremadamente confusa. Si uno pudiera corroborar la satisfacción en el trabajo, se encontraría que ésta alcanzó su punto máximo en alguna fecha hacia finales del siglo XIX, después de la cual los efectos negativos de la falta de pericia se volvieron predominantes.

En años recientes, la división del trabajo y la falta de un alto requerimiento de habilidad se han extendido a muchas otras ocupaciones, ayudadas muy a menudo por la computadora. Mike Cooley describe cómo el ingeniero diseñador de los años treinta tenía una posición privilegiada en el diseño del trabajo en la industria. "Él podía diseñar un componente, dibujarlo, señalar su importancia, especificar el material requerido para fabricarlo y la lu-

²⁰ Harry Braverman, *Labour and Monopoly Capital*, Nueva York: Monthly Review Press, 1974, pp. 213-220; pp. 169-170, 180, 182 y 223 son también empleadas en esta sección.

bricación necesaria para el mismo." Actualmente, el trabajo es dividido entre muchos especialistas: el diseñador dibuja, el metalúrgico especifica el material, el analista de resistencia evalúa la estructura y el tribologista se encarga de la lubricación.²¹

El proceso de creación de inhabilidad, sin embargo, se ha dado con mayor frecuencia recientemente. Una computadora puede ahora generar los planos sobre los cuales los diseñadores tenían que trabajar, y el diseñador mismo, usando una UDV como una pizarra electrónica de dibujo, puede producir planos y diseños detallados con mucha más rapidez. No obstante, el profesional a cargo de una unidad de computación para diseño, puede encontrar su trabajo parcialmente creador de inhabilidad, ya que los procedimientos sistematizados de diseño están programados en la computadora, y forman lo que Cooley llama un "manual autómatas de diseño". De esta forma, el trabajo del diseñador ha estado experimentando exactamente el mismo proceso de creación de inhabilidad que el trabajo manual. Algunas veces, él está limitado a hacer una serie de elecciones de rutina considerando alternativas ya establecidas, situación en la cual "sus habilidades como diseñador no son usadas y decaen".

Obviamente, el diseño por computadora tiene el potencial para ser usado mucho más creativamente. En formas mucho más modestas, la utilización de procesadores de textos en el trabajo de oficina presenta una elección similar entre sistemas que están planeados meramente para acelerar el trabajo y aumentar el control de la gerencia, y sistemas que aumentan el interés del trabajo. En el piso de ventas, en donde máquinas numéricamente controladas son usadas, el advenimiento de los microprocesadores ofrecen la posibilidad de una "mayor oportunidad para la intervención del piso de ventas para mejorar su desempeño". En cada una de estas instancias, sin embargo, la gerencia a menudo está insegura de aprovechar la opción

²¹ Mike Cooley, *Architect or Bee? The Human/Technology Relationship*, Slough: Langley Technical Services, 1980, pp. 2 y 76.

más creativa, "porque ésta debilitará sus oportunidades para controlar el resultado".²²

Mientras que se acepta que gran parte del trabajo tedioso sea desplazado por este tipo de tecnología, se habla mucho acerca de los nuevos trabajos especializados que se crean, los cuales se relacionan tanto con sistemas como con el mantenimiento del equipo. Sin embargo, la filosofía del mantenimiento se ha alterado de tal forma que el trabajo implicado también ha sufrido la inhabilidad. Braverman nota que aun las amas de casa han observado un deterioro en la destreza de los hombres que vienen a arreglar sus lavadoras; el equipo moderno está diseñado como un sistema de módulos uniformes que pueden ser reemplazados sin mucho conocimiento de los mismos.

Sin lugar a dudas, la computarización nos puede ayudar para lidiar con la complejidad del mundo moderno y la presión de la escasez de recursos, pero los problemas asociados con la misma no deben de ser disfrazados. Los microprocesadores permiten que muchas clases de equipo sean más compactos y utilicen la energía más eficientemente. Las computadoras y las comunicaciones modernas pueden permitir que un comercio de información crezca, en un momento en el cual el comercio de bienes materiales puede volverse más restringido. Esto producirá que el conocimiento sea más importante como un recurso por derecho propio. Una consecuencia evidente es que las computadoras cambian las relaciones de poder dentro de las firmas comerciales y dentro de la comunidad, ya que el poder que conlleva el conocimiento se ve reducido para alguna gente y aumentado para otra. El resultado es que la computarización está tendiendo a "fortalecer en lugar de debilitar... la centralización y la jerarquía" en las organizaciones modernas.²³

Harry Braverman hace una comparación instructiva con la primera Revolución Industrial. Para él, ésta no fue pri-

²² Roy Rothwell y Walter Zegveld, *Technical Change and Employment*, Londres: Frances Pinter, 1979, p. 117.

²³ Albert Chermis, "Automation... How it may affect the Quality of Life?", *New Scientist*, 78 (8 de junio de 1978), pp. 653-655.

mordialmente una revolución técnica; en ella no se efectuaron cambios en la naturaleza de muchos procesos, los cuales fueron meramente reorganizados sobre las bases de la división del trabajo. La producción artesanal fue desmembrada y subdividida, de tal forma que ésta dejó de ser "el terreno de cualquier trabajador individual". En la Revolución Moderna, todo el sistema es transformado. Nuevos materiales, técnicas y máquinas son usados en un esfuerzo por "disolver el proceso de trabajo como un proceso determinado por el trabajador, para reconstituirlo como un proceso determinado por la ganancia". El trabajador u operador individual es analizado casi como una pieza de maquinaria; él o ella es visto como un "artefacto sensor", enlazado con un "mecanismo computador" y con "enlaces mecánicos". Esto, dice Braverman, es lo que la industria moderna "hace de la humanidad"; el trabajo es usado como una "parte intercambiable" y el progreso es concebido para aumentar indefinidamente el número de tareas que pueden ser llevadas a cabo por la máquina. El triunfo final es obtenido cuando todos los componentes humanos han sido cambiados por sus similares mecánicos y electrónicos.

LAS DEDUCCIONES DETERMINISTAS

Más allá de los juicios de valor acerca de lo deseable de todo esto, existen dos creencias contrastantes acerca del progreso. Por un lado, el punto de vista lineal, bien expresado en las gráficas que muestran un desarrollo suave, constante y ascendente; por otro, en drástica oposición, existe el punto de vista en el cual el contexto de la innovación—incluyendo el aspecto organizacional—es más ampliamente considerado.

Las creencias basadas en ambas perspectivas tienen cierta validez, pero el punto de vista lineal simplifica demasiado la cuestión, de tal forma que promueve un falso optimismo entre los que aprueban el tipo de progreso que éste promete, y un pesimismo profundo entre los otros. La

razón es que el progreso técnico, tal y como lo presenta el punto de vista lineal, parece inevitable e ineludible; hay una consistencia en él, que parece implicar una lógica inflexible. Cuando las gráficas ocultan ambigüedades e irregularidades, muestran un esquema invariable en el desenvolvimiento de la racionalidad tecnológica, un esquema independiente de los altibajos de las acciones humanas. Esta regularidad, basada en la lógica interna de la tecnología, algunas veces ha apoyado los esfuerzos por descubrir las "leyes" que supuestamente gobiernan el progreso. Por ejemplo, una de las dos leyes presentadas por Jacques Ellul, nos dice que el progreso tecnológico tiende a actuar de acuerdo con una progresión geométrica, debido a que "la situación técnica precedente por sí sola es determinante". Ellul argumenta que "el progreso tecnológico en la actualidad no está condicionado más que por su propio cálculo de eficiencia",²⁴ y que esto lo lleva a un débil y pesimista panorama. Otros autores han argumentado que, debido a que la tecnología "lleva consigo su propia cultura", ésta también "determina la estructura de propiedad de la industria".²⁵

Todas estas opiniones son variantes de una actitud a la cual frecuentemente uno se refiere como determinismo tecnológico, que presenta los avances tecnológicos como un desarrollo estable que arrastra tras de sí a la sociedad humana. Por consiguiente, muchos problemas sociales son vistos como creados por la "laguna cultural", la cual se da cuando las normas e instituciones sociales no pueden adaptarse a los últimos desarrollos, por ejemplo, de la automatización o televisión por cable.

Esta idea del avance tecnológico concebido como la parte más importante del progreso, es ampliamente sustentada. Constituye lo que algunos han dado por llamar un "misticismo por la máquina". De este modo, nos vemos a nosotros mismos como seres de la era de la computado-

²⁴ Jacques Ellul, *The Technological Society*, traducido por J. Wilkinson, Nueva York: Vintage Books, 1964, capítulo 2, pp. 74, 89.

²⁵ George MacRobie, *Small is Possible*, Londres: Jonathan Cape, 1981, p. 192.

ra o de la era nuclear, la cual ha sobrepasado a la era de vapor del siglo XIX. Cada era es concebida de acuerdo con los términos de su tecnología dominante, y se extiende hasta los orígenes de la historia del hombre. Aquí, nosotros pensamos en el desarrollo del paso de la Edad de Piedra a la Edad del Bronce, y en la aparición posterior de la Edad del Hierro, como una progresión técnica lógica que trae consigo la evolución social; y pensamos cada era en términos del efecto de la técnica sobre los asuntos humanos; rara vez la consideramos a la inversa.

La feria mundial de Chicago, en 1933, fue una fuerte expresión de este punto de vista de la tecnología y del progreso, por la forma en que la exhibición fue arreglada y presentada. La guía de la feria describía cómo "los descubrimientos de la ciencia, los inventos geniales, los artefactos de la industria y el hombre se adaptan a, o son moldeados por las cosas nuevas". Continuaba diciendo que los individuos, los grupos, las "razas enteras de hombres son alentados a seguir la huella de la ciencia y la industria... La ciencia descubre, la industria aplica, el hombre se conforma".

Tales puntos de vista no son, a menudo, expresados abiertamente en nuestros días, pero aún parecen existir en las mentes de la gente. No obstante, con frecuencia nuevos esquemas de organización tuvieron que ser inventados o mejorados, antes de que las innovaciones en la técnica pudieran aparecer. La idea de la televisión, por ejemplo, difícilmente se hubiera dado en una sociedad sin entretenimientos en masa y sin medios organizados de difusión. Raymond Williams ha descrito cómo la radio y la televisión evolucionaron a partir de un contexto urbanizado e institucional, en el cual había una necesidad creciente de comunicaciones de todas clases.²⁶ No es suficiente considerar solamente la lógica técnica de la primera celdilla foto-eléctrica y los tubos de rayos catódicos, inventados poco antes de 1900. Estos, quizá, fueron los elementos precursores que permitieron la creación de la

²⁶ Raymond Williams, *Television: Technology and Cultural Form*, Londres: Fontana/Collins, 1974, pp. 14-21, 128-129.

televisión, pero al mismo tiempo tuvo que haber una intención consciente, y ésta fue, en gran medida, "efecto de un orden social en particular".

En forma similar, es posible voltear de cabeza la historia convencional de casi cualquier invento, y en vez de mostrar cómo los desarrollos tecnológicos crecieron uno sobre el otro, influyendo en el cambio social, podemos exhibir la forma en que el desarrollo organizativo provocó una nueva tecnología. Tal y como se ha dicho, en lugar de afirmar que la máquina de vapor de James Watt provocó la revolución industrial, es posible argumentar que el desarrollo anterior de la organización de la fábrica le dio a Watt la inmejorable oportunidad de perfeccionar sus inventos.

Como Williams dice, el determinismo tecnológico no es defendible, pero tampoco lo es su concepto opuesto. La mayoría de los inventos han sido hechos con un propósito social específico en mente, pero muchos han tenido una influencia que nadie había esperado o previsto. La realidad es quizá más fácil de comprender si pensamos en la práctica tecnológica en relación con sus componentes sociales integrales. La innovación puede entonces ser vista como el resultado de un ciclo de ajustes mutuos entre los factores sociales, culturales y técnicos. El ciclo puede empezar con una idea técnica o con un cambio radical en la organización, pero de cualquier forma, habrá una interacción con los otros factores al madurar la innovación.

Esto se aplica tanto a las edades de piedra y bronce, vividas por el hombre primitivo, como a la Revolución Industrial. Las explicaciones son insuficientes si se enfocan únicamente en el desarrollo de las herramientas; existe también la necesidad de reconocer "todo el complejo de agentes en mutuo apoyo que surgieron debido a circunstancias ecológicas... el uso de herramientas, la comunicación simbólica... la conducta de grupo".²⁷

De esta manera, en el desarrollo de la tecnología mo-

²⁷ J. S. Weiner, *The Natural History of Man*, Londres: Thames and Hudson, 1971, pp. 77-78.

derma, no es solamente la influencia de las herramientas y las técnicas sobre la sociedad lo que hay que entender, sino también "todo el complejo de agentes que se apoyan mutuamente", lo cual ha llevado a los espectaculares avances de nuestro tiempo. Tal y como otro estudioso de la evolución humana lo ha dicho: "la tecnología siempre ha estado con nosotros. No es algo que esté afuera de la sociedad, alguna fuerza externa por la cual estemos presionados... la sociedad y la tecnología son... reflejo una de otra."²⁸ De igual forma, es un mito que una laguna cultural se dé en cada comunidad cuando la gente desarrolla su tecnología progresiva. En las interacciones que se llevan a cabo entre los variados aspectos de la actividad humana, "la tecnología es a menudo la que está atravesada".²⁹

Con estas opiniones tan claramente expresadas, ¿por qué las creencias convencionales acerca de la inevitabilidad del progreso tecnológico y de su rol tan importante en el desarrollo social son todavía tan ampliamente sostenidas? La respuesta parece ser, parcialmente, que las creencias convencionales sirven a un propósito político. Cuando la gente piensa que el desarrollo de la tecnología sigue siendo un camino tranquilo de avance predeterminado por la lógica de la ciencia y de la técnica, están más dispuestos a aceptar el consejo de los "expertos", siendo menos probable la expectativa de la participación pública en decisiones acerca de la política tecnológica. Debido a esto, Leslie Sklair nos dice que "el argumento acerca de la dinámica intrínseca de la ciencia y la tecnología me parece... la defensa de los que encuentran la idea de la democratización de la ciencia y la tecnología inaceptable".³⁰

Dicha gente argumenta que la lógica de la técnica "determina una progresión única de un estado de desarrollo

²⁸ Solly Zuckerman, *Beyond the Ivory Tower*, Londres: Weidenfeld & Nicolson, 1970, p. 129.

²⁹ C. Wright Mills, *The Sociological Imagination*, Harmondsworth: Penguin Books, 1970, p. 101.

³⁰ Leslie Sklair, *Organized Knowledge*, Londres: Hart-Davis MacGibbon, 1973, pp. 237-238.

a otro". Lo que esto implica es que, a pesar de que no nos guste la idea del poder nuclear, de la microelectrónica o de la cirugía de trasplante de corazón, tenemos que resolver los problemas técnicos vinculados con estas cosas si se quiere desarrollar la ingeniería y la medicina. Tales actitudes fueron reflejadas en los comentarios de un ministro británico en diciembre de 1978, cuando presentó una iniciativa para promover la manufactura de "circuitos integrados de silicón" y microprocesadores. Declaró que no podemos "detener la tecnología"; no hubiera sido útil tratar de "parar la máquina de vapor o... la luz eléctrica", y no lo es ahora "tratar de parar la revolución de los micrológicos de silicón".

Esa clase de comentarios está claramente diseñada para debilitar la disidencia política, pero presenta los problemas en forma equivocada. No hay mucha gente que quiera detener a la microelectrónica, pero sí hay quienes quieren expresar sus preferencias acerca de cómo usarla. Los comentarios del ministro presentan una perspectiva del progreso, la cual implica solamente una dimensión de elección: que uno acepte la innovación sin reservas o la deseche. Los chips de silicón tienen potencial para muchas clases de desarrollo; solamente las elecciones entre éstas es lo que importa.

El desarrollo de la máquina de vapor no fue de ninguna forma inevitable e "imparable". En el continente europeo su adopción fue vacilante y lenta. El rápido desarrollo en Gran Bretaña reflejó el éxito de las nuevas formas de organizar la industria y la libertad de los propietarios de minas y fábricas para perseguir sus fines sin muchos frenos sociales o políticos. Si el avance de la microelectrónica parece ahora inevitable, ¿acaso no debemos preguntar qué clase de presión organizacional se encuentra detrás de ella, y qué tipo de medidas pudieran ser efectivas para ofrecer una influencia apropiada a la más amplia elección del público? Necesitamos creencias acerca del progreso que nos ayuden a reconocer opciones reales a nuestro alcance. Los puntos de vista existentes acerca de cómo se desarrolla la tecnología parecen en su mayoría dificultar

la percepción de la elección y permitir a los expertos y a los industriales salirse con la suya.

Las explicaciones acerca del rápido desarrollo de la máquina de vapor en Gran Bretaña y de su lento progreso en el continente, incluyen otro punto de relevancia actual. Desde 1712 hasta que Watt extendió el radio de su aplicación, la mayoría de las máquinas de vapor eran usadas para bombear el agua de las minas de carbón. De cualquier forma, la máquina original era ineficiente y usaba demasiado combustible como para tener valor económico. Gran Bretaña estaba mucho más adelantada que Europa en la producción de carbón, debido a que la deforestación en ese país era mucho mayor que en ninguna otra parte, y la madera como combustible era cara y escasa. En la mayor parte de Europa, al igual que en América, la madera como combustible continuaba siendo abundante y así se mantendría por un siglo más; por lo tanto, había menos necesidad de carbón mineral, menos necesidad de máquinas en las mismas y pocas oportunidades para la aplicación económica de la máquina de vapor. Por consiguiente, hubo fuertes razones ecológicas o del ambiente para la adopción del poder generado por el vapor en Gran Bretaña, las cuales fueron menos importantes en otras partes. Pero no existe un determinismo ecológico, y la condición del ambiente en Gran Bretaña, en 1712, no dictó el desarrollo de la máquina de vapor. Una política vigorosa de reforestación pudo haber resuelto el problema.

Así, también en nuestro futuro inmediato, la escasez de la energía convencional no eliminará la selección; no hay determinismo que torne ineludible extender los sistemas nucleares o desarrollar técnicas de energía solar. El asunto, en realidad, es si los que toman las decisiones preferirán que paguemos los costos sociales y del ambiente de una u otra opción, o si debemos reducir los costos mediante la conservación de energía o del reciclamiento de materiales. Las acciones viables, en cualquier caso, son mucho más amplias que las decisiones acerca de la energía. Como hemos visto, la creciente importancia del co-

nocimiento como recurso, significa que la industria quizá ya se esté desarrollando en direcciones que dependen menos de los materiales y la energía.³¹ Otras opciones son posibles, algunas en relación con la política social (ver capítulo iv), y otras son influenciadas por cambios voluntarios en el estilo de vida, tal y como los individuos lo han hecho en otras ocasiones. El futuro es rico en opciones y la perspectiva de mayor equilibrio del problema del ambiente no es la de que "destruye la noción de... progreso",³² ni que dicte la adopción de una técnica en particular, sino que requiere "una nueva evaluación de lo que constituye o no 'progreso'".³³

MOVIMIENTOS EN EL PROGRESO

Una forma de repensar nuestro concepto del progreso es el de adoptar una visión más amplia de los diversos factores que interactúan "en mutuo apoyo" en momentos particularmente creativos. En tales momentos, los distintos trabajos técnicos, organizacionales y culturales de la práctica tecnológica parecen de pronto mezclarse en formas efectivas, nuevas y armoniosas. Cuando un nuevo modelo aparece, la gente experimenta una nueva concientización de la posibilidad práctica. La época de Colón y del descubrimiento de América fue uno de esos momentos. La gente sabía desde hacía mucho tiempo que la tierra era una esfera, Colón no tuvo que enseñarles eso. Lo que sucedió fue el amanecer del reconocimiento de que este hecho familiar académico tenía un potencial práctico aún no explotado.

Casi lo mismo se puede decir acerca de la invención del sistema fabril. Muchas de las ideas sobre las cuales es-

³¹ Este argumento es presentado por Nathan Rosenberg, *Perspectives on Technology*, Cambridge: Cambridge University Press, 1976, pp. 240-242.

³² Jeremy Rifkin, *Entropy: a New World View*, Nueva York: Viking Press, 1980, pp. 6, 30.

³³ Peter Chapman, *Fuel's Paradise: Energy options for Britain*, Harmondsworth: Penguin Books, 1979, p. 219.

taba basado eran bastante conocidas. Los mercaderes italianos habían operado a partir de la división del trabajo y con cierto grado de mecanización en la manufactura de textiles, tres o cuatro siglos antes; y la división del trabajo había sido discutida en Gran Bretaña desde el siglo xvii. Lo que pasó al principio de la Revolución Industrial fue el reconocimiento de cómo encuadrar estas ideas con la oportunidad económica de manera eficiente. En el entusiasmo de la época, expresado particularmente por Adam Smith, uno puede sentir la misma sensación de avance hacia un nuevo y enorme potencial, tal y como fue expresada en la época de Colón.

Resulta claro que no existe un determinismo acerca de estas experiencias de progreso. Un proceso humano, no mecánico, es lo que trabaja; y en él hay ciertamente un elemento de elección. Pero la elección no es simplemente hacer el balance de opciones conocidas. Por el contrario, ésta implica diferentes maneras de acercarse a lo desconocido. Es una decisión entre diferentes actitudes mentales. Nosotros podemos cultivar un punto de vista exploratorio y abierto del mundo, en el que la concientización puede crecer; o podemos mantener un punto de vista fijo e inflexible en el que las nuevas posibilidades no son reconocidas. La magia de la cultura europea desde la época de Colón hasta después de la de Watt, fue, quizá, debida a su actitud abierta y a su creciente concientización. El dominio más reciente de los puntos de vista lineales del progreso, los cuales restringen las expectativas a estrechos esquemas de desarrollo, pueden ser sintomáticos de cómo esta actitud abierta se ha perdido.

Sin embargo, en vez de especular sobre estos temas tan generales, es más realista pensar de nuevo acerca de la forma, en la cual las mejoras en la agricultura y en las máquinas de vapor se han agrupado, produciendo un esquema de avance a pasos audaces en vez de un progreso continuo y suave. Cada paso, ya sea representando a la sencilla máquina de Cornwall o a las de la agricultura moderna, fue caracterizado por arreglos organizacionales específicos y por nuevas técnicas; por lo tanto, parecía

correcto describir estas distintas fases del desarrollo como movimientos de la práctica tecnológica. Lo que nosotros podemos ahora añadir, es que la innovación no es simplemente el resultado de la lógica racional. Esta implica propósito e intención, y refleja la conciencia de la posibilidad y de la oportunidad económica. De esta forma, en estos movimientos tecnológicos menores, al igual que en los mayores, hay momentos esenciales de reconocimiento cuando una variada colección de factores se encuadran juntos y una nueva forma de práctica comienza.

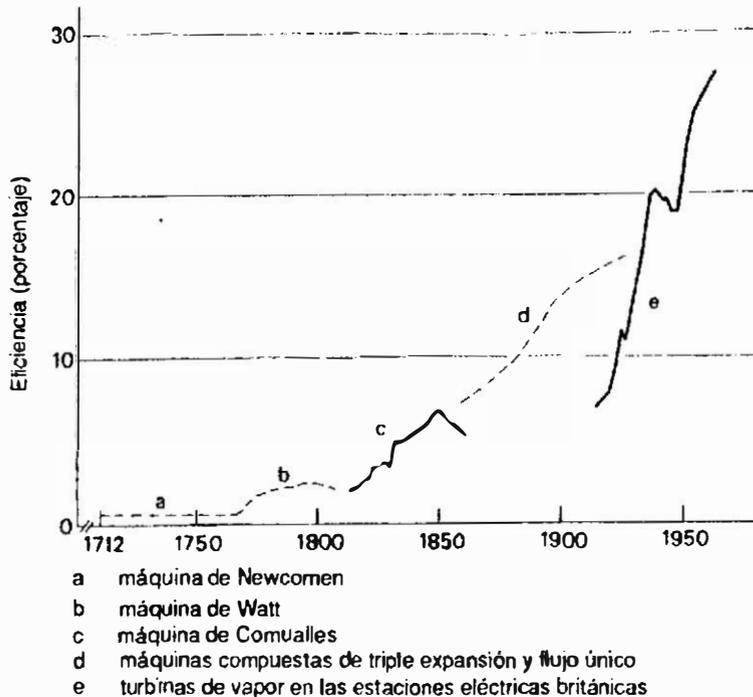
Un examen de las gráficas como las que aparecen en este capítulo, permite que algunos de estos momentos iniciales sean identificados. La gráfica v, por ejemplo, ilustra los efectos de varios movimientos innovadores en el uso del poder del vapor. Los dos pasos ascendentes en el funcionamiento asociados con James Watt y el desarrollo de la máquina de Cornwall están claramente expuestos.

En tiempos más recientes, un sorprendente movimiento innovador relacionado al de la energía del vapor ha sido el desarrollo de la generación de electricidad usando turbinas de vapor. Este movimiento adquirió una autoconciencia muy particular en Gran Bretaña durante los años veinte y treinta, cuando los rendimientos de eficiencia para una planta generadora en particular, fueron publicados regularmente por los comisionados de la electricidad. Leslie Hannah³⁴ cita la información y describe cómo los ingenieros competían entre ellos mismos para aparecer en lo más alto de la tabla de indicadores para su tipo de planta.

Pero el desarrollo del suministro eléctrico fue un mo-

³⁴ Leslie Hannah, *Electricity before Nationalization*, Londres y Basingstoke: Macmillan, 1979, p. 136. Otros datos sobre la efectividad de la planta de vapor utilizada en el trazado de la gráfica v proviene de Thomas Lean, *Historical Statement of the... Steam Engines in Cornwall*, Londres, 1839; D. B. Barton, *The Cornish Beam Engine*, Truro: Bradford Barton, 1969; D. S. L. Cardwell, *From Watt to Clausius: the Rise of Thermodynamics in the Early Industrial Age*, Londres: William Heinemann, 1974; H. W. Dickinson, *A Short History of the Steam Engine*, Londres: Frank Cass, 1963; A. J. Pacey, "Some early heat engine concepts", *British Journal for the History of Science*, 7 (1974), pp. 133-145.

vimiento en un sentido mucho más extenso. Evocó un considerable idealismo acerca de la creación de ciudades limpias y libres de contaminación, al igual que de fábricas con las mismas características. En Inglaterra, esto trajo como consecuencia la visión de que la ciudad-jardín estaba a nuestro alcance. Las mujeres activamente la apoyaron, viendo el uso de la electricidad en el hogar como un paso hacia la emancipación (véase la p. 174); lo mismo



La información ha sido recalculada a una base común, en la cual una línea completa es usada sólo para series consistentemente observadas. Las eficiencias atípicas observadas durante las pruebas especiales para las máquinas, no son mostradas.

GRÁFICA V. Eficiencias promedio de máquinas de vapor y turbinas británicas representativas (con calderas) desde la invención de la máquina de Newcomen.

FUENTES: véase el capítulo II, nota 34.

hicieron los movimientos laboristas. Es una ironía que en los años ochenta, esta actitud progresiva se haya disipado, y que la industria eléctrica sea ahora el blanco de críticas, debido a su expansión desmedida (véase la p. 70) y a su papel como fuente de contaminación química, nuclear y térmica.

Hay un punto más que debemos notar, los movimientos innovadores usualmente no están restringidos a los campos especializados. Hubo enlaces entre los logros de los ingenieros de Cornwall y el desarrollo del poder del vapor para los ferrocarriles. Existen nexos fuertes y evidentes entre la agricultura moderna, con su notable rendimiento en la producción de granos, y las industrias químicas que producen fertilizantes y pesticidas. Mientras los suministros eléctricos se desarrollaron, nuevas herramientas eléctricas fueron inventadas, y las industrias más viejas fueron modernizadas.

Debido a estos enlaces, un cúmulo de innovaciones en una rama de la tecnología puede llevar a inventos de una variedad más amplia en otras; de hecho, un análisis detallado muestra un agrupamiento distintivo de inventos en momentos clave en la historia general de la industria. Esto nos ha llevado a la conjetura de que no podemos delinear los dos últimos siglos de progreso tecnológico como un avance suave y continuo, sino más bien como una sucesión de oleadas de innovación. Christopher Freeman nos dice al respecto, que la invención no está caracterizada por una "tendencia lineal" sino por altibajos, en los que los altos son los desarrollos enlazados en "nuevos sistemas tecnológicos".³⁵

Por consiguiente, cuando un gran número de desarrollos importantes ocurren en un par de décadas —tal y como sucedió durante los años setenta y ochenta del siglo pasado con los productos químicos, el acero, la electricidad y los automóviles— entonces la economía entra en una

³⁵ Christopher Freeman, John Clarke y Luc Soete, *Unemployment and Technical Innovation*, Londres: Frances Pinter, 1982, p. 63. A Freeman se le cita extensamente sobre esta cuestión en Rothwell y Zegveld, *Technical Change*, pp. 28-34.

CUADRO I. Las grandes oleadas de la industrialización. Las cuatro oleadas históricas son, con pequeñas modificaciones, las señaladas por Christopher Freeman y sus colegas, y, antes que ellos, por Simon Kuznets Kondratieff (véase capítulo II, notas 35 y 36)

<i>Fecnas de los racimos de innovaciones</i>	<i>Innovaciones tecnológicas fundamentales</i>	<i>Base geográfica</i>	<i>Periodo de crecimiento económico veloz</i>
<i>1ª ola</i> 1760 1770	manufactura textil (y máquinas de vapor, gráfica v), química, ingeniería civil	Gran Bretaña Francia	1780-1815
<i>2ª ola</i> 1820	ferrocarriles, ingeniería mecánica	Gran Bretaña, Europa	1840-1870
<i>3ª ola</i> 1870 1880	química, electricidad, motores de combustión interna	Alemania, Estados Unidos	1890-1914
<i>4ª ola</i> 1930 1940	electrónica, aeroespacial, química (por ejemplo, la agricultura química, gráfica III)	Estados Unidos	1945-1970
POSIBLES PERSPECTIVAS Y OPCIONES			
<i>5ª ola</i> 1970	microelectrónica, biotecnología	Japón, California	1985-?
<i>¿Otras olas?</i> desarrollo social y el mejoramiento en la calidad de la vida con poco crecimiento económico	salud pública, nutrición energía renovable, conservación, agricultura, reforestación	Asia del Sur China, ¿Los Estados Unidos?	

fase de rápida expansión estimulada simultáneamente por varias tecnologías. Freeman señala, sin embargo, que un gran ascenso económico de esta clase no solamente depende de innovaciones técnicas, sino también, muy a menudo, de cambios en la organización; cada nueva fase de la expansión económica depende de "el total del cúmulo de innovaciones y cambios organizativos interrelacionados".

Freeman y sus predecesores han clasificado meticulosamente el variado número de patentes seleccionadas de un año a otro, con el fin de obtener una firme evidencia sobre el agrupamiento de invenciones; en general, están de acuerdo con trabajos anteriores realizados por Kuznets³⁶ acerca de las fechas de las fases principales del desarrollo tecnológico. Esto nos lleva a una perspectiva en la que cuatro "grandes oleadas" de industrialización son diferenciadas (al igual que algunos ciclos cortos), siendo el primero la clásica revolución industrial en Gran Bretaña. En cada ola, inevitablemente, hay un lapso de tiempo entre los inventos que son patentados, su utilización inicial limitada, y su efecto posterior sobre la economía. El cuadro I muestra dos grupos de fechas para indicar esto.

En tiempos de recesión económica, estas teorías cíclicas son comprensiblemente más atractivas que las lineales, pues ofrecen la esperanza de que, después de la tendencia cíclica descendente, eventualmente habrá una recuperación y un crecimiento renovados.

No obstante, existe tanto peligro en este modelo como el que encontramos en los modelos lineales. Cualquier análisis histórico que busque identificar esquemas y ritmos en el desarrollo, tiende a convertirse en determinista, pues considera que los procesos trabajan en una forma en la cual la intervención humana no puede alterarlos decisivamente.³⁷ Debido a que han existido cuatro grandes oleadas de industrialización, algunas personas esperan una quinta, basada en la microelectrónica y en la biotecnología y

ubicada en "las líneas del Pacífico" que enlaza a California, Japón y el sureste asiático. Pero esto no es inevitable. Existen también quienes piensan (economistas y ecólogos) que la industrialización está declinando, y señalan que todas las civilizaciones previas han tenido una duración limitada, por lo cual, aun si no hay un desastre nuclear o ecológico, debemos esperar que un día la civilización industrial decaiga.

De igual modo, existe una tercera perspectiva, señalada tentativamente en el cuadro I, que enfatiza las múltiples opciones que permanecen abiertas. Esta visión se funda en la posibilidad del desarrollo y progreso humanos que incluyan a la tecnología, pero que son independientes del crecimiento. Un estudio de caso que ilustra dicho proceso es presentado en la gráfica VII del capítulo IV.

La interpretación de las grandes oleadas de la industrialización puede volverse muy estrecha con facilidad, debido a que el análisis convencional del desarrollo económico y técnico debe necesariamente enfocarse sobre hechos y números, gráficas y estadísticas. Cualquiera que sea lo que los autores como individuos intentan, esto inevitablemente le da poco peso a la elección y experiencia humanas, lo que nos lleva a un panorama mecanicista, si no es que determinista. Para superar esto, necesitamos dejar atrás las gráficas y estadísticas y usar otros recursos. Un pensador social que así lo ha hecho ofrece una imagen que puede ayudar a mostrar lo que las oleadas y movimientos innovadores significan en términos humanos. Con el interés enfocado, menos sobre la tecnología que sobre las más amplias consecuencias sociales de una crisis de energía y del fin del crecimiento económico, para estudiar este fenómeno el autor utiliza la analogía de los hábitos de conversación de la gente. Cuando un tema es agotado, se habla de otra cosa; de igual forma, las metas del desarrollo humano pueden cambiar, sean tecnológicas o sociales, debido a que "la historia se desenvuelve por medio del cambio de tema en lugar de progresar de una etapa a otra". Los movimientos innovadores y las nuevas oleadas de industrialización pueden ser vistas en

³⁶ Simon Kuznets, *Economic Change: Selected Essays*, Londres: William Heinemann, 1974, pp. 109-118.

³⁷ R. A. Buchanan, *History and Industrial Civilization*, Londres y Basingstoke: Macmillan, 1979, p. 151.

términos humanos como cambios de tema. Lo que constituye la diferencia, nos dice Ralf Dahrendorf, autor de la analogía, es la percepción alterada:

Un buen día, la gente reacciona ante la experiencia de que lo que fue importante ayer, lo que nos preocupaba y dividía, ya no es importante en el mismo sentido. Nos restregamos los ojos y descubrimos que la solución a un problema determinado, concebida a costa del sueño la noche anterior, no contribuirá en nada si no lo enfocamos de manera diferente para que pudiera tener mayor pertinencia... nos encontramos en uno de esos procesos históricos de cambio de tema...

En las sociedades avanzadas del mundo, con sus economías de mercado, sus sociedades abiertas y sus políticas democráticas, uno de los temas dominantes parece estar agotado: el del progreso en un sentido firme y unidimensional, el del desarrollo lineal, el de la creencia implícita y muchas veces explícita en las posibilidades ilimitadas de la expansión cuantitativa. El nuevo tema que puede ocupar su lugar... no es el de la negación del crecimiento... sino el que denominaré: desarrollo cualitativo y benéfico, no cuantitativo.³⁸

No es preciso consentir en detalle con las ideas que Dahrendorf elabora con amplitud para comprender su punto de partida. Pero sí es necesario mantener abierta la posibilidad de reaccionar ante la experiencia de que existen formas novedosas y radicalmente diferentes de manejar los problemas económicos, así como opciones no exploradas para derivar beneficios humanos de la tecnología. Sin embargo, persiste la dificultad de que nuestro estilo habitual de análisis y escritura es inherente y básicamente lineal, ya sea en el campo de la economía, la sociología o la tecnología. Por lo general, su propósito es el de comprender en profundidad y no el de ampliar la apreciación. Es un estilo, cuya base es la persecución de las conexiones lógicas, el detalle meticuloso y la medición de todo lo mensurable. A menos de que se utilice

³⁸ Dahrendorf, *The New Liberty*, pp. 13-14.

con mucho cuidado, la forma literaria de la discusión puede situarnos en la misma trampa de una visión lineal y estrecha.

En el presente libro atendemos más la apreciación que el análisis y, por tanto, me he visto obligado a experimentar con el estilo. En un experimento de este tipo, Robert Pirsig describió un viaje en motocicleta por Estados Unidos; menos afortunado, pero compartiendo la noción de que la historia actúa a partir de los cambios de tema, he adoptado un estilo similar. En este mismo capítulo, hubo cambios de escenario entre el presente y el pasado, entre la agricultura y la automatización. En los capítulos que siguen, habrá igualmente cambios abruptos en la geografía: de Gran Bretaña a la antigua Grecia, y al África; de la América del Norte industrializada al sudeste asiático rural.

Para aquellos lectores que esperan un argumento analítico, el resultado puede ser un caleidoscopio desconcertante. En otras partes he escrito sobre el tema del desarrollo de las ideas técnicas en una forma más convencional, y he caído de lleno en las trampas de la interpretación lineal.³⁹ Asimismo, me referí a las especialidades tecnológicas circunscribiéndome estricta y lógicamente a los límites de las disciplinas. Por el contrario, en esta obra, persigo una comprensión diferente y amplia, con el fin de enlazar ideas que aparentan estar en conflicto y de expandir la apreciación de los objetivos —y el potencial— que se encuentran detrás de ellas.

³⁹ El peor caso de interpretación lineal es el de G. R. Talbot y A. J. Pacey, "Some early kinetic theories of gases", *British Journal for the History of Science*, 3 (1966-1967), pp. 133-149.

CUARTA UNIDAD

Progreso y desequilibrio ecológico
y poblacional.

FRANCISCO VIQUEIRA LANDA
'Hacia un desarrollo sustentable',
Cap. 17.

Capítulo 17

Hacia un desarrollo sustentable

La naturaleza y la actividad humana

La preocupación por las alteraciones que el desarrollo industrial produce en el medio ambiente tiene antecedentes que se remontan a los inicios de la era industrial. Por ejemplo, Juan Jacobo Rousseau escribía lo siguiente en 1779: «Allí, minas, precipicios, forjas, yunques, martillos, humo y fuego, substituyen a las dulces imágenes de los trabajos campestres. Los rostros macilentos de los desdichados que languidecen en los vapores infectos de las minas, negros herreros, horribles cíclopes, son el espectáculo con que las instalaciones de las minas substituyen, en el seno de la tierra, el verdor y las flores, el cielo azul de la superficie».

Sin embargo es a partir de fines de la década de 1960 cuando los problemas ambientales derivados de la acción del hombre sobre el ecosistema empiezan a recibir una atención especial. La causa principal reside en la toma de conciencia del severo impacto que la contaminación debida a las actividades humanas ejerce actualmente sobre el medio ambiente, deteriorando la calidad de la vida en las sociedades contemporáneas.

En junio de 1972 se celebró en Estocolmo, Suecia, la Conferencia mundial de las Naciones Unidas sobre el medio humano, donde por primera vez se discutió el problema ambiental con una perspectiva global, abarcando no sólo los problemas de contaminación del medio ambiente, sino también la disponibilidad y utilización de los recursos naturales, los problemas de la energía, el crecimiento y la distribución de la población humana y la relación entre desarrollo económico y social y los ecosistemas.

La preocupación por el deterioro del medio ambiente y el agotamiento de los recursos naturales puso en entredicho el concepto de desarrollo; son bien conocidas las conclusiones del estudio «Los límites del crecimiento», auspiciado por el Club de Roma y publicado en 1972, propugnando un crecimiento cero. Este tipo de soluciones, que puede resultar quizás adecuado para los países desarrollados, con un alto nivel de vida y con un crecimiento muy reducido de la población, es inaceptable para los países en vías de desarrollo, que parten de un nivel de vida insuficiente de gran parte de sus habitantes y que tendrán todavía en un futuro próximo un crecimiento importante de la población.

El desarrollo y progreso de las sociedades humanas y la preservación del medio ambiente no son incompatibles. Si el uso inadecuado y egoísta de los descubrimientos científicos y de las innovaciones tecnológicas ha causado y puede causar en ocasiones graves daños a los ecosistemas, la ciencia y la tecnología modernas proporcionan también soluciones para remediar y evitar estos problemas. Se requiere para ello conocer las interacciones entre leyes naturales y aquéllas que rigen el desarrollo social y económico.

Considérese, por ejemplo, el caso de las materias primas. Nuestro planeta es un sistema prácticamente cerrado para la materia; la cantidad de materiales es, por tanto, constante. Las materias primas no se consumen; se transforman, se utilizan y después se dispersan en forma de desechos, haciendo muy difícil y costosa su reutilización. La solución es por lo tanto, en principio, muy sencilla: para aprovechar ese inventario constante de metales y otros materiales

hay que concebir su utilización teniendo en cuenta su recuperación después de usados. Al no hacerlo, nos enfrentamos por una parte a la escasez de muchas materias primas y por otra parte nos vemos inundados de desechos y desperdicios.

Considérese ahora el problema de la energía. Desde el punto de vista energético nuestro planeta es un sistema abierto: recibe diariamente del sol una cantidad de energía enorme. Si fuéramos capaces de utilizar económicamente una fracción de esa energía renovable, en sus diversas formas, podrían satisfacerse todas las necesidades presentes y futuras de la humanidad. En lugar de eso quemamos recursos energéticos no renovables, cuya formación requirió millones de años y cuya utilización en gran escala produce contaminación que podría alterar el clima de la tierra.

Todos estos problemas no son nuevos, pero el progreso científico y tecnológico ha aumentado de tal manera la capacidad de intervención del ser humano en el medio natural, que ya no es posible considerar a la naturaleza como una reserva inagotable y autorregulable. Como consecuencia de esto en algunos medios está de moda culpar a la ciencia y a la técnica del deterioro del medio ambiente y a los ingenieros como ejecutores inconscientes de ese deterioro.

Debería ser evidente que no es el progreso de la ciencia y la tecnología, sino el uso irresponsable de las mismas, lo que puede causar daños irreversibles al medio ambiente. Pero también resulta evidente la necesidad de que todos los ingenieros conozcan el efecto que las obras que proyectan y construyen pueden producir en los ecosistemas y de que aprendan a utilizar la ciencia y la tecnología para preservar esos ecosistemas, haciendo compatible el desarrollo con la conservación y el mejoramiento del medio ambiente.

Efectos ambientales de la producción y utilización de la energía

El sistema energético, que se representa esquemáticamente en la siguiente figura, puede causar impactos ambientales en las diferentes fases de actividad determinadas por el flujo de energía desde las fuentes de energía primaria hasta el uso final de la energía.



Estos impactos ambientales pueden ser de tres tipos:

- Contaminación material del aire, el agua, o el suelo.
- Contaminación energética: calor de desecho, ruido.
- Contaminación estructural, causada por la alteración del medio ambiente: problemas de localización de instalaciones energéticas y de la infraestructura necesaria; minería del carbón y del uranio; lagos artificiales, etc.

Las estrategias para controlar estos problemas de impacto ambiental incluyen aspectos técnicos, económicos, sociales y políticos.

Entre los aspectos técnicos pueden jugar un papel importante el uso racional de la energía y el aprovechamiento de desechos, tanto energéticos como de materia orgánica e inorgánica.

Entre los problemas de impacto ambiental causados por el sistema energético destacan por su importancia los siguientes:

Impactos ambientales debidos a la utilización de combustibles fósiles

Impactos ambientales debidos a la utilización de energía nuclear.

Impactos ambientales debidos a la utilización de combustibles fósiles

Las emisiones de óxidos de azufre y de nitrógeno y la lluvia ácida

Los combustibles fósiles como el petróleo y el carbón contienen distintas cantidades de azufre, elemento que es liberado al ser quemados aquellos, saliendo por las chimeneas principalmente en forma de anhídrido sulfuroso.

La combustión de combustibles fósiles produce también la emisión de distintas combinaciones de nitrógeno, principalmente óxidos de nitrógeno, que proceden, en parte, de sustancias nitrogenadas existentes en los combustibles y, además, de la oxidación del nitrógeno del aire durante la combustión. Las emisiones de óxidos de nitrógeno han aumentado en los últimos años a un ritmo más rápido que las de azufre, lo cual se debe a que, con objeto de realizar una combustión más eficiente, se ha pasado a una temperatura de combustión más elevada, aumentando así la oxidación del nitrógeno del aire.

Al igual que otras emisiones contaminantes liberadas en la atmósfera, tanto el azufre como el nitrógeno vuelven más pronto o más tarde al suelo. Ello puede tener lugar a través de la absorción sucesiva de los anhídridos de azufre y de los óxidos de nitrógeno por parte de las superficies de agua, de las tierras o de la vegetación. Este proceso se conoce con el nombre de deposición seca.

No obstante, gran parte de esos anhídridos y óxidos tienen tiempo de reaccionar durante su estancia en la atmósfera, siendo oxidados por el oxígeno del aire y convertidos en ácido sulfúrico y ácido nítrico, respectivamente.

Dichos ácidos llegan después a la superficie terrestre a través de las precipitaciones atmosféricas, razón por la que se llama a este proceso deposición húmeda o, más comúnmente, lluvia ácida.

Las combinaciones del azufre y del nitrógeno que son objeto de deposición seca en estado gaseoso permanecen en la atmósfera en promedio unas 24 horas antes de ir a parar al suelo, mientras que las combinaciones convertidas en ácidos por oxidación en el aire pueden permanecer allí durante varios días. Ello implica que una parte considerable de esas emisiones ácidas contaminantes de la atmósfera pueden ser esparcidas por los vientos más allá de las fronteras del país donde tienen su origen, a cientos, o quizás miles, de kilómetros de las fuentes de emisión.

Las investigaciones muestran que las aportaciones de ácidos al suelo influyen en la vida existente en el mismo. La actividad total de los organismos disminuye, lo cual implica a su vez una velocidad menor de descomposición y transformación en el suelo. Se considera que todos estos factores pueden influir negativamente en el crecimiento de los bosques a más largo plazo, si bien aún no se ha podido comprobar este efecto. Ello puede ser debido, entre otros factores, al largo periodo de desarrollo de una generación de árboles, así como al hecho de que el aumento de la caída de nitrógeno, que se ha intensificado en los últimos años, ha implicado un efecto de abono que ha contrarrestado los efectos negativos de la acidificación del suelo.

Los lagos y las corrientes de agua están más expuestos a la acidificación que el suelo, habiendo sido precisamente en los lagos donde primero se notaron los efectos del aumento de los ácidos. La acidificación implica cambios radicales en todo el ecosistema de un lago o de una corriente de agua. La composición química del agua cambia, pudiendo causar, si el efecto es pronunciado, la desaparición de peces y plantas.

Los combustibles fósiles y el aumento del bióxido de carbono en la atmósfera

En la Conferencia mundial sobre el clima, celebrada en 1979 en Ginebra (Suiza), la Organización Meteorológica Mundial abordó el tema del impacto de la liberación de energía producida por el hombre sobre el medio ambiente. En la declaración final de la Conferencia se expresa lo siguiente:

«Actualmente el hombre está modificando el clima en un contexto local y también, en cierto grado, a escala regional, sin estar consciente de este hecho. Hay indicaciones significativas de que las actividades antropogénicas en expansión resultarán en cambios regionales y aún globales del clima de la tierra. La posibilidad de que esto ocurra debe ser razón suficiente para una cooperación global para analizar las posibles tendencias futuras en el desarrollo del clima mundial y sus implicaciones sociales.

Podemos afirmar con cierto grado de certeza que el uso de los materiales fósiles, la tala de los bosques y los cambios en el cultivo de la tierra han causado un aumento del contenido de CO_2 en la atmósfera durante los pasados 100 años, de aproximadamente 15% y que el aumento es del orden de 0.4% por año.

El CO_2 juega un papel fundamental en la determinación del nivel de temperatura de la atmósfera terrestre y parece evidente que un aumento en el contenido de CO_2 en la atmósfera conducirá a un calentamiento gradual de las capas inferiores de la atmósfera, especialmente en las latitudes más altas. La utilización de modelos puede proporcionar alguna información sobre la distribución de la temperatura y otros parámetros meteorológicos, pero los detalles del mecanismo de los cambios se desconocen todavía en gran parte.

Puede esperarse que algunos efectos, a escala regional y global, serán identificables hacia fines del presente siglo y que crecerán en significación alrededor de mediados del siglo próximo. Este desarrollo cronológico corresponde aproximadamente al que será necesario para controlar, según se requiera, algunos aspectos de la economía mundial, incluyendo la agricultura y la utilización de la energía, en caso de que esto sea necesario».

Efectos ambientales de la utilización de energía nuclear

El uso de la energía nuclear implica un riesgo específico: las radiaciones ionizantes. Se expondrá a continuación la naturaleza de esa radiación, sus efectos biológicos y las fuentes de radiación.

Naturaleza de las radiaciones ionizantes

La radiación consiste en la emisión de energía en forma de partículas atómicas o radiación electromagnética como resultado de la desintegración de elementos radiactivos. Puede tratarse de partículas cargadas eléctricamente, como las partículas alfa (α) y beta (β) de radiación electromagnética gama (γ) o de radiación neutrónica (n).

La radiación alfa está formada por núcleos de helio que tienen doble carga positiva, por lo que su principal interacción con la materia es la ionización y es poco penetrante; toda la energía de transporte es cedida a lo largo de una trayectoria muy corta, unos cuantos centímetros en el aire y milésimas de milímetro en los tejidos de los organismos vivos.

La radiación beta está formada por electrones y como tiene una carga negativa también producirá ionización y es un poco más penetrante que la radiación alfa, pues alcanza unas decenas de centímetros en el aire. Otra forma de interacción con la materia es la excitación de la misma, transfiriendo su energía a los electrones que giran alrededor del núcleo.

La radiación gama es de naturaleza electromagnética, sin carga, por lo que no ioniza el medio de manera tan inmediata como la radiación alfa o la radiación beta; es muy penetrante y puede atravesar una distancia grande en el aire sin que sea absorbida una fracción significativa de su energía.

La radiación neutrónica está constituida por neutrones y no tiene carga alguna; su poder de penetración en los materiales es en general mayor que la radiación gama. No produce ionización en los átomos del medio de desplazamiento o choque de los electrones; el efecto predominante en este tipo de radiación es la interacción con los núcleos, excitándolos.

Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes

La radiación puede producir efectos biológicos al causar la destrucción o el deterioro de células de seres vivos.

Se evalúa el efecto de la radiación por la energía absorbida por unidad de masa de materia irradiada; esta energía se llama «dosis absorbida». La unidad de dosis absorbida es el gray (Gy) que es igual a 1 joule/Kg y que substituye a la antigua unidad, el rad, cien veces menor.

Los efectos biológicos de las dosis absorbidas dependen de varios factores: el principal es la naturaleza de la radiación, pero también hay que tener en cuenta la rapidez con que se recibe la dosis y los órganos irradiados.

A fin de poder comparar los efectos biológicos producidos por la radiación se ha establecido un nuevo concepto: el de «dosis absorbida equivalente», cuya unidad es el sievert (Sv), que substituye a la antigua unidad, el rem, que era cien veces menor y cuya magnitud se obtiene multiplicando la dosis absorbida por un factor de calidad que depende de la naturaleza de la radiación.

La capacidad de penetración de las diferentes formas de radiación determina las modalidades de acción sobre el organismo.

Las radiaciones alfa son incapaces de penetrar la piel humana, pero pueden ser muy perjudiciales si un isótopo que emite radiaciones alfa, como, por ejemplo el plutonio, penetra al cuerpo a través de una herida o por inhalación o ingestión, causando en el lugar donde se deposita un intenso daño local.

Las radiaciones beta, que son algo más penetrantes que las alfa, pueden a veces penetrar la piel humana, pero generalmente sus efectos más graves se deben a la inhalación o a la ingestión de isótopos emisores de partículas beta, como el yodo 131, el cesio 137 y el estroncio 90. Debido a la semejanza química de estos radioisótopos con elementos absorbidos normalmente por el cuerpo humano, tienden a depositarse en ciertos órganos, por ejemplo el estroncio 90, que es químicamente parecido al calcio, se concentra en los huesos, donde puede producir cáncer.

La radiación gamma, que como se dijo es muy penetrante, puede dañar órganos vitales del cuerpo. La mayor parte de los productos de fisión emiten radiación beta y gamma.

Si la radiación es muy intensa causa la muerte de un número elevado de células y, en consecuencia, de los órganos formados por dichas células, lo que puede a su vez causar la muerte del organismo. Si la intensidad de la radiación es menor, se causa daño a las células, que en ocasiones puede repararse, pero en otros casos se multiplica, produciendo cáncer en los tejidos o en los huesos o, en el caso de una célula reproductiva, puede causar un daño genético debido a una mutación, el que se transmite a las generaciones futuras.

Generalmente se distinguen los efectos precoces de la radiación y los efectos tardíos.

Los efectos precoces se refieren a los que aparecen poco después de la irradiación: desde algunas horas hasta un mes. Las manifestaciones varían según la dosis recibida.

Si la dosis recibida no excede de 1 sievert, los síntomas son ligeros y los efectos son reversibles. Si la dosis es de 4 sieverts o mayor, los efectos son letales y la muerte sobreviene al cabo de veinte o treinta días.

La exposición de todo el cuerpo a una radiación mayor de 10 sieverts durante un corto período, como la producida por las bombas atómicas lanzadas sobre Hiroshima y Nagasaki, causa la muerte inmediata.

Los efectos tardíos pueden manifestarse al cabo de períodos que pueden ser muy largos: cánceres y leucemias al cabo de decenas de años; mutaciones genéticas después de varias generaciones.

Estos efectos plantean problemas muy diferentes según la dosis recibida y su naturaleza. Se acostumbra distinguir entre dosis débiles y dosis fuertes.

Por lo que hace a las dosis fuertes de radiación, se conocen los casos de experimentación con animales, de enfermos de cáncer tratados por radioterapia, de sobrevivientes de las explosiones atómicas de Hiroshima y Nagasaki, de personas irradiadas accidentalmente durante explosiones atómicas experimentales y de operarios expuestos profesionalmente a radiaciones, como radiólogos o mineros de uranio. En estos casos los efectos de la radiación, ya descritos, son evidentes y aumentan en función de la dosis.

Las dosis débiles son aquellas cuya magnitud es del orden de las variaciones observables de la radiactividad natural o bien de las radiaciones adicionales de origen médico. Corresponden a dosis que, integradas durante toda la duración de la vida, son siempre inferiores a 1 sievert.

La determinación de los efectos a largo plazo de estas dosis débiles de radiación constituye uno de los problemas fundamentales de la industria nuclear, ya que las radiaciones que produce y a las que queda sometido normalmente el personal propio de la industria y la población en general, entran en esta categoría.

Actualmente se considera que no existe ningún límite inferior por debajo del cual no existan efectos cancerígenos y se supone que la incidencia del cáncer a dosis bajas es directamente proporcional a la dosis de radiación, en la misma proporción que la observada para dosis altas.

En Estados Unidos, la Agencia de Protección del Medio Ambiente (Environmental Protection Agency), que es el organismo encargado de establecer las normas sobre radiación, ha fijado un límite de 0.25 milisieverts por año para la dosis de radiación máxima permisible a la que puede estar sujeta la población en general como resultado del funcionamiento de instalaciones nucleares.

La dosis laboral máxima autorizada hasta 1992 era de 50 milisieverts por año, o sea 2.5 milirems/hora que es 100 000 veces inferior a la dosis letal (4 a 5 sieverts administrados durante dos horas), lo que significa que las dosis letales son mucho mayores que las radiaciones a que puede estar sometido el personal de la industria nuclear en condiciones normales y sólo pueden presentarse en casos de accidente que produzcan una liberación importante de radiactividad, como ocurrió en la planta nucleoelectrónica de Chernobyl, en Ucrania, en mayo de 1986.

La Comisión Reguladora Nuclear de Estados Unidos ha hecho más estrictos los límites de exposición a la radiación, reduciendo la dosis laboral a 12.5 milisieverts por año. Esto se aplica a partir de 1993.

Fuentes de radiación

Los efectos del uso de la energía nuclear sobre el medio ambiente se producen durante las siguientes seis etapas:

- a) Minería del mineral de uranio.
- b) Fabricación del «combustible» nuclear.
- c) Operación del reactor.

- d) Manejo y almacenamiento temporal del «combustible» irradiado.
- e) Reprocesamiento del «combustible» irradiado.
- f) Disposición final de los desechos radiactivos de larga vida.

Con referencia principalmente al problema de la radiación pueden señalarse los siguientes aspectos:

Preparación de los elementos combustibles

La extracción del mineral de uranio expone a los mineros a la inhalación de polvo y de radón 222, que es un gas radiactivo natural.

En la fabricación a partir del mineral de uranio de los elementos fisionables o como se dice frecuentemente por analogía, de los elementos combustibles, ya sean de uranio o de óxido de uranio, no se tiene prácticamente ningún riesgo de radiación.

En la etapa de enriquecimiento del combustible para aumentar la proporción de uranio 235 a un valor del orden del 2.5% existe el riesgo de criticidad accidental, que produciría la emisión de radiación intensa, capaz de producir dosis letales para los trabajadores.

Funcionamiento de los reactores nucleares

Durante la etapa de utilización del material fisionable en el reactor, los riesgos están ligados a la emisión de radiaciones ionizantes y a la producción de productos de la fisión, que son en su casi totalidad radiactivos. Algunos de estos productos de fisión, son gaseosos (como el kriptón 85 y el xenón 133), otros son volátiles y otros sólidos.

Los reactores nucleares funcionan en recintos herméticos, con varias barreras de contención, pero el fluido que sirve para enfriarlos y extraer el calor producido es contaminado debido a dos causas:

primero, por los productos de fisión que pueden escapar de los tubos metálicos que constituyen las cubiertas que contienen el uranio, cuando se desarrolla algún defecto en los mismos;

segundo, por productos de activación, debidos a la captura de neutrones, que atraviesan las paredes de los tubos que contiene el uranio, por elementos estables contenidos en el fluido de enfriamiento y en los materiales estructurales del reactor y del circuito primario.

Las fuentes de radiación asociadas al reactor son las cuatro siguientes:

El «combustible» irradiado, que se extrae periódicamente del reactor.

Los efluentes líquidos que provienen de purgas y de la limpieza de los circuitos de enfriamiento del reactor o de los dispositivos asociados. Contienen productos de fisión y productos de activación, siendo los más importantes el tritio y el cesio 137. Estos líquidos se filtran y después se tratan en columnas de resinas intercambiadoras de iones.

Los efluentes gaseosos, consistentes en gases raros y iodo, que pueden proceder de fugas del circuito primario, arrastradas por el sistema de ventilación de los locales; contaminan debilmente un gran volumen de aire y son evacuados por la chimenea después de filtrados. Pueden proceder también de purgas del circuito primario, que contaminan fuertemente un volumen de aire relativamente pequeño; pueden ser evacuados después de filtrados o bien pueden ser tratados y confinados.

Los desechos sólidos, que son de dos tipos. Los filtros, resinas, lodos de decantación, residuos de evaporación, constituyen desechos de actividad media. Los objetos tales como ropa usada, telas, guantes, que han sido usados en labores de mantenimiento, constituyen desechos de baja actividad.

En resumen, el funcionamiento de una central nucleoelectrónica produce grandes cantidades de radioelementos. Una proporción pequeña es enviada al

medio ambiente (efluentes líquidos y gaseosos) o transportada a un centro de almacenamiento (desechos sólidos). La mayor parte de los radioelementos producidos quedan en el combustible irradiado.

Los desechos que se dispersan en el medio ambiente, directamente o después de tratados, se controlan en forma estricta. Los desechos líquidos, después de almacenarlos y controlarlos, se descargan a una corriente de agua, o al mar, pero nunca a las aguas freáticas. El aumento de la radiactividad que producen es inferior a 1/100 de la concentración máxima admisible. La naturaleza de los desechos gaseosos varía según el tipo de reactor; en los de uranio enriquecido moderados y enfriados con agua ligera, consisten esencialmente, en krypton 85 y xenon 133. La irradiación provocada en el medio ambiente no excede de algunas milésimas de milisievert por año.

La presencia de estas sustancias radiactivas gaseosas, líquidas y sólidas en el medio ambiente implica cierto riesgo para los seres vivos, sobre todo de radiación interna por inhalación del aire o ingestión de agua o alimentos contaminados; en este último caso el efecto puede amplificarse por concentración de las sustancias radiactivas a través de las cadenas alimentarias.

Tratamiento del «combustible» irradiado

En forma periódica se retira una parte del combustible del núcleo del reactor. En los reactores de uranio natural moderados y enfriados con agua pesada, del tipo CANDU, esto se hace sin necesidad de suspender el funcionamiento del reactor. En los reactores de uranio enriquecido moderados y enfriados con agua ligera, se requiere parar el reactor y se retira cada año la tercera parte del combustible.

El combustible irradiado es muy radiactivo y genera gran cantidad de calor. Algunos de los elementos producidos por la fisión del uranio tienen periodos radiactivos muy largos.

Este combustible irradiado se conserva primero localmente en una alberca, bajo varios metros de agua, para disminuir las radiaciones ionizantes.

A continuación se puede transportar a plantas de reprocesamiento.

El reprocesamiento del combustible es conveniente por dos razones:

a) Para reducir considerablemente el volumen de los desechos de muy alta actividad.

b) Para recuperar uranio y plutonio que quedan en el combustible irradiado, que pueden reutilizarse y obtener también diferentes radioelementos utilizables para diversas fines.

En las plantas de reprocesamiento, las cubiertas de las barras de combustible se abren mecánicamente o químicamente; su contenido se disuelve en ácido nítrico y se extraen el uranio y el plutonio. Durante estas operaciones se liberan gases residuales: krypton 85, yodos y vapor de agua con tritio. Queda un residuo líquido, muy rico en radioelementos, constituido por el 99.5% de los productos de fisión, que actualmente se almacena localmente.

Las plantas de reprocesamiento liberan efluentes líquidos y gaseosos, en magnitudes sensiblemente mayores que las plantas nucleares, pero muy inferiores a los límites impuestos por los reglamentos.

El inconveniente del reprocesamiento del combustible irradiado es que podría contribuir a la proliferación de las armas nucleares, ya que el plutonio recuperado podría usarse para ese fin. Por ese motivo el Organismo Internacional de Energía Atómica promueve actualmente que el combustible irradiado procedente de las plantas nucleoelectricas no se reprocese, especialmente en el caso de los países que no poseen el arma atómica.

→ Disposición final de los desechos radiactivos

Este problema, que no tiene todavía una solución definitiva, reviste gran importancia debido a la larga vida de algunos de los residuos radiactivos. La

duración de la actividad radiactiva se caracteriza por el periodo radiactivo, que es el tiempo necesario para que la mitad de los átomos de un radioelemento se desintegren, o sea para que su actividad se reduzca a la mitad. El plutonio 239, por ejemplo, tiene un periodo del orden de 24000 años.

Se discutirá primero el problema de los efluentes gaseosos, después el de los residuos de actividad radiactiva mediana y débil y por último el de los desechos de alta actividad.

Por lo que hace a los efluentes gaseosos, el yodo 129 tiene un periodo de 16 millones de años, el krypton 85 de 10.4 años y el tritio de 12.3 años. No plantean un problema inmediato, porque las emisiones actuales son reducidas, pero a largo plazo existe un riesgo de acumulación y será necesario, por lo tanto, desarrollar sistemas de absorción, que están actualmente en estudio y se planteará el problema del almacenamiento de esos productos.

Con respecto a los residuos de actividad baja o media, ya se trate de desechos o de efluentes líquidos, la primera etapa consiste en transformarlos en desechos sólidos y ahogarlos en concreto y otros productos adecuados, para después enterrarlos.

Los desechos de alta actividad, resultantes del reprocesamiento de los combustibles irradiados, contienen los productos de fisión propiamente dichos y cuerpos con núcleos pesados, llamados transuránicos y generalmente de periodo radiactivo muy largo. Se almacenan actualmente en forma líquida en depósitos de acero inoxidable. Para substituir el almacenamiento en forma líquida se ha desarrollado en Francia un método de vitrificación, que consiste en convertir los desechos líquidos, por evaporación, en un polvo que se mezcla con material vitrificante, para obtener, calentando la mezcla hasta su fusión y enfriándola, cilindros sólidos de material vitrificado.

El material así obtenido reduce el volumen de los desechos a un décimo del volumen original líquido, se manipula más fácilmente y resiste bien a la corrosión.

El siguiente paso consiste en disponer en forma segura para las futuras generaciones de estos desechos que conservarán su radiactividad por miles de años.

Algunas posibles soluciones están apenas al nivel de estudios teóricos, por ejemplo, la transmutación de los elementos transuránicos de vida muy larga en productos de período radiactivo corto, sometidos a un flujo intenso de neutrones.

La solución actualmente propuesta consiste en almacenar estos desechos de alta actividad a gran profundidad en formaciones geológicas estables, tales como domos salinos o rocas de granito. En estos lugares de almacenamiento se requiere, además de confinar la radiactividad, disipar el calor producido por la actividad radiactiva y esto durante períodos muy largos.

Los riesgos de accidentes de los reactores nucleares

El accidente más grave que puede ocurrir en un reactor es el originado por la pérdida del enfriamiento del núcleo del reactor. La reacción de fisión del uranio produce grandes cantidades de productos radiactivos; aunque se detenga la reacción de fisión mediante la inserción de las barras de control, los productos de fisión siguen generando calor y si se interrumpe el enfriamiento la temperatura se elevará y se producirá la fusión del núcleo, que podría causar la ruptura del contenedor y la emisión de gran cantidad de radiactividad al medio ambiente. Teniendo en cuenta que un reactor nuclear comercial para generar electricidad contiene alrededor de 100 toneladas de combustible de uranio y que al cabo de un año de funcionamiento la cantidad de productos radiactivos presentes en el núcleo es del orden de mil veces mayor que el de una bomba atómica como la lanzada sobre Hiroshima, la fundición de un reactor podría causar daños muy extensos por radiación.

En un estudio realizado en 1957 por los laboratorios Brookhaven, que es una institución gubernamental de Estados Unidos, y actualizado en 1965, se llegaba a la conclusión de que un accidente en una planta nucleoelectrónica

podría causar la muerte inmediata a 45 000 personas y otras 100 000 personas podrían morir posteriormente de cáncer y otras lesiones; los daños a la propiedad se estimaron en 17 000 millones de dólares. Este estudio no se publicó, probablemente porque sus conclusiones se consideraron alarmantes y sus datos se hicieron públicos veinte años después, cuando se entabló una demanda basada en la Ley de Libertad de Información.

En 1954 se aprobó en Estados Unidos la Ley de Energía Nuclear cuyo propósito era promover el desarrollo privado de la energía atómica, pero debido a la magnitud y gravedad de las consecuencias de un posible accidente nuclear, las empresas privadas se negaron a invertir en la industria nuclear a menos que se limitara la responsabilidad resultante de un accidente. En 1957 el Congreso de Estados Unidos aprobó la Ley Price - Anderson, que limitaba la responsabilidad a 560 millones de dólares, de los cuales el gobierno proporcionaría 500 millones y el propietario de la planta nucleoelectrónica 60. La ley se ha prorrogado varias veces, con la modificación de que de los 560 millones el gobierno proporcionará 435 y las aseguradoras privadas 125.

El equivalente mexicano de la Ley Price - Anderson es la Ley de Responsabilidad Nuclear, aprobada en 1976, que establece que la indemnización máxima total por un accidente nuclear será de 100 millones de pesos.

La premisa fundamental en que se basa la limitación de responsabilidades es que la probabilidad de que ocurra una catástrofe nuclear es muy baja, como trató de demostrarse en el estudio sobre seguridad de reactores publicado en 1975, conocido como informe Rasmussen, el cual ha sido criticado tanto por la metodología utilizada como por la insuficiencia de la información estadística. La Comisión Nuclear Reguladora de Estados Unidos repudió el estudio formalmente en 1979.

La fusión parcial del núcleo de un reactor comercial se produjo en el accidente de la planta nucleoelectrónica de la Isla de las Tres Millas, próxima a la ciudad de Harrisburg, en el estado de Pensilvania, en Estados Unidos, el cual se inició el 28 de marzo de 1979. Por una combinación de fallas del equipo y

errores humanos el reactor de la unidad generadora N° 2 se quedó sin refrigeración y la temperatura se elevó a alrededor de 2900 grados centígrados. Se formó una burbuja de hidrógeno en el interior de la vasija y la presión subió a valores peligrosos, teniendo que liberarse cierta cantidad de gases radiactivos a la atmósfera para controlar la presión. La refrigeración del núcleo del reactor pudo restablecerse y después de varios días de angustia y confusión el accidente se controló. El reactor quedó inservible y se ha requerido gastar grandes sumas de dinero para descontaminarlo.

El 26 de marzo de 1986 ocurrió la catástrofe de Chernobyl, en la Unión Soviética. En el reactor No.4 de esa planta nucleoelectrónica se produjo una explosión que lo destruyó y liberó gran cantidad de productos radiactivos a la atmósfera. El accidente se debió a errores humanos y al hecho de que ese tipo de reactores, moderados con grafito y enfriados con agua, son inestables a baja carga, lo que explica el rápido aumento de generación hasta valores muy superiores a la capacidad nominal del reactor cuando, además, estaban bloqueados varios sistemas de seguridad.

Como consecuencia del accidente murieron inmediatamente 31 personas; 116 000 personas tuvieron que ser evacuadas en un radio de 30 km alrededor del reactor, de las cuales se considera que 24 000 recibieron dosis considerables de radiación del orden de 45 rems, que causarán a mediano y largo plazo un aumento de la incidencia del cáncer en esa población.

En numerosos lugares de Europa se detectó un aumento de la radiactividad, lo que creó gran alarma y en varios países se desecharon alimentos frescos y leche que se consideraron contaminados.

El accidente de la planta nucleoelectrónica de la Isla de las Tres Millas y la catástrofe de Chernobyl han puesto seriamente en duda la seguridad de las instalaciones nucleoelectrónicas realizadas con las tecnologías actualmente disponibles.

El destacado especialista nuclear norteamericano, Alvin M. Weinberg, quien se refirió en 1971 al uso de la energía nuclear como un pacto fáustico, comenta en los siguientes términos el impacto de los dos accidentes antes mencionados, en un artículo publicado en 1986:

«Chernobyl y Three Mile Island revelan algunos de los costos sociales de los accidentes nucleares, costos que difícilmente pueden estimarse mediante una evaluación probabilística de riesgo, especialmente porque los costos dependen mucho del medio cultural y político del país en el que ocurre el accidente».

Refiriéndose específicamente al accidente de Chernobyl, señala:

«Tal vez de mayor importancia que el daño físico causado por Chernobyl es la situación casi de pánico que este incidente ocasionó en una gran parte de Europa. Cuando se publicó el informe Rasmussen, sin duda nunca previmos que un accidente nuclear de la magnitud de Chernobyl pudiera despertar tal interés del público. Tampoco reconocimos el impacto social que produciría la prohibición de acceso al área afectada por la precipitación radiactiva».

Más adelante dice, refiriéndose a las consecuencias del accidente de Chernobyl:

«Un costo social importante de lo sucedido en Chernobyl es el posible abandono de la energía nuclear en varios países de Europa Occidental; Austria, Dinamarca y Noruega ya habían rechazado la energía nuclear aún antes del accidente de Chernobyl; el abandono por etapas de la energía nuclear en Suecia de aquí al año 2010, que parecía cada vez menos probable, nuevamente se ha tomado serio. En Estados Unidos, una encuesta de la ABC indicó que actualmente el 78 por ciento del público se opone a la energía nuclear».

Para hacer frente a la crisis de confianza en la energía nuclear, que ya se había manifestado antes del accidente de Chernobyl, se ha propuesto el desarrollo de una nueva generación de reactores nucleares intrínsecamente seguros. Weinberg relata en su artículo que esa propuesta partió de David Lilienthal, primer presidente de la Comisión de Energía Atómica de Estados Unidos, quien la hizo a varios científicos, poco después del accidente de la Isla de las Tres Millas. Se trata de desarrollar un reactor cuya seguridad no dependa de la intervención mecánica o humana, sino de principios físicos inmutables.

Weinberg señala que ya se han concebido por lo menos tres diferentes reactores intrínsecamente seguros: el reactor sueco enfriado por agua que en condiciones de emergencia circula por convección natural, el reactor de alta temperatura enfriado con helio, desarrollado en Alemania Occidental, en el que núcleo está constituido por miles de esferas que contienen el combustible y el reactor rápido o de cría enfriado por sodio líquido diseñado en Estados Unidos, que en condiciones de emergencia circula también por convección natural.

Weinberg concluye sobre este asunto lo siguiente:

«Puesto que no es probable que se construya un nuevo reactor nuclear en Estados Unidos por lo menos en los próximos 15 años, parece sensato aprovechar este tiempo para crear un verdadero reactor intrínsecamente seguro. De hecho, me atrevería a ir más lejos: el desarrollo de reactores intrínsecamente seguros debería ser un proyecto internacional en el que colaboraran Estados Unidos y la Unión Soviética».

La preservación del medio ambiente y el futuro del suministro de energía eléctrica

¿Qué influencia tendrán los problemas ambientales en el futuro desarrollo del suministro de energía eléctrica?

En primer lugar constituyen una motivación para usar energéticos más limpios para generar electricidad.

Hay que tener en cuenta que las emisiones globales de CO₂ debidas a la generación de electricidad representan el 40% de las emisiones que contribuyen al aumento del efecto invernadero. Esto es el resultado de la importancia que tienen los combustibles fósiles en la generación de electricidad. De los 327 EJ de energía eléctrica producidos en todo el mundo en 1987, los combustibles fósiles aportaron el 88.1%, liberándose a la atmósfera 20 500 millones de toneladas de CO₂.

Para reducir los impactos ambientales es clara la tendencia mundial a usar preferentemente gas natural en lugar de carbón y combustóleo.

Tabla No. 1

Factores de emisión de diferentes combustibles utilizados en México

Combustible	CO ₂ Ton/TJ	NO _x Ton/TJ	SO _x Ton/TJ	Partículas Ton/TJ
Gas natural	15.30	0.25	0.00876	0.0259
Combustóleo	21.30	0.205	1.41	0.682
Carbón	25.80	0.74	0.542	0.167

Fuente: Bauer, M., Quintanilla, J., Domínguez, V. «El desafío ambiental al sistema energético mexicano». XV Conferencia Mundial de Energía. 1992.

Como puede verse en la tabla No. 1 la combustión del combustible produce 39% más bióxido de carbono (CO_2) que la del gas y la del carbón 68.6%; por lo que se refiere a la producción de óxidos de azufre (SO_2), en el caso del gas natural es casi nula; en el del combustible obtenido en México muy importante, 2.6 veces lo producido por el carbón; el gas natural produce ligeramente más óxidos de nitrógeno (NO_x) que el combustible ya que su combustión se hace a una temperatura algo mayor; en la producción de partículas las emisiones producidas por el uso del gas son considerablemente inferiores a las producidas por el uso de combustible, e inferiores también a las producidas por el carbón.

Evidentemente la utilización de los recursos energéticos renovables, como la energía hidroeléctrica, la energía solar directa y la energía del viento, evita los problemas de contaminación atmosférica por los gases resultantes de la combustión y presenta, en consecuencia, ventajas ambientales indiscutibles. Desde el punto de vista económico la generación hidroeléctrica resulta competitiva con respecto a la generación de electricidad con combustibles fósiles y, además, existe un potencial hidroeléctrico no aprovechado muy importante, especialmente en los países en desarrollo. En la tabla No. 2 se presenta una evaluación reciente del potencial hidroeléctrico de México, que indica que actualmente sólo se utiliza el 17% de la generación media anual posible.

Los problemas ambientales que causa el uso de los combustibles fósiles y principalmente el de la producción de CO_2 y su posible repercusión en un cambio climático global, se han presentado por la industria nuclear como un argumento para promover la generación nucleoelectrónica; sin embargo no parece probable que la virtual moratoria nuclear que existe actualmente en muchos países pueda desaparecer mientras no se resuelvan dos problemas tecnológicos fundamentales: el de la seguridad, mediante el desarrollo de una nueva generación de reactores caracterizados por ser intrínsecamente seguros y el de la disposición final de los desechos radiactivos de alto nivel y muy larga vida.

Cualquier aumento de la eficiencia en el proceso de conversión de los combustibles fósiles en energía eléctrica contribuirá a disminuir su impacto ambiental, ya que se requerirá menos combustible para producir una cantidad dada de energía eléctrica.

Por esa razón existe actualmente una preferencia en muchos países por las plantas de ciclo combinado, empleando gas natural como combustible, con las que pueden alcanzarse eficiencias del 50%, considerablemente mayores que con una planta termoeléctrica convencional.

Potencial Hidroeléctrico de México 1992 Tabla 2

Nivel de desarrollo	No. de proyectos	Potencia instalada	Generación media anual
		MW	GWh
Identificación	416	28,788	81,362
Evaluación	61	5,786	15,191
Prefactibilidad	19	3,882	10,929
Factibilidad	13	3,941	10,728
Diseño	7	1,814	4,628
Construcción	4	1,608	4,006
Operación	42	7,850	25,747
Operación suspendida	3	69	269
TOTAL	565	53,738	152,860

Distribución del Potencial Hidroeléctrico

Región	No de proyectos	Generación media anual GWh	% generación total
Norte	13	1,196	0.8
Pacífico norte	159	38,103	24.9
Pacífico sur	142	35,623	23.3
Golfo	147	31,148	20.4
Sureste	104	46,790	30.6
TOTAL	565	152,860	100.0

Fuente: Comisión Federal de Electricidad

Las plantas de ciclo combinado aprovechan las cualidades termodinámicas de las turbinas de gas en el rango de temperaturas altas y la eficiencia de las turbinas de vapor en el rango de temperaturas más bajas. En el esquema más utilizado la energía del combustible en la forma de gases de combustión muy calientes a presión se suministra a la turbina de gas, que impulsa a un generador eléctrico; los gases que salen de la turbina se utilizan en un cambiador de calor para vaporizar agua y mover una turbina de vapor que impulsa, a su vez, otro generador eléctrico.

Las plantas de ciclo combinado pueden utilizarse asociadas a una planta de gasificación de carbón, lo que permite una utilización más limpia de ese energético.

Entre los desarrollos futuros para generar electricidad, destaca por sus características favorables para la preservación del medio ambiente la conversión electroquímica directa de la energía contenida en el gas natural o en el hidrógeno en electricidad. Esta conversión se hace en celdas de combustible que usan como electrolito carbonato fundido o ácido fosfórico y operan a alta temperatura (600 a 1000° C), obteniéndose eficiencias de hasta 55%. Están disponibles comercialmente celdas de 20 y 50 MW de ácido fosfórico, cuyo diseño está basado en el de una instalación de demostración de 11 MW realizada conjuntamente por Estados Unidos y Japón.

Las celdas de combustible ocupan poco espacio, pueden ser enfrías por aire, son silenciosas y fáciles de operar y responden rápidamente a las variaciones de la demanda. Pueden localizarse cerca de las cargas que van a alimentar y contribuir, en esa forma, a una descentralización de la generación.

Resulta evidente que el uso eficaz y racional de la energía tiene un efecto favorable sobre el medio ambiente, ya que permite obtener los bienes y servicios necesarios con un menor consumo de energía y en consecuencia con un menor impacto ambiental.

Es un hecho plenamente demostrado en numerosos países que es posible mantener un desarrollo económico con un consumo de energía considerablemente menor por unidad de producto producido que en el pasado, cuando los bajos precios de los energéticos no incitaban a un uso más eficiente de estos.

Por lo que hace a la industria eléctrica, actualmente es una práctica extendida de planeación, denominada planeación para el costo mínimo, el analizar si resulta más conveniente aumentar la capacidad de generación o, por el contrario, el invertir para impulsar la implantación de medidas de uso eficiente y ahorro de energía eléctrica. Existen nuevas tecnologías, tanto en iluminación como en diseño de motores y de aparatos eléctricos, o de sistemas que utilizan energía eléctrica, que permiten obtener los resultados deseados con consumos de energía eléctrica considerablemente menores a los tradicionales.

Por ejemplo las lámparas fluorescentes compactas consumen 80% menos energía eléctrica que las incandescentes, para el mismo nivel de iluminación y no requieren ningún dispositivo especial para su instalación.

Un aumento de la eficiencia de los motores eléctricos, que consumen más de la mitad de la energía eléctrica generada, puede significar ahorros de energía eléctrica muy importantes con inversiones adicionales relativamente bajas, que se amortizan en periodos muy cortos.

Igualmente el perfeccionamiento del diseño de aparatos eléctricos domésticos, como refrigeradores, lavadoras, etc., puede reducir sus consumos de energía eléctrica a menos de la mitad.

Por otra parte pueden lograrse ahorros importantes de energía mediante la producción combinada de energía eléctrica y calor, lo que se conoce con el nombre de cogeneración. Frecuentemente esas dos funciones de generar electricidad y producir calor para procesos industriales o para calefacción se hacen por separado; si se combinan en un sistema de cogeneración puede lograrse una eficiencia considerablemente más alta que con los procesos separados.

Estrategia de desarrollo energético en el uso final

Se ha criticado por algunos investigadores el hecho de que la mayor parte de los análisis sobre futuras estrategias energéticas enfatizan el aspecto del suministro de energía, en lugar de empezar por analizar las necesidades reales de energía al nivel de su uso final.

Para ilustrar este punto de vista crítico, se reproducen a continuación algunos párrafos tomados de la presentación del «Seminario latinoamericano sobre una estrategia energética enfocada al uso final», organizado por el físico brasileño José Goldemberg con la colaboración de Thomas B. Johnsson de Suecia, Amulaya K.N. Reddy, de la India y Robert H. Williams de los Estados Unidos. Este seminario se realizó en la Universidad de Sao Paulo, en mayo de 1983.

Se requieren estrategias energéticas alternativas para proporcionar un nivel de vida decente a la mayoría de la raza humana que vive hoy en la pobreza y para sostener las economías de las naciones industrializadas. El enfoque convencional a este desafío es prestar atención, en la política energética, principalmente a cómo aumentar el suministro de energía, enfatizando el carbón, los esquistos y la energía nuclear como las fuentes de energía dominantes para la era post-petrolera. Pero un cambio en el sentido de un uso a gran escala de estas fuentes de energía implica riesgos globales reales que parecen desafiar las técnicas establecidas. Por ejemplo, una decisión persistente en el sentido de una dependencia fundamental con respecto de los combustibles fósiles resultará probablemente, en menos de 100 años, en cambios importantes del clima debidos al aumento del contenido de CO_2 en la atmósfera. Esto ocurriría mucho antes de que se agotasen los recursos mundiales de combustibles fósiles. Y probablemente ocurriría la proliferación de armas nucleares en gran escala y muy rápidamente si el mundo decide hacer un uso intensivo de la energía nuclear,

incluyendo el comercio del plutonio u otros materiales nucleares utilizables en los armamentos.

En el «Seminario sobre una estrategia energética global enfocada al uso final», celebrado en Princeton (Estados Unidos) en abril de 1982 y en trabajos posteriores dirigidos por sus organizadores, principalmente en una segunda reunión celebrada en Lund, Suecia, en septiembre de 1982, se demostró la posibilidad de identificar y articular estrategias alternativas que satisfacen las necesidades de energía para el desarrollo en los países menos desarrollados y para el mantenimiento del bienestar económico en el mundo industrializado, en la era post-petrolera, evitando o minimizando los importantes riesgos ambientales y para la seguridad implícitos en un cambio a gran escala hacia el uso de las alternativas convencionales al petróleo. Para alcanzar esos resultados debe enfocarse la atención en el análisis detallado de las pautas en el uso final de la energía y las oportunidades existentes para reducir el costo de suministrar los servicios energéticos, mediante mejoras de la eficiencia con la que se usa la energía y mediante el aprovechamiento de importantes sinergismos entre diferentes sistemas energéticos (por ejemplo, cogeneración) y entre sistemas energéticos y no energéticos (por ejemplo, generadores de biogas que producen un fertilizante como subproducto).

Debido a que la energía no es un fin en sí misma, sino sólo un medio para mejorar la calidad de la vida, se han hecho intentos para ir más allá del análisis de los usos finales de la energía y relacionar estos usos con las necesidades humanas. Para los países menos desarrollados se analizó la energía en el contexto del desarrollo, incluyendo posibles cambios en la distribución del ingreso y sus consecuencias energéticas. En las naciones industrializadas los precios elevados de la energía han tenido ya el efecto, en Estados Unidos y Europa durante los últimos años, de romper la conexión histórica entre crecimiento de la energía y de la economía. Esta

posibilidad ocurre porque las inversiones en aumentar la eficiencia energética son generalmente más económicas que las inversiones en suministros adicionales de energía. Las posibilidades para desacoplar el crecimiento energético y el económico parecen ser mucho mayores de lo evidenciado por la experiencia reciente.

El estudio ha incluido también estimaciones del grado en que se puede depender de las fuentes de energía renovables para satisfacer las necesidades de energía, sin mayores impactos ambientales.

La evaluación de las posibilidades de la energía solar pueden ser notablemente diferentes en este estudio de las que se han dado en otras «evaluaciones globales» de la energía solar, debido al énfasis dado a los usos finales de la energía. Adicionalmente, el énfasis en el uso final de la energía frecuentemente lleva a la identificación de oportunidades para aprovechar no sólo mejoras en la eficiencia energética sino también importantes sinergismos entre diferentes actividades.

Se han realizado análisis preliminares de alcance restringido, del tipo aquí propuesto, para cierto número de países industrializados (Estados Unidos, Suecia, Alemania) además de Brasil y la India, que fueron discutidos en el Seminario de Princeton. Sin embargo, no se ha realizado un estudio global siguiendo esas directrices.

Los resultados más destacados de estos estudios son los siguientes:

1. Para los países industrializados parece haber posibilidades definidas de reducir el consumo de energía per-cápita a aproximadamente la mitad de los niveles actuales, debido a medidas de conservación y a cambios hacia actividades menos intensivas en energía.

2. Para los países en desarrollo existen posibilidades de satisfacer las necesidades humanas básicas de los pobres y las necesidades de energía de las élites mediante una combinación de conservación de energía y uso mayor de energéticos renovables. Aparecen en varios casos sinergismos muy importantes entre los sectores agrícola, del transporte e industrial.

Es esencial para estos estudios un buen conocimiento de cada país y el acceso a información desagregada que permite la identificación de posibles sinergismos. En los países en desarrollo esto sólo puede hacerse por analistas nacionales de la energía que están familiarizados con el panorama local.

Bibliografía Consultada

1. Szekely, F., compilador. *El medio ambiente en México y América Latina*. Editorial Nueva Imagen. México, 1978.
2. Meadows, D. L. *Los límites del crecimiento*. Fondo de Cultura Económica. México, 1972.
3. Rousseau, J.J. *Les rêveries du promeneur solitaire*. Garnier. París, 1960.
4. Shrader-Frechette, K. S. *Energía nuclear y bienestar pública*. Alianza Universidad. Madrid, 1983.
5. Goldemberg, J., Johansson, T. B., Reddy, A.K.N., Williams, R.H. *Energy for a sustainable world*. Wiley, Nueva York, 1990.

MIGUEL LEÓN GARZA
"Desequilibrio mundial de la población"
Cap. 1

Desequilibrio mundial de la población

En las postrimerías del siglo XX se presentan cambios y dese-quilibrios demográficos sin precedentes. Siempre se ha reconocido la importancia de la población como factor de desarrollo político y económico, pero actualmente las variaciones demográficas se tornan tan rápidas, radicales y contradictorias, que repercuten aún con mayor fuerza sobre la economía.

En el escenario mundial, los cambios en la composición de la población representan un elemento de análisis y de estudio que no debiera pasar desapercibido ante los ojos de los políticos, sociólogos, economistas, empresarios o expertos en administración pública. Y no solamente en lo que se refiere al incremento poblacional, los cambios en las expectativas y los movimientos migratorios, sino también a la distribución geográfica, la capacidad económica de los países, el nivel educativo y a muchos otros aspectos. Nunca antes se había contado con tan poderosos medios informativos, documentales y estadísticos que permitieran realizar este análisis global, proyectando tendencias futuras.

CUADRO 18 Gastos militares (dólares constantes de 1981)

	1982	
	Dls per cápita	% del PNB
Alemania Occidental	372	3.4
Estados Unidos	798	6.4
Francia	444	4.2
Italia	163	2.6
Japón	96	1.0
Reino Unido	461	5.1
Unión Soviética	897	15.0
Bangladesh	---	---
Brasil*	14	0.7
China	44	7.1
Egipto	50	8.2
Filipinas	18	2.5
India	18	3.5
Indonesia	17	3.2
México	16	0.5
Nigeria	20	2.3
Pakistán	20	6.1
Tailandia	29	4.0
Turquía	66	5.2
Vietnam	---	---
Argentina	111	2.6
Chile	116	4.8
Perú	54	4.7
Venezuela	88	2.3
Corea	110	6.9
Singapur	328	5.9
Taiwan	186	7.2
Arabia Saudita	2 311	15.4
Emiratos Arabes Unidos	1 713	8.0
Israel	1 412	25.5
Kuwait	985	8.0
Omán	1 766	28.5
Qatar	3 303	9.1
Siria	253	14.4

* Los datos de Brasil corresponden a 1981.

Fuente: U.S. Bureau of the Census, Statistical Abstract of The United States, 1985, Washington, D.C., p. 866.

Al analizar la estabilidad de un país es importante determinar su grado de madurez política, que se refleja en la transición de poderes de un régimen al siguiente; y será importante, a su vez, determinar el nivel de capacidad administrativa, así como el respeto que los ciudadanos sientan por la autoridad.

Para determinar la estabilidad económica será importante analizar el nivel de importaciones y exportaciones, si el país es monoexportador o no, si cuenta con energéticos suficientes, y cuál es su tasa inflacionaria.

La capacidad de una nación para producir sus propios alimentos es un signo inconfundible de estabilidad. La distribución y tenencia de la tierra, y los recursos dedicados a la agricultura son elementos que determinan la capacidad de autosuficiencia en este renglón; más aún, los países con producción alimenticia superior a su consumo, tienden a ser más estables.

El desempleo, especialmente en los países en vías de desarrollo, debiera ser la preocupación principal de la sociedad y de sus gobiernos. Aquellos países que no sean capaces de ofrecer a la gran mayoría de su población puestos de trabajo remunerados, de tal forma que dicha remuneración permita cubrir cuando menos las necesidades elementales de la persona, estarán sujetas a fuertes tensiones políticas y sociales.

Desde el punto de vista de la estabilidad de los países, la gran interrogante por la composición de su población en los próximos años es, sin lugar a duda, la Unión Soviética, ya que en 1985 la diferencia de crecimiento entre la población europea y la asiática la han convertido en una nación gobernada por una minoría blanca europea; y, consecuentemente, el ejército ruso del año 2000 tendrá que ser en su mayoría de origen asiático, con grandes diferencias étnicas, culturales y religiosas en relación a la clase gobernante.

Los cambios en la estructura y dinámica poblacional que enfrentamos aún no despiertan en nosotros el interés que merecen. Desatendemos estos elementos que afectarán decisivamente nuestra forma de vida y la de generaciones próximas. Los medios informativos parecen concentrarse en los sucesos que aparentemente afectan más nuestra vida cotidiana, sin sopesar que las noticias que nos llegan acerca de golpes de Estado, elecciones, hambrunas, enfermedades, deudas externas, etcétera, son tan importantes o tan reales como los cambios demográficos que se están produciendo y que se acentuarán cada vez más en los próximos años.

En los países desarrollados, por ejemplo, la ciudadanía se olvida de que con su actual tasa de crecimiento poblacional se llegará a situaciones absurdas; como en el caso de Alemania, que de continuar las actuales tendencias, para finales de siglo, habrá únicamente quince personas trabajando de cada cien registradas en la seguridad social (1). Desde otro punto de vista se ha de cuestionar, precisamente ahora, los efectos en la producción industrial norteamericana, cuando gran parte de la fuerza laboral estadounidense trabaja en empresas de servicios en detrimento del sector industrial.

Para definir la vocación de México se hace necesario analizar la situación de los países industrializados y de aquellos que tienen posibilidades de serlo a mediano plazo. La clave fundamental del análisis se encuentra en seleccionar los veinte países con más de 50 millones de habitantes cada uno, que representan el 75% de la población del mundo, ya que en torno a ellos gravitan desde ahora los principales factores de la economía internacional. Las tendencias en el crecimiento de la población de estos veinte países, la magnitud del consumo y oferta de productos y las variaciones radicales en el mercado laboral marcarán las necesidades y posibilidades económicas y sociales del futuro.

Nueva estructura y dinámica poblacional

La nueva estructura y dinámica de la población se ha gestado con base en características diametralmente opuestas entre los habitan-

tes que viven en países desarrollados y los que viven en países en vías de desarrollo.

Los países desarrollados se caracterizan por tener una tasa de crecimiento de población sumamente baja, que incluso en algunos países —como Alemania Occidental y el Reino Unido— decrece año con año. La pirámide poblacional de estos países muestra un envejecimiento de la población, la cual se empieza a concentrar cada vez más en los grupos de edades medias o avanzadas: por ejemplo, el número de jóvenes trabajadores en los Estados Unidos, con edades entre 16 y 24 años, creció 3.9% anual entre 1965 y 1979; mientras que, de 1979 a 1985, se espera que decrezca 0.9% anual (2). Comúnmente, en estos países, la gran mayoría de la población empieza a llegar a una edad media o avanzada y cuenta con una alta calificación laboral.

En cambio, en los países en vías de desarrollo, la tasa de crecimiento de la población es muy elevada; la mayoría de los habitantes son personas jóvenes y poco o medianamente calificadas. La mayor parte de la población es menor de 24 años; por consecuencia, se requiere un enorme incremento en la generación de empleos año con año.

De esta forma, una de las expectativas más cercanas es la de un gran excedente de trabajadores jóvenes en los países en vías de desarrollo, y una inminente escasez de mano de obra en los países desarrollados, especialmente de gente joven.

Podemos observar claramente el impacto de los desequilibrios y cambios poblacionales sobre distintas áreas en los siguientes cuadros estadísticos (Cuadros 1 y 2).

El Cuadro 1 presenta la distribución por regiones de la población mundial en 1984: el total de las cifras se acerca a los 5 mil millones de seres humanos. Las $\frac{3}{4}$ partes de la población mundial habitan en las regiones menos desarrolladas. Asia es el continente más poblado —casi el 60% de la población mundial— debido a que a él pertenecen China e India, los dos países con mayor número de habitantes.

En el Cuadro 2 se observa la correspondiente tasa de crecimiento de la población para los continentes y regiones seleccionadas en el cuadro anterior. En el periodo 1980-1984, la tasa de crecimiento de la población mundial fue de 1.7%. Sin embargo, hay una clara

CUADRO 1 Población total por continentes y regiones 1984

	Habitantes (Millones)	Porcentaje
Africa	532	11.2
Asia	2 785	58.4
Europa	491	10.3
Latinoamérica	398	8.4
Norteamérica	262	5.5
Oceania	24	0.5
Otros	274	5.1
Regiones más desarrolladas	1 166	24.5
Regiones menos desarrolladas	3 600	75.5
Total mundial	4 766	100

Fuente: U.S. Bureau of the Census, Statistical Abstract of The United States, 1985, Washington, D.C., p. 838.

diferencia entre el crecimiento poblacional de las regiones más desarrolladas — con un promedio de apenas 0.7% — y las menos desarrolladas, que crecen al vertiginoso ritmo de 2.1%.

Africa con una tasa de 3.0%, es el continente donde se presenta la más alta tasa de crecimiento de la población, y después le siguen los países latinoamericanos considerados en conjunto con un 2.3%. Las cifras contrastan con las bajas tasas de crecimiento poblacional en Europa (0.3%), Unión Soviética (0.9%) y Norteamérica (1.0%) (Cuadros 3 y 4).

Actualmente existen casi 5 mil millones de personas en el mundo. De seguir las tendencias actuales habrá cerca de seis mil doscientos millones al inicio del siglo XXI; y veinticinco años más tarde, la

CUADRO 2 Tasa de crecimiento de la población por continentes y regiones

	1970-1975	1975-1980	1980-1984
Africa	2.7	2.9	3.0
Asia	2.2	1.9	1.8
Europa	0.6	0.4	0.3
Latinoamérica	2.5	2.3	2.3
Norteamérica	1.1	1.1	1.0
Oceania	1.9	1.3	1.5
Unión Soviética	0.9	0.9	0.9
Tasa mundial	1.9	1.7	1.7

Fuente: U.S. Bureau of the Census, Statistical Abstract of The United States, 1985, Washington, D.C., p. 838.

CUADRO 3 Características y proyecciones de la población mundial

	Unidad	1980	1985	1990	1995	2000
Población Mundial	Millones	4 451	4 846	5 263	5 712	6 169
Menor de 5 años	porcentaje	12.2	11.8	11.4	11.1	10.8
5 a 14 años	porcentaje	23.4	21.9	20.6	20.0	19.6
15 a 64 años	porcentaje	58.6	60.6	62.1	62.5	63.0
65 o más años	porcentaje	5.8	5.7	5.9	6.3	6.6
Edad Promedio	años	22.4	23.3	24.2	25.3	26.4
Regiones más desarrolladas	millones	1 136	1 174	1 208	1 230	1 263
	porcentaje	25.5	24.2	23.0	21.7	20.5
Regiones menos desarrolladas	millones	3 315	3 672	4 055	4 474	4 906
	porcentaje	74.5	75.8	77.0	78.3	79.5

Fuente: U.S. Bureau of the Census, Statistical Abstract of The United States, 1985, Washington, D.C., p. 838.

población será de más de ocho mil millones de seres humanos. En los próximos cuarenta o cincuenta años la población mundial puede duplicarse.

En la medida en que la población mundial aumenta, la concentración es mayor en las regiones en vías de desarrollo: en 1960,

CUADRO 4 Población de regiones más desarrolladas y menos desarrolladas

	Unidad	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000
Población mundial	millones	3 035	3 341	3 703	4 082	4 451	4 846	5 263	5 712	6 169
Regiones más desarrolladas	millones	945	1 002	1 049	1 096	1 136	1 174	1 208	1 238	1 263
	porcentaje	31.1	30.0	28.3	26.8	25.5	24.2	23.0	21.7	20.5
Regiones menos desarrolladas	millones	2 090	2 340	2 655	2 987	3 315	3 672	4 055	4 474	4 906
	porcentaje	68.9	70.0	71.7	73.2	74.5	75.8	77.0	78.3	79.5

Fuente: U.S. Bureau of the Census, Statistical Abstract of The United States, 1985, Washington, D.C., p. 838.

el 68.9% de los habitantes del planeta vivían en las regiones menos desarrolladas; en 1985, la cifra aumentó al 75.8%, y, de continuar las tendencias actuales, en el año 2000 el 80% de los seres humanos habitarán en estas regiones.

3

La población: elemento fundamental en la planeación a largo plazo

A la luz de las estadísticas señaladas, es patente el desequilibrio poblacional que enfrentará el mundo: una escasez paulatina de personas jóvenes en los países desarrollados, y una sobreabundancia en los países en vías de desarrollo. Podemos afirmar que el elemento más importante en la planeación a largo plazo, tanto de gobiernos como de empresas, es el análisis de la dinámica de la población, así como las expectativas de la misma. De hecho, la fuerza laboral que trabajará en la planta industrial del año 2000 ya nació; y realizando un análisis a nivel mundial, podemos determinar con precisión la disponibilidad y oferta de mano de obra por país para los próximos años. asimismo, si analizamos el grado de desarrollo industrial de los países, podremos predeterminar las expectativas de la población.

Todos los países desarrollados enfrentan drásticos desplazamientos en la magnitud de su población, en la pirámide poblacional, en la estructura educacional y en la composición de su fuerza de trabajo, como resultado de la severa disminución en la tasa de crecimiento de la población que afectó a todos los países desarrollados a fines de la década de los sesentas, completamente diferente al "auge de nacimientos" que habían gozado a partir del fin de la Segunda Guerra Mundial (3).

Estos cambios poblacionales crearán nuevas oportunidades —sobre todo para los países en vías de desarrollo—, nuevos mercados, nuevos modelos de integración económica y la necesidad de cambios en las políticas económicas y sociales. Se cuestionarán los sistemas de jubilación y se hablará mucho de la incorporación creciente de las mujeres en el mercado de trabajo. Habrá cambios conceptuales en el comercio internacional, reemplazándose en gran parte el intercambio de bienes terminados por una produc-

ción compartida en la que intervienen muchas naciones para producir y comercializar un tipo de producto. Los países en vías de desarrollo tendrán la necesidad predominante de generar empleos para una masa de trabajadores jóvenes (4).

Concentración de la población mundial

El análisis de las cifras de población nos muestra también que solamente 33 países, entre 170 existentes, se consideran desarrollados, los restantes se encuentran en vías de desarrollo, lo cual nos indica que en la mayoría del planeta se vive en atraso económico.

Es de suma importancia observar que de los 170 países del planeta, sólo 20 poseen una población mayor de cincuenta millones de habitantes; y en estos 20 países —aproximadamente el 50% del área total del globo terrestre— se agrupa el 75% de la población mundial (Cuadro 5). De este conjunto de países, siete son desarrollados: Alemania Occidental, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón, Reino Unido y la Unión Soviética; representando al 18% de la población mundial. Los trece restantes comprenden el 57% de los habitantes del planeta, y son países en vías de desarrollo: Bangladesh, Brasil, China, Egipto, Filipinas, India, Indonesia, México, Nigeria, Pakistán, Tailandia, Turquía y Vietnam. Si persisten las tendencias actuales hasta los inicios del siglo XXI, el futuro político, económico y social de estos veinte países determinará prácticamente el futuro de la humanidad (Cuadros 5, 6, 7 y 8).

Cuando el análisis de las tasas de crecimiento de población se realizan país por país, aparecen casos contrastantes y dramáticos: como el de Alemania, con un crecimiento negativo, el de Gran Bretaña, con un crecimiento nulo, y el de Italia y Francia, con crecimientos del 0.2 y 0.5%, respectivamente. Por otro lado, en los países en vías de desarrollo se observa una tendencia hacia la disminución en las tasas de crecimiento de la población. Sin embargo, casos como el de Nigeria, con un crecimiento del 3.4%, y el de Pakistán, con un 3.1%, contravienen esta tendencia.

El desigual crecimiento de la población en cada país provoca cambios desproporcionados en el tipo de estructura demográfica por edades. En Alemania Occidental, por ejemplo, ya desde 1978

CUADRO 5 Población y extensión territorial de países seleccionados

	Población ⁽¹⁾	%	Extensión ⁽²⁾	%
Total mundial	4 766 324	100	135.8	100
Alemania Occidental	61 387	1.3	0.2	0.1
Estados Unidos	236 690	5.0	9.4	6.9
Francia	54 872	1.2	0.5	0.4
Italia	56 998	1.2	0.3	0.2
Japón	119 996	2.5	0.4	0.3
Reino Unido	56 023	1.2	0.2	0.1
Unión Soviética	275 093	5.8	22.4	16.5
		<u>18.2</u>		<u>24.5</u>
Bangladesh	99 585	2.1	0.1	0.1
Brasil	134 340	2.8	8.5	6.3
China	1 031 563	21.6	9.6	7.1
Egipto	47 049	1.0	1.0	0.7
Filipinas	55 528	1.2	0.3	0.2
India	746 388	15.7	3.3	2.4
Indonesia	169 442	3.6	1.9	1.4
México	77 659	1.6	2.0	1.5
Nigeria	88 148	1.8	0.9	0.7
Pakistán	96 628	2.0	0.8	0.6
Thailandia	51 724	1.1	0.5	0.4
Turquía	50 207	1.1	0.8	0.6
Vietnam	59 030	1.2	0.3	0.2
		<u>56.8</u>		<u>22.22</u>
		<u>75.0</u>		<u>46.7</u>

⁽¹⁾ Millones de habitantes en 1984.

⁽²⁾ Millones de kilómetros cuadrados

Fuente: U.S. Bureau of the Census, Statistical Abstract of The United States, 1985, Washington, D.C., pp. 839 y 841.

sólo el 20% de la población era menor de 15 años, mientras que en Bangladesh, Brasil o México se ha registrado hasta un 46% de población menor a los 15 años. Estos porcentajes disímiles en las pirámides poblacionales de los países desarrollados, frente a los otros en vías de desarrollo, cambiarán radicalmente el esquema económico internacional durante los siguientes años (Cuadro 9).

De acuerdo con las cifras de 1984, los siete países industrializados con más de 50 millones de habitantes representan el 18.2% de

CUADRO 6 Proyecciones de la población

	1990		2000	
	Habitantes (millones)	%	Habitantes (millones)	%
Total mundial	5 248.5	100	6 127.1	100
Alemania Occidental	60.7	1.2	59.8	1.0
Estados Unidos	249.0	4.7	268.1	4.4
Francia	55.4	1.1	57.1	0.9
Italia	57.4	1.1	58.2	0.9
Japón	122.7	2.3	127.7	2.1
Reino Unido	55.8	1.1	56.2	0.9
Unión Soviética	291.3	5.6	314.8	5.1
		<u>17.1</u>		<u>15.3</u>
Bangladesh	115.2	2.2	145.8	2.4
Brasil	150.4	2.9	175.5	2.9
China	1 119.6	21.3	1 255.7	20.5
Egipto	52.7	1.0	65.2	1.1
Filipinas	61.4	1.2	74.8	1.2
India	831.9	15.9	961.5	15.7
Indonesia	178.4	3.4	204.5	3.3
México	89.0	1.7	109.2	1.8
Nigeria	113.3	2.2	161.9	2.6
Pakistán	56.2	1.1	66.1	1.1
Turquía	56.0	1.1	68.5	1.1
Vietnam	65.4	1.2	78.1	1.3
		<u>57.4</u>		<u>57.3</u>
		<u>74.5</u>		<u>72.6</u>

Fuente: U.S. Bureau of the Census, Statistical Abstract of The United States, 1985, Washington, D.C., p. 847.

la población; porcentaje que para 1990 y el año 2000 se prevé que disminuya al 17.9% y 15.3%, respectivamente. Por otro lado, los trece países en vías de desarrollo con más de 50 millones de habitantes representaron el 56.8% de la población en 1984, y se calcula que representarán el 57.4% en 1990, y el 57.3% en el año 2000.

En la exposición de nuestra tesis partimos de la base de que la demanda de productos y servicios de estos veinte países marcará los requerimientos mundiales en los campos de la producción agrícola, industrial y de servicios para el futuro próximo, mientras que el

CUADRO 7 Proyecciones de la población (en millones de habitantes)

	1984	1990	2000	2025
Total mundial	4 766.3	5 248.5	6 127.1	8 177.1
Alemania Occidental	61.4	60.7	59.8	53.8
Estados Unidos	238.7	248.0	268.1	312.7
Francia	54.9	55.4	57.1	58.5
Italia	57.0	57.4	58.2	56.9
Japón	120.0	122.7	127.7	127.6
Reino Unido	56.0	55.8	56.2	56.4
Unión Soviética	275.1	291.3	314.8	367.1
Bangladesh	99.6	115.2	145.8	219.4
Brasil	134.3	150.4	179.5	245.8
China	1 031.6	1 119.6	1 255.7	1 460.1
Egipto	47.0	52.7	65.2	97.4
Filipinas	55.5	61.4	74.8	102.3
India	746.4	831.9	961.5	1 188.5
Indonesia	169.4	178.4	204.5	255.3
México	77.7	89.0	109.2	154.1
Nigeria	88.1	113.3	161.9	338.1
Pakistán	96.6	113.3	142.6	212.8
Thailandia	51.7	56.2	66.1	86.3
Turquía	50.2	56.0	68.5	99.3
Vietnam	59.0	65.4	78.1	105.1

CUADRO 8 Tasa de crecimiento de la población 1980-1984

Alemania Occidental	-0.1
Estados Unidos	1.0
Francia	0.5
Italia	0.2
Japón	0.7
Reino Unido	0.1
Unión Soviética	0.9
Bangladesh	2.8
Brasil	2.3
China	1.2
Egipto	2.8
Filipinas	2.4
India	2.1
Indonesia	2.2
México	2.6
Nigeria	3.4
Pakistán	3.1
Thailandia	2.0
Turquía	2.2
Vietnam	2.4

Fuente: U.S. Bureau of the Census, Statistical Abstract of The United States, 1985. Washington, D.C., pp. 839, 840, 841 y 842.

CUADRO 9 Porcentaje de la población menor de 15 años

	Año	Porcentaje
Alemania Occidental	1978	20
Estados Unidos	1980	32
Francia	1980	22
Italia	1980	22
Japón	1980	24
Reino Unido	1978	22
Unión Soviética	1979	24
Bangladesh	1974	46
Brasil	1970	44
China	1953	36
Egipto	1976	40
Filipinas	1975	44
India	1971	41
Indonesia	1976	43
México	1976	46
Nigeria	1953	44
Pakistán	1975	44
Thailandia	1975	40
Vietnam	—	—

Fuente: U.S. Bureau of the Census, Statistical Abstract of The United States, 1985. Washington, D.C., p. 861.

manejo político, económico y social en cada uno de ellos y entre sí determinará los esquemas de convivencia humana. En este sentido, políticas proteccionistas o unilaterales, carteles de producción con una visión parcial y la falta de una auténtica cooperación podrían causar una gran inestabilidad. Por el contrario, la existencia de una filosofía de cooperación y subsidiariedad podrá llevar al mundo actual a niveles mucho mayores de progreso y bienestar.

En este contexto, los agentes económicos deberán actuar, obligadamente, con la máxima efectividad para satisfacer las crecientes demandas de la población y superar los niveles actuales de atraso económico. El mundo necesitará más que nunca al innovador, al dirigente que sea capaz de utilizar óptimamente los recursos y detonar el crecimiento económico. Como se señaló antes, la cooperación y el comercio internacional jugarán un papel importante dentro de la estrategia económica internacional.

Producto per cápita

Si analizamos el producto *per cápita* y su crecimiento promedio anual en cada uno de los veinte países seleccionados, con población mayor a cincuenta millones de habitantes, y de otros países que presentan un interés especial por sus recientes progresos, podremos apreciar, aunque vagamente, el grado de avance y bienestar de sus habitantes (Cuadro 10).

En general, los países desarrollados presentan un PNB *per cápita* elevado — exceptuando a la Unión Soviética, que sólo alcanza un nivel medio —. Sin embargo, excluyendo el caso de Japón, el incremento promedio anual de los industrializados es bajo para el periodo 1965-1983, sobre todo si lo comparamos con los elevados niveles que recientemente han alcanzado los países del Sureste Asiático, que sin duda representan los mayores éxitos económicos en las últimas décadas.

Entre los países en vías de desarrollo con más de 50 millones de habitantes, en el año de 1983, México tenía el producto *per cápita* más elevado, y es el único, además de Brasil, con un nivel de ingreso intermedio, superando notoriamente al resto del grupo, que incluye a algunos de los países con las tasas de producto *per cápita* más bajo del mundo, como Bangladesh y la India.

China, por su parte, tiene un producto *per cápita* también muy bajo, pero junto con Indonesia, Brasil y Tailandia representa una de las tasas anuales de crecimiento promedio más altas para los años 1960-1983, superando a México y Nigeria.

Podemos ver que, dentro de los trece países en vías de desarrollo con población mayor a los cincuenta millones de habitantes, se destacan tres de ellos con amplias posibilidades de industrializarse en los próximos años: México, Brasil y China. La gran interrogante es que si China continúa su proceso de occidentalización e incorporación a la economía internacional, pudiera llegar a convertirse en el motor mismo del crecimiento económico del mundo en los próximos años.

Densidad de población

La densidad de población de los veinte países que están bajo nuestro análisis es muy dispar y ofrece un interesante panorama

CUADRO 10 PNB per cápita

	Dólares 1982	Dólares 1983	Crecimiento porcentual 1965-1983 ⁽¹⁾
Alemania Occidental	12 460	11 430	2.8
Estados Unidos	12 160	14 110	1.7
Francia	11 680	10 500	3.1
Italia	6 840	6 400	2.8
Japón	10 080	10 120	4.8
Reino Unido	9 660	9 200	1.7
Unión Soviética	—	5 000 ⁽²⁾	—
Bangladesh	140	130	0.5
Brasil	2 240	1 880	5.0
China	310	300	4.4
Egipto	690	700	4.2
Filipinas	820	760	2.9
India	260	260	1.5
Indonesia	580	560	5.0
México	2 270	2 240	3.2
Nigeria	860	770	3.2
Pakistán	380	390	2.5
Tailandia	790	820	4.3
Turquía	1 370	1 240	3.0
Vietnam	—	—	—
Corea	1 910	2 020	6.7
Taiwan	—	2 650 ⁽²⁾	—
Hong-Kong	5 340	6 000	6.2
Singapur	5 910	6 620	7.8
Libia	8 510	8 480	-0.9
Arabia Saudita	16 900	12 230	6.7
Kuwait	19 370	17 880	0.2
Emiratos Arabes Unidos	28 770	22 870	—

(1) Tasa de incremento promedio anual real.

(2) Estimado con base en datos de años anteriores.

() No disponible.

Fuente: Boletín de Economía Internacional, Banco de México, Vol. XII, Núm. 21, abril-junio, México, 1986, P. 861.

para una reflexión importante. Comúnmente, la densidad de población es mayor en las regiones desarrolladas, como Alemania Occidental, Japón y Reino Unido, mientras que en regiones como India y China, ambas con un grave atraso económico, la densidad de habitantes disminuye. Este fenómeno contradice de alguna manera la hipótesis de que la elevada concentración poblacional causa el subdesarrollo.

Para tener una idea más gráfica de lo poblado que está el planeta, imaginemos que la población mundial de 4,846 millones de habitantes en 1985 se ubicara en el territorio mexicano, que cuenta con poco menos de dos millones de kilómetros cuadrados (1,972,547 km²). resultaría una densidad aproximada de 2,500 habitantes por kilómetro cuadrado, cifra inferior a la densidad de población en Singapur, que en la actualidad cuenta aproximadamente con 4,050 habitantes por kilómetro cuadrado, y un ingreso *per cápita* del orden de 6,600 dólares anuales, situando a este país por arriba de cualquier otro de América Latina, Asia, África y algunos de Europa Oriental; equiparándolo con Italia o Irlanda. La comparación se puede hacer más dramática si consideramos que Singapur prácticamente no cuenta con recursos naturales. La conclusión natural a partir de estos datos sería que la sobrepoblación no es la causa de la pobreza en muchos países en vías de desarrollo, y que son las políticas económicas que en ellos se practican los elementos que influyen en el atraso (Cuadro 11).

Hay todo tipo de ingresos —altos, bajos y medianos— entre las naciones que tienen una elevada densidad de población. Etiopía tiene casi el mismo número de habitantes por kilómetro cuadrado que los Estados Unidos (25 y 27, respectivamente), pero con una diferencia sustancial en sus ingresos *per cápita* en 1983 (120 dólares la primera, y 14,110 dólares la segunda).

La pobreza de los países parece estar ligada más a las inadecuadas políticas de industrialización que a la densidad poblacional. Singapur tiene más de 4,000 habitantes por kilómetro cuadrado y sus ingresos por habitante son cincuenta veces superiores a los de Etiopía. El próspero Japón tiene una densidad de población superior en casi el triple a la de China, sin embargo, su ingreso *per cápita* se multiplica por más de 30.

CUADRO 11 Densidad de población

	Población (millones de habitantes en 1984)	Extensión (millones de km ²)	Densidad (habitantes por km ²)	PNB per cápita 1983
Mundial	4 766.3	135.8		
Alemania Occidental	61.4	0.2	307	11 430
Estados Unidos	236.7	9.4	25	14 116
Francia	54.9	0.5	110	10 500
Italia	57.0	0.3	190	6 400
Japón	120.0	0.4	300	10 120
Reino Unido	56.0	0.2	280	9 200
Unión Soviética	275.1	22.4	12	4 580 ⁽¹⁾
Bangladesh	99.6	0.1	996	130
Brasil	134.3	8.5	16	1 880
China	1 031.6	9.6	107	300
Egipto	47.0	1.0	47	700
Filipinas	55.5	0.3	185	760
India	748.4	3.3	228	260
Indonesia	169.4	1.9	89	560
México	77.7	2.0	39	2 240
Nigeria	88.1	0.9	98	770
Pakistán	96.6	0.8	121	390
Tailandia	51.7	0.5	103	820
Turquía	50.2	0.8	63	1 240
Vietnam	59.0	0.3	197	
Argentina	30.2	2.8	11	2 070
Bolivia	6.0	1.1	5	—
Perú	19.0	1.3	15	—
Uruguay	2.9	0.2	15	2 490
Venezuela	17.3	0.9	19	3 840
Austria	7.5	0.8	94	9 250
España	38.4	0.5	77	4 780
Finlandia	4.9	0.3	16	10 440
Holanda	16.4	0.04	160	9 910
Polonia	11.3	0.3	123	3 900 ⁽¹⁾
Costa de Marfil	5.7	0.3	32	720
Etiopía	32.3	1.2	27	120
Kenia	19.4	0.6	32	340
Mauritania	1.6	1.0	2	440
Togo	2.9	0.05	58	280
Zaire	32.1	2.3	14	170

CUADRO 11 (Continuación)

Afganistán	14.4	0.6	24	708
Arabia Saudita	10.8	2.1	5	12 230
Corea del Sur	42.0	0.1	420	2 010
Hong-Kong	5.4	1 055 ⁽²⁾	5 400	6 000
Mongolia	1.9	1.6	1	—
Malasia	15.3	0.3	511	1 870
Singapur	2.5	618 ⁽²⁾	4 045	6 620
Taiwan	19.1	0.03	637	2 500 ⁽¹⁾

(1) En 1980.

(2) En kilómetros cuadrados.

Fuentes: Boletín de Economía Internacional. Banco de México. Vol. XII, abril-junio, 1986. Ed. América, S.A. México, p. 81. U.S. Bureau of the Census, Statistical Abstract of The United States, 1985. Washington, D.C., pp. 839-841.

En contra de lo anterior habría quienes podrían argumentar que lo importante a considerar no es la extensión del país, sino la tierra cultivable, ya que los desiertos y montañas poseen poca importancia económica. Pero es indudable que los desiertos de Kuwait y Arabia Saudita contienen el petróleo que suscitó la economía sobresaliente de estas naciones en las últimas décadas. Sin embargo, esto no cambiaría la conclusión fundamental, aunque nos fijáramos sólo en las tierras labrantías. Japón, por ejemplo, tiene menos tierras *per cápita* que la India; y Etiopía, muchas más que Gran Bretaña (5); Kuwait, país rico por sus enormes recursos energéticos, adolece, sin embargo, de una estructura social que difícilmente le permitirá llegar a ser un país desarrollado. El desarrollo, por consecuencia, parece ser más un acervo cultural y humano, de política económica e industrial, totalmente independiente de la riqueza natural de los países.

A pesar de que un país pueda estar densamente poblado, el instrumentar una correcta política económica lleva a los ciudadanos a elevar sostenidamente su nivel de vida. Lo mismo puede decirse acerca de los recursos naturales de una nación; Japón es quizá el caso más significativo: no tiene petróleo e importa la mayoría de los recursos naturales necesarios para su producción industrial, y, sin embargo, ha llegado a convertirse en una potencia económica que hoy rivaliza con los Estados Unidos. La India, en cambio, que en

1947 — al igual que los japoneses — iniciara una nueva etapa como nación independiente, contando con gran cantidad de recursos naturales y teniendo menor densidad de población, ha instrumentado políticas poco encaminadas a la industrialización que la han llevado a sufrir grandes carencias, teniendo un ingreso *per cápita* 38 veces menor al japonés (6).²

Es claro que una mayor población hace necesaria una mayor producción para que los niveles de vida se mantengan, pero es cuestionable que el aumento poblacional sea causa del atraso económico de los países en vías de desarrollo. La causa podría encontrarse más bien en las directrices de las políticas económicas ejercidas en dichos países. En muchas naciones del tercer mundo no se estimula el uso de maquinaria agrícola moderna, como tractores y cosechadoras, debido a la dudosa creencia de que se incrementará el desempleo. En otras, se ha llevado a cabo una reforma agraria que inhibe la racionalidad de la producción, generando severas deficiencias alimentarias (7).

Gran parte de las políticas gubernamentales instrumentadas en los países en vías de desarrollo confunden el interés nacional con el orgullo nacional. Tal equívoco se manifiesta gravemente en el problema primordial de la creación de empleos, cuando se toman decisiones como la prohibición total a la inversión extranjera, en aras de preservar una pretendida dignidad nacional, contradiciendo el objetivo nacional de primer orden de poder ofrecer a cada uno de los ciudadanos una fórmula digna de colaborar en la sociedad a través de su desempeño en fuentes productivas de trabajo.

En el mismo orden de desajustes, el exceso de reglamentación laboral en muchos de estos países ahuyenta la creación de empleos, pues encontramos la paradójica situación de países, con un costo de mano de obra relativamente bajo, pero incapaces de exportar productos intensivos en mano de obra. Es más crítico aún el caso de industrias locales que ante la excesiva legislación prefieren procesos intensivos en capital para evitar conflictos laborales.

Efectos de la nueva dinámica poblacional

A la luz de la estadística que hemos comentado de manera sucinta, se observa que los cambios en la estructura demográfica del

mundo afectan, por añadidura, a la fuerza laboral de los países: de 1960 a 1980, el número de personas con edades entre 20 y 40 años se incrementó seis veces más en las naciones en vías de desarrollo que en las desarrolladas — 360 millones de personas contra 60 millones —; pero de 1980 al año 2000, el incremento será 31 veces mayor, es decir, aproximadamente 630 millones de jóvenes adultos se habrán incorporado a la fuerza de trabajo en los países en vías de desarrollo, mientras que en las naciones industrializadas únicamente habrá un incremento de 20 millones de trabajadores jóvenes (8).

Por primera vez en la historia se presenta la oportunidad a los países en vías de desarrollo de aprovechar los cambios en la estructura de la población para su beneficio. El bajo crecimiento de la población en los países industrializados, en general, e incluso el decremento de ella en algunos, como Alemania Occidental e Inglaterra, marca la pauta para suponer un futuro requerimiento importante de mano de obra por parte de éstos a los países en vías de desarrollo.

Si bien es cierto que en la generación anterior, la población abundante de países menos desarrollados no fue un elemento tan estratégico para el desarrollo, en la actualidad las cosas han cambiado. Los países en vías de desarrollo con mayor estabilidad social y política, con razonable planta industrial, con poco analfabetismo y, principalmente, con una población numerosa, tienen la posibilidad de convertirse rápidamente en países desarrollados, debido al gran vacío poblacional de los países desarrollados y de abastecer el requerimiento de mano de obra de éstos, resolviendo su propio problema de desempleo.

Este fenómeno representa al mismo tiempo una amenaza y una ventaja: aquellos países que sean capaces de conocer y determinar las fuerzas y las debilidades en su estructura poblacional habrán detectado el problema y apuntarán soluciones para resolverlo. Desgraciadamente, parece que esta problemática no es evidente para la mayoría de las empresas y los gobiernos, si acaso lo es, aún interesa más resolver los problemas de corto plazo contra el planteamiento definitivo de soluciones a mediano y largo plazos.

Tal vez la rápida inestabilidad de la estructura poblacional será la causa más determinante de los problemas económicos, sociales y políticos al finalizar el presente siglo.

En general, los economistas, los empresarios y los gobernantes, aunque siempre han sabido que la población es importante, normalmente no le prestaban demasiada atención, ya que los cambios demográficos ocurrían a lo largo de decenas de años. Sin embargo, desde los años cincuenta, las variaciones poblacionales se han tornado rápidas, radicales y contradictorias.

En los países desarrollados del mundo libre hubo un auge de nacimientos (baby-boom) después de la Segunda Guerra Mundial, fenómeno sin precedentes, explicable sólo por la euforia postbélica y la prosperidad creciente que vivieron estos países, e incluso los derrotados en la contienda. En Estados Unidos nacieron cerca de sesenta millones de personas desde finales de los años cuarenta. Japón vivió un fenómeno similar al iniciar la década de los cincuenta y, por último, Alemania a mediados de esa década (9).

Sin embargo, en las décadas siguientes, uno tras otro de los países desarrollados del mundo libre experimentaron paulatinamente una disminución en los nacimientos, también sin precedentes en la historia moderna. Comenzó en Japón a fines de la década de los cincuenta, alcanzó a Estados Unidos en los sesenta y, finalmente, llegó a Alemania a fines de esa década. En los países desarrollados, el número de nacimientos disminuyó en un porcentaje del 25 al 30%. Desde entonces ha permanecido bajo ese nivel.

En los países desarrollados es inminente la escasez de personas jóvenes para trabajos intensivos en mano de obra en las actividades industriales; en ninguno de esos lugares habrá oferta suficiente de personas disponibles para ocuparse en manufacturas (10).

La estructura poblacional de los países industrializados, con sus bajas tasas de natalidad, obligará a replantear los sistemas actuales de seguridad social, el retiro a una edad fija y la participación femenina en el mercado de trabajo. Además, estos países han vivido un drástico cambio educacional: los jóvenes permanecen en la escuela más años que las generaciones anteriores, con la expectativa de trabajar como personal calificado y en cargos gerenciales o de alto nivel. No están preparados técnica ni mentalmente para los trabajos intensivos en mano de obra en ramos industriales tradicionales, como el calzado, la fundición o en labores de ensamble, donde habrá una necesidad apremiante. Esta situación representa un cambio importante en las expectativas de dichos núcleos pobla-

cionales, que a su vez genera oportunidades para los países con menos industria.

De esta manera, no solamente hay que considerar la escasez de personas jóvenes para los trabajos tradicionales en las actividades de la industria, sino su actitud y expectativas. Aun con sueldos elevados, no habrá quienes estén preparados ni dispuestos a realizar dichas tareas. Ofrecerle, por ejemplo, a un estudiante norteamericano un puesto de trabajo en una línea de ensamble en la industria resulta inaceptable, ya que prefiere trabajar en empresas de servicio.

Los países en desarrollo, como se mencionó, enfrentan características demográficas diametralmente opuestas a las regiones desarrolladas: presentan altas tasas de natalidad y un drástico decremento de la mortalidad infantil. El problema de estos países será el de generar empleos para la gran masa de población que se incorpora al mercado de trabajo. Si estos países aprovechan el desequilibrio poblacional de los industrializados para atraer hacia sus fronteras a un conjunto de ramos industriales intensivos en mano de obra que, al menos a la luz de la tecnología actual, no es posible robotizar —y aun aquellos campos o sectores de la producción en donde tecnológicamente sea posible la robotización— muchos de los países en desarrollo podrían ofrecer una mano de obra capaz y, al mismo tiempo, económicamente rentable, considerando sobre todo las fuertes inversiones en capital que se requieren en el campo de la robótica. Especialmente los países en vías de desarrollo que cuenten con una mano de obra medianamente calificada gozarán la oportunidad de llenar el hueco laboral de las naciones desarrolladas.

En la industria automotriz, por ejemplo, un obrero norteamericano gana más de veinticinco dólares la hora y está representado por fuertes sindicatos, cuyo único objetivo se ha centrado en incrementar el ingreso por hora; de manera que la dirección de las empresas automotrices americanas ha optado por la solución fácil de incrementar los sueldos con tal de no interrumpir la producción. Frente a esta situación, los países con mano de obra abundante medianamente capaz podrán competir con ventaja contra las fuertes inversiones de capital de los procesos altamente automatizados.

Podemos pronosticar que en los países industrializados se presentarán cada vez más problemas de elevados costos, carencia de personas jóvenes para realizar trabajos industriales, y también un problema de actitud y de expectativas personales que obligarán —y ya están obligando— a las empresas industriales tradicionales a ubicarse fuera de los países desarrollados.

Presencia femenina en el mercado laboral

Desde los años cuarenta, las estadísticas oficiales de desempleo en los países desarrollados haban por sentado sin discusión que una persona empleada era un hombre adulto, un jefe de familia que se mantenía trabajando a tiempo completo. En esa época, muchas mujeres trabajaban en el hogar, esposas de campesinos o de tenderos, mientras que otras mujeres, jóvenes solteras, se contrataban en la industria con la seguridad de que posteriormente encontrarían un esposo, formarían una familia y dejarían el puesto de trabajo en forma definitiva.

Aún actualmente, en los países desarrollados, los jefes de familia adultos y varones absorben la mayoría de las horas trabajadas; sin embargo, como número de personas, han disminuido. Por ejemplo, en los Estados Unidos no representaban en 1980 más de las dos quintas partes de las personas que trabajaban, las tres quintas partes restantes son personas que apenas hace unos años no se les consideraba ni se contabilizaban en la fuerza laboral: estudiantes de secundaria, bachillerato o universidad, normalmente disponibles para trabajos de tiempo parcial; personas mayores después de la edad de retiro, que trabajan de tiempo completo o parcial y, sobre todo, mujeres que se incorporan en forma permanente en la fuerza de trabajo, por lo menos como trabajadoras de tiempo parcial. Esta es una constante en los países desarrollados, donde la fuerza de trabajo se ha tornado heterogénea y fragmentada. Es probable que, en su mayoría, las horas aún las trabajen jefes de familia, hombres adultos que se consideran empleados de tiempo completo con una tarea permanente y bien remunerada. En cuanto al número de empleados serán otros quienes predominarán en todos los países industrializados; nos referimos básicamente a mujeres, sean solteras o casadas (1).

Si analizamos el caso de los Estados Unidos, vemos que en los últimos 10 años se han creado 20 millones de puestos de trabajo; y de ellos las mujeres han ocupado las dos terceras partes. Para algunos expertos ésta es la razón que explicaría que este país haya salido mejor librado que otros de los *shocks* económicos de los setentas. Además, las mujeres han presionado fuertemente para lograr prestaciones y salarios iguales a los hombres, buscando que la brecha que aún existe actualmente se angoste. Desde 1980, los salarios de las mujeres han aumentado 64%, contra 60% de los varones, y se espera que esta tendencia continúe por lo menos durante el resto del siglo (12).

La diferencia entre salarios de hombres y mujeres estadounidenses podría explicarse porque éstas tenían menor preparación y experiencia. Sin embargo, los niveles educativos de las mujeres se van elevando constantemente: en 1983, 86% de las trabajadoras femeninas, entre los 20 y 24 años de edad, habían terminado la universidad; mientras que sólo el 55% de ellas, que contaban entre 55 y 64 años, tenían ese mismo grado de estudios (13).

El gran número de mujeres en la fuerza de trabajo se ha registrado principalmente en el sector servicios, donde las mujeres ocupan el 60% de los empleos en el país vecino (14). El dato que aquí merece anotarse es que mientras las mujeres han permanecido más años en la escuela y han ocupado más puestos de trabajo, la tasa de natalidad ha venido decreciendo constantemente y, por ende, la oferta de trabajo en todo el país.

La participación femenina dentro del mercado laboral en los Estados Unidos (del 53.7%) excede a la de casi todos los otros países industriales —únicamente en Suecia es mayor, país que también se caracteriza por su baja natalidad (15).

En la Unión Americana había en 1983 doce veces más mujeres contadoras que en 1972, y seis veces más analistas de sistemas computacionales, alcanzando ya un porcentaje de mujeres de 38 y 27%, respectivamente, en esas profesiones. Comparando datos del periodo 1972-1982, el porcentaje de mujeres gerentes ascendió de 17.6 a 28%; de mineras, del 0.7 al 1.4%; policías, del 2.6 al 6.7%; abogadas y jueces, del 4.0 a 15.5%; y el porcentaje de profesoras subió del 28 a 35.4%. Las mujeres han invadido campos antes ocupados exclusivamente por los hombres, como los de juez e incluso

los de astronauta; y han ganado terreno en muchas otras profesiones, como en la política, donde a pesar de la derrota de Geraldine Ferraro el desánimo no ha cundido, y actualmente hay 43 damas ocupando puestos de elección popular, incluyendo gobernadores en Kentucky y Vermont, y senadores en Florida y Kansas (16).

La mujer europea en el mercado laboral

La situación de la mujer europea es muy similar a la norteamericana. En Francia, muchas mujeres han llegado al nivel alto que solía ser considerado como dominio exclusivo del hombre, ahora se ha establecido una nueva legislación más estricta respecto a la igualdad en el trabajo de hombres y mujeres. Actualmente, los únicos empleos en los cuales se puede especificar el sexo del solicitante son aquéllos donde éste es esencial para su desempeño, como los de modelos y actores. Las oportunidades de capacitación para mujeres jóvenes, aunque siguen siendo más escasas que para muchachos, se han incrementado en gran medida. Se ha mejorado al Ministerio Francés de los derechos de la mujer, que cada vez adquiere más importancia, otorgándole un presupuesto propio (17).

Durante la década de los setentas se derrumbó un bastión masculino tras otro. Hoy en día, hay mujeres que se desempeñan incluso como pilotos en las líneas comerciales de aviación, o como árbitros de rugby, embajadoras, presidentes bancarios, directoras de empresas, generales del ejército, ministros del gabinete, jefes policíacos y procuradores de justicia. En la actualidad, las mujeres de Francia constituyen casi la mitad del total de la fuerza de trabajo, aunque predominan en empleos no especializados y con un sueldo menor en relación a los hombres.

Las Fuerzas Armadas Francesas empezaron a aceptar mujeres desde hace trece años, abriendo sus puertas a las mujeres prácticamente en todas sus unidades, excepto las divisiones de combate. Igualmente, la Fuerza Aérea ha entrenado mujeres como pilotos desde 1972, aunque todavía no como pilotos de combate; y la marina ha llevado mujeres en sus barcos de guerra en forma experimental desde 1985.

El progreso femenino en la política ha sido más lento, si consideramos el número de mujeres en el parlamento francés: 28 de 491

diputaciones y 10 de 37 senadores. No obstante, en el poder ejecutivo hay seis mujeres de 42 ministros, tres de ellas se cuentan entre los 16 más importantes (18).

Giscard D'Estaing fue el primero en crear un ministerio específicamente para asuntos de la mujer, pero cuando él llegó al poder ya estaban cambiando las cosas: cada vez era mayor el número de muchachas que seguían en la escuela para obtener su bachillerato. Las mujeres constituyen ahora el 50% de la población universitaria (19).

Los sucesos de 1968 en Francia provocaron cambios en las actitudes hacia la mujer. Giscard mismo era un auténtico feminista, influyendo en el ánimo prevaleciente; en los ochenta, las mujeres francesas siguen ganando terreno en todos los ámbitos.

La mujer italiana, por su parte, también ha invadido actividades antes exclusivas de los varones. En el senado, 15 de los 315 puestos para senadores y 48 de 630 diputaciones los ocupan mujeres. La década de los sesenta fue una edad de oro, al menos en lo referente a la legislación laboral, una mujer italiana puede tomar una licencia de cinco meses con sueldo completo por maternidad, a la cual puede seguir — si ella lo desea — todo un año con un empleo de tiempo parcial (20).

En Roma, miles de maestras, doctoras, periodistas y abogados han fundado el Proyecto de la Mujer, organización destinada a animar a la mujer para que busque empleos de mayor responsabilidad en universidades y en la industria. A finales de la década pasada, cerca de 20 mil mujeres italianas manejaban sus propios negocios o desempeñaban puestos ejecutivos, cifra que aún parece pequeña. Sobre todo si se considera a otros países industriales, y que muchas de ellas trabajaban en el área de modas o cosméticos.

Al igual que en toda Europa, al incorporarse la mujer italiana al trabajo, los matrimonios han disminuido en aquel país a razón de siete mil anuales; y también el número de familias con tres hijos se ha reducido a la mitad en los últimos 15 años, lo cual restringirá el número de personas jóvenes en los próximos años.

El fenómeno de la disminución de matrimonios y la reducción del tamaño de la familia es ya estrictamente característico del mundo desarrollado, y no se podrá echar marcha atrás por medio de la desvinculación de la mujer de las plazas de trabajo, sino úni-

camente cambiando las variables estructurales, principalmente la tendencia negativa de la natalidad.

En Alemania Occidental la participación femenina en el mercado laboral se consolidó en los últimos diez años. El Estado ha estimulado el avance de la mujer en todas las áreas, y la legislación ha establecido una estructura para la igualdad. Una alta proporción de mujeres tiene empleo en la actualidad y se ha abierto la puerta a la mujer en las ocupaciones que tradicionalmente eran masculinas. Existen mujeres directoras de negocios, pilotos, ministros y embajadoras. En ciudades como Hamburgo y Colonia se han establecido oficinas permanentes destinadas a asegurar la igualdad de oportunidades para las mujeres en relación a los hombres, y aproximadamente una cuarta parte de las nuevas empresas han sido establecidas por mujeres.

Algunas mujeres alemanas ocupan puestos de alto nivel en diferentes profesiones: en el periodismo, la política, el sector financiero, la música y el arte en general.

En la empresa alemana es donde la mujer ha obtenido recientemente beneficios más significativos. El número de presidentes de compañías del sexo femenino se ha cuadruplicado desde mediados de la década de los setentas y hay ahora más de cien mil mujeres que controlan empresas, no sólo en los ramos tradicionalmente femeninos como boutiques o salones de belleza, sino en refacciones de autos; artículos de acero, talleres de laminado, empresas constructoras de barcos y de transportes. Su éxito financiero se ha reflejado claramente en las estadísticas de bancarrotas de 1982: de 1500 empresas que quebraron, ninguna estaba dirigida por una mujer. Sea lo que fuere, las mujeres en el mercado laboral alemán están avanzando a paso firme (21).

La mujer en Japón

También en Japón las mujeres están modificando la sociedad. En 1980, el gobierno japonés firmó una resolución de las Naciones Unidas dirigida a eliminar la discriminación contra las mujeres durante la llamada "Década de las Naciones Unidas para la mujer: igualdad, desarrollo y paz", que se inició en 1976, significando para muchos el reconocimiento total a la fuerza laboral femenina.

En un país predominante industrial, el número de mujeres trabajadoras se incrementa y representa el 38% de la actual fuerza de trabajo; el 60% de las mujeres trabajadoras normalmente son casadas, regresando a la fuerza de trabajo para laborar tiempo completo o parcial después de que sus hijos han pasado la infancia. Al igual que en otros países desarrollados, en Japón las mujeres permanecen más tiempo en la escuela, y las estadísticas muestran que los salarios iniciales para las mujeres japonesas con estudios universitarios se acercan en casi un 94% a los de los hombres (22).

Por vez primera en muchos años, en 1983, las mujeres casadas que trabajan sobrepasaron a las dedicadas al hogar, y, como dijimos, una mujer trabajadora típica ya no es una joven que se emplea hasta que se casa; se trata, subrayamos, de una mujer madura que se reincorpora a la fuerza laboral cuando sus hijos están en la escuela. El número de mujeres trabajadoras de más de 35 años de edad se ha incrementado, debido principalmente a que ellas están dispuestas a trabajar medio tiempo.

De igual manera, en la política japonesa ha causado muchos comentarios el hecho de que apareciera la primera mujer en el gabinete en 22 años. Para el resto del mundo este nombramiento fue inusitado, ya que durante largo tiempo la política japonesa ha sido un bastión del dominio masculino.

Jubilación prematura y prolongación de la vida

Otro cambio demográfico importante consiste en que la esperanza de vida al nacer ha aumentado, y seguirá aumentando, prácticamente en todo el mundo, principalmente en los países desarrollados, cuestionando fuertemente sus sistemas de jubilación.

Cuando en los Estados Unidos se introdujeron las jubilaciones estatales en la legislación de seguridad social, en el año 1935, se calculaba en 58 años la esperanza media de vida para los hombres, ahora supera los 70, y el índice continúa en ascenso. En los países desarrollados las personas que llegan a la edad de 65 años son aptas física y mentalmente para seguir trabajando, lo cual plantea dudas e interrogantes en los sistemas actuales de retiro (23) (Cuadros 12 y 13).

CUADRO 12 Esperanza de vida al nacer en el mundo

	1970- 1975	1975- 1980	1980- 1985	1985- 1990	1990- 1995	1995- 2000	2000- 2005	2005- 2010
Esperanza de vida al nacer, ambos sexos	55.8	57.5	59.2	60.8	62.3	63.9	65.5	66.8
Hombres	54.6	56.3	57.9	59.4	60.8	62.4	63.8	65.0
Mujeres	57.1	58.8	60.5	62.3	63.9	65.5	67.2	68.7

Fuente: U.S. Bureau of the Census, Statistical Abstract of The United States, 1984, Washington, D.C., p. 856.

CUADRO 13 Esperanza de vida al nacer en países seleccionados

	Año o periodo	Ambos sexos	Hombres	Mujeres
Alemania Occidental	1978-80	73	70	76
Estados Unidos	1979	74	70	78
Francia	1978-80	74	70	78
Italia	1974-77	73	70	76
Japón	1980-81	76	73	79
Reino Unido	1977-79	73	70	76
Unión Soviética	1980	69	—	—
Bangladesh	1964-65	48	50	47
Brasil	1974-75	60	58	63
China	—	—	—	—
Egipto	1975	54	53	55
Filipinas	1975	61	59	64
India	1976-77	50	51	50
Indonesia	1975	46	45	48
México	1970	61	59	63
Nigeria	1970-73	41	40	43
Pakistán	1962-65	48	49	47
Tailandia	1974-75	61	58	64
Turquía	1974-75	57	55	58
Vietnam	—	—	—	—

Fuente: U.S. Bureau of the Census, Statistical Abstract of The United States, 1984, Washington, D.C., p. 861.

Antes de la Segunda Guerra Mundial, la expectativa de vida de los japoneses al nacer era de 48 años para los hombres y 52 para las mujeres. En la década de los ochentas, Japón posee las expectativas de vida más altas de cualquier país del mundo, prácticamente es de

76 años para ambos sexos. En todos los países desarrollados el sector de la población que crece con mayor rapidez ha sido y será el grupo de edad avanzada. En 1970, en Japón, las personas de 65 años y más constituyen sólo el 7% de la población, es decir, 1 de cada 15. Se espera que para 1990 la cifra ascienda al 14%: 1 de cada 7 japoneses y 1 de cada 4 adultos. Suecia tendrá una proporción muy similar de personas ancianas, y posiblemente constituirán una proporción mayor de la población adulta. En los Estados Unidos las personas de más de 65 años para 1990 se calcula que agrupen una octava parte de la población total y una sexta parte de los adultos. Las personas de más de 55 años constituirán para el año 2000 prácticamente la mayoría de la población adulta en los países desarrollados (24).

Los sistemas de jubilación resultan ya inapropiados. Por ejemplo, en Japón, el mecanismo de retiro que aún predomina en la mayor parte de las compañías, especialmente las pequeñas, fue elaborado en la década de los veinte. El empleado se retira a los 55 años con un pago compensatorio igual a dos o tres años de salario, pero si muere antes de llegar a los 55 años, la viuda y los hijos menores son atendidos en forma razonablemente satisfactoria. Hace 60 años, cuando las esperanzas de vida se aproximaban a los 40 años era un sistema apropiado. Ahora, cuando el japonés de 55 años puede vivir otros 20, resulta obsoleto. Claro está que el japonés de 55 años no se retira en realidad, continúa trabajando en otro lugar, habitualmente en una empresa pequeña, con un salario inferior, o como artesano o trabajador ocasional. Esta situación aparece en todos los países desarrollados; aunque se sigue suponiendo que el hombre o la mujer que se jubilan dejan de trabajar, esta situación es cada vez más una excepción. Una proporción creciente, en especial en épocas inflacionarias, continúa trabajando, aunque sea sólo por tiempo parcial o en empleos ocasionales.

Las únicas opciones disponibles para los países desarrollados consisten en aceptar que las edades de jubilación han dejado de tener sentido, o en aceptar el retiro y olvidar el hecho de que los jubilados continúan trabajando, como está ocurriendo normalmente. Quizá el retiro tradicional a una edad fija ha muerto, en parte porque las personas que llegan a esa edad no pueden permanecer ociosas mientras aún se encuentran en buen estado físico y mental,

y también porque la economía no puede mantenerlas cuando constituyen la cuarta o quinta parte de la población adulta del país (25). Todo esto ha provocado, de hecho, que ya sean múltiples los casos de Estados de la Unión Americana en que la edad de retiro se ha modificado.

En general, ocurre que en los países desarrollados la fuerza de trabajo tiende hacia lo heterogéneo. La proporción de mujeres, principalmente menores de cincuenta años, es prácticamente igual a la de hombres, aunque una buena cantidad de ellas trabaja sólo tiempo parcial. Se trata de una fuerza de trabajo en la que un número creciente de personas jóvenes han cursado estudios avanzados de alta especialización. Contiene, igualmente, a personas jóvenes —básicamente estudiantes, que también trabajan a tiempo parcial— y a personas mayores que han sobrepasado oficialmente la edad de retiro y que se encuentran disponibles a tiempo completo o parcial durante algunos meses; pero en cualquier caso y en todos los países desarrollados la oferta de personas jóvenes en el mercado de trabajo será sumamente restringida.

Los países en desarrollo enfrentan prácticamente la configuración demográfica opuesta a la del mundo desarrollado; aunque sus expectativas de vida también han ascendido, de modo que en ellos habrá más gente mayor; ha descendido la mortalidad infantil y existe una alta tasa de crecimiento de la población. Esto provocará un excedente de personas jóvenes en el mercado laboral y, en consecuencia, la generación de empleos será la máxima prioridad. (26).

Las migraciones no son la respuesta

Los países desarrollados no pueden solucionar el problema de la carencia de mano de obra introduciendo inmigrantes que provengan de las regiones en vías de desarrollo, como ocurrió en la postguerra. En esa época difícil, incontable número de personas se desplazaron desde las zonas preindustriales hasta las industriales y urbanas.

Europa Occidental se llenó de inmigrantes asiáticos y del norte de África. En algunos países como Suiza, los trabajadores de otra nacionalidad superaban a los obreros nativos en muchas ramas in-

dustriales a fines de la década de los setentas; en Japón sucedió un fenómeno similar con la inmigración de vietnamitas (27).

Sin embargo, desde los años de la crisis petrolera, la migración ha venido descendiendo paulatinamente, y en los países desarrollados se le obstaculiza cada vez más. De una u otra manera los países desarrollados han renunciado a aceptar la entrada de trabajadores extranjeros debido a los problemas educacionales, culturales y de adaptación que se vivieron en esos países en los cincuenta y los sesenta. Una nueva oleada de vietnamitas a Japón o de turcos a Alemania es sencillamente impensable y desaprobada en este tiempo.

Como ya señalamos, la fuerza de trabajo del mundo desarrollado se caracterizará por un decremento en la cantidad de personas jóvenes que lleguen al mercado de trabajo, un fuerte aumento de los años de escolaridad y marcadas expectativas de ocupar puestos superiores; una creciente heterogeneidad de la propia fuerza de trabajo, donde las mujeres se equiparan con los hombres en su participación, pero no necesariamente en el concepto de que un empleo es de tiempo completo para toda la vida; un desafío a los sistemas de jubilación y el olvido de la suposición de que la persona que se retira deja de trabajar por completo.

En los países en desarrollo, por su parte, el problema principal será el de generar empleos para la gran cantidad de personas jóvenes que llegan al mercado laboral, que en general están poco o medianamente calificados. Si bien en algunos países, la juventud se especializa en mayor medida que sus padres, con un horizonte mucho más amplio, aunque sólo sea debido al radio, la televisión y las modernas comunicaciones; son jóvenes que ya no pueblan remotos valles montañosos, sino grandes centros urbanos de acelerado crecimiento. Desde luego, aquellos países con menor grado de analfabetismo, con una mano de obra medianamente calificada, ocuparán una posición privilegiada y tendrán la gran oportunidad de aspirar a la industrialización.

Síntomas vitales de los países

12

Al igual que los seres vivos, las naciones presentan síntomas en lo político, lo económico y lo social, síntomas que, analizados

cuidadosamente, ayudan a predecir la estabilidad de una nación en todos aspectos y determinar sus tendencias futuras. Así como en el diagnóstico médico, el medir la presión, la temperatura y el pulso de una persona nos puede ayudar a determinar su estado de salud, en cuanto al análisis de las naciones sería de utilidad el estudiar con detenimiento la tasa de crecimiento de su población, la distribución del ingreso, el índice de analfabetismo, los gastos bélicos, la madurez política, la libertad de prensa, la administración de la justicia, su política comercial, el lugar donde se preparan sus dirigentes y las barreras para la movilidad social (28).

En cuanto a la tasa de crecimiento de la población, la decreciente tasa de nacimientos de los países altamente industrializados obliga a plantearse año con año una reducción de los presupuestos nacionales y de la producción industrial, situación que años atrás hubiera podido parecer absurda para la mayoría de dichas naciones; mientras que los países en vías de desarrollo, con una muy alta tasa de crecimiento de su población —en promedio del 2.1% y que en algunos casos pareciera exagerada, en función de los recursos del país y de sus condiciones generales de vida, como Somalia con una tasa del 5%—, requieren más presupuesto y mayor producción. Desde el punto de vista político, económico y social, estos dos extremos plantean grandes interrogantes, en cuanto al futuro de la humanidad.

El estudio cuidadoso de la pirámide poblacional y de la densidad de la población de los países permite establecer proyecciones y tendencias acerca de sus condiciones socioeconómicas y políticas. Encontramos grandes territorios, con una densidad de población sumamente baja, por ejemplo, los siguientes países: Canadá con una densidad de 2.5 habitantes por kilómetro cuadrado; Australia y Libia con 2; Mauritania, 1.6; y Mongolia con sólo 1.1. Por contraparte, existe otro grupo de naciones densamente pobladas: Singapur con 4000 habitantes por kilómetro cuadrado; Hong-Kong con 5400; la República de Corea con 420; Taiwan con 637; Bangladesh con 996; Japón con 300; y la India con 226.

Ambos extremos presentan problemáticas diferentes y presiones políticas, económicas y sociales que condicionan su futuro, pues mientras que Australia tiene que promover la inmigración y algunos países industrializados incentivan los nacimientos, otros, como

Singapur, presentan la problemática de una ciudad —Estado que cierra sus puertas a los inmigrantes, y otros más han establecido programas drásticos de control de la natalidad.

En términos generales, al hablar del bienestar de un país —su estabilidad y sus tendencias futuras— se suele analizar el ingreso *per cápita*; sin embargo, este indicador es una medida de la cantidad que ingresa una persona, en promedio, en una determinada nación, y como tal no expresa las disparidades entre sus estratos superiores e inferiores, por ello es más interesante analizar la brecha existente entre el 10% de la población que tiene los mayores ingresos y el 10% de la misma con los ingresos inferiores. Por ejemplo, en Estados Unidos el 10% superior ingresa aproximadamente 18 veces más que el inferior. En Suecia — que bajo este indicador sería un país sumamente estable —, el 10% superior tiene ingresos solamente 2.5 veces mayores que el 10% inferior. Otros ejemplos serían: Japón y Reino Unido con un ingreso 9 veces más alto, Grecia con 10, Australia, Holanda y Alemania con 11, Italia con 18, Colombia y Francia con 22. Desde este punto de vista, la estabilidad de los países es mayor en cuanto menor sea la desigualdad en la distribución del ingreso, lo cual podría indicar también la existencia de una clase media numerosa, que ha caracterizado a las sociedades de mayor progreso en todos sentidos a lo largo de la historia moderna. Y por el lado contrario, podríamos decir que los países más inestables son aquellos en donde la diferencia de los ingresos que obtiene el 10% inferior y el 10% superior es muy amplia, como el caso de Irán, Arabia Saudita, Indonesia y Brasil donde la brecha es mayor de 40 veces (29). En México esta relación es del orden de 24 veces (30). Respecto a este índice, podríamos mencionar igualmente que en países donde han habido tasas de inflación muy altas en periodos largos de tiempo se ha observado un reajuste desfavorable en la distribución del ingreso, lo cual — como se dijo — provoca inestabilidad (Cuadros 14 y 15).

El índice de analfabetismo, que consideramos uno más de nuestros signos vitales, se presenta muy elevado en países como Pakistán y Nigeria, con tasas de analfabetismo en personas de 15 años o más de 67.5 y 70.1%, respectivamente; y en Bangladesh y la India, con tasas cercanas al 60%, la situación es preocupante en todos sentidos. En estos países el problema se agrava además porque

CUADRO 14 Analfabetismo y gastos en educación en países seleccionados

	Año	Gasto total (mill. de dólar)	Analfabetismo	
			Porcentaje del PNB	Porcentaje de la pob. de 15 años o más. 1980
Alemania Occ.	1979	37 348	4.7	0.5
Estados Unidos	1979	152 200	6.4	0.5
Francia	1979	20 793 ⁽¹⁾	3.5	0.5
Italia	1978	12 230	4.6	5.2
Japón	1979	53 346	4.8	0.5
Reino Unido	1978	18 563	5.7	0.5
Unión Soviética	1980	49 663	7.2	0.5
Bangladesh	1979	143 ⁽²⁾	1.5	58.6
Brasil	1979	4 738	3.6	24.5
China	—	—	—	—
Egipto	1980	771	4.1	45.7
Filipinas	1979	575	2.0	11.3
India	1979	4 425	3.2	59.7
Indonesia	1980	675	2.0	33.1
México	1979	5 272	4.4	16.1
Nigeria	1979	2 768	3.3	70.1
Pakistán	1979	420	2.0	67.5
Thailandia	1979	846	3.2	14.2
Turquía	1978	183	3.6	34.4
Vietnam	—	—	—	—

(1) Únicamente Ministerio de Educación y Ministerio de la Universidad.

(2) Únicamente gastos del Ministerio de Educación.

Fuente: U.S. Bureau of the Census, Statistical Abstract of The United States, 1984, Washington, D.C., pp. 863-864.

presentan en mayor o menor grado problemas de integración de sus habitantes, que se duda puedan superarse en los próximos quince a veinte años. Quizá Nigeria enfrente una situación relativamente mejor que los países mencionados anteriormente, ya que ha tenido la posibilidad de utilizar su riqueza petrolera como detonador para romper con el problema de años de atraso en el campo educativo y de aspirar a un mayor nivel de desarrollo, aunque corre el grave riesgo de la petrolización de su economía en un mercado sumamente incierto como el actual.

Sin embargo, tanto actualmente como en el futuro, son remotas las posibilidades de estos países en el campo industrial dentro de un contexto de producción compartida a nivel mundial y con gran-

CUADRO 15 Gastos en Educación como porcentaje del PNB

Pais	Año	Porcentaje del PNB	Año	Porcentaje del PNB
Alemania Occidental	1979	4.7	1979	4.7
Estados Unidos	1979	6.4	1981	6.9
Francia	1979	3.5	1980	5.0
Italia	1978	4.6	1979	5.1
Japón	1979	5.8	1980	5.8
Reino Unido	1978	5.7	1980	5.8
Unión Soviética	1980	7.2	1981	7.0
Bangladesh	1979	1.5	1980	1.7
Brasil	1979	3.6	1979	3.6
China	—	—	—	—
Egipto	1979	4.1	1981	4.4
Filipinas	1979	2.0	1980	1.6
India	1979	3.2	1980	3.0
Indonesia	1980	2.0	1981	2.2
México	1979	4.4	1981	3.9
Nigeria	1979	3.3	1979	3.3
Pakistán	1979	2.0	198-	1.8
Thailandia	1979	3.2	1981	3.6
Turquía	1978	3.6	1980	2.7
Vietnam	—	—	—	—

Fuente: U.S. Bureau of the Census, Statistical Abstract of The United States, 1984, Washington, D.C., pp. 83 y 864, y 1985, p. 845.

des avances tecnológicos. En este sentido, países como Filipinas, Tailandia, México o Brasil tendrán mayores posibilidades de integrarse a la futura economía mundial, pues cuentan con una mano de obra medianamente calificada, capaz de realizar trabajos industriales. Especialmente México, con una población cercana a ochenta millones de habitantes, cuenta todavía con aproximadamente seis millones de analfabetas mayores de 15 años, pero en lucha tenaz para erradicar este problema hacia finales de la década.

En general, los países con una muy alta tasa de analfabetismo tienen muy pocas posibilidades de llegar a ser industrializados en el futuro inmediato. Es prioritario para ellos, indudablemente, elevar los niveles educativos de su población para superarse en medio de un mundo altamente competitivo.

Asimismo, otro de los signos vitales en torno a la educación que hemos mencionado como fundamental en el futuro industrial de

las naciones es el lugar donde se preparan sus élites, líderes o dirigentes: los dirigentes de los países del Sureste Asiático — considerados por muchos como recientemente industrializados — se han formado en universidades estadounidenses o japonesas, y su conceptualización industrial así lo refleja.

En el caso de México, por su situación geográfica y por las características de su comercio internacional, parte de su población tiene una formación bilingüe que les permite acceso a información y transacciones que con un solo idioma les estarían vedadas. Dentro del contexto de los países en vías de desarrollo con más de cincuenta millones de habitantes, los que más gastan en el aparato militar en dólares por persona son: Turquía, Egipto y China; y como porcentaje del PNB, los que encabezan la lista son China, Pakistán, India y Tailandia (Cuadros 16, 17 y 18).

Aquí podríamos preguntarnos, qué tanto la industria militar contribuye al crecimiento industrial del país, o qué tan costoso es el mantener unos gastos militares que necesariamente sustraen recursos al sector civil de la economía.

En Latinoamérica se ha registrado un incremento de gastos militares en varios países: es notorio el caso de Argentina o el de Brasil, que incluso se ha convertido en un exportador neto de armamento. En este contexto, México se ubica en una situación privilegiada, al contar con un presupuesto militar relativo verdaderamente insignificante, circunstancia que le permite asignar mejor sus recursos.

Al analizar la estadística de gastos militares para los países desarrollados aparecen cifras alarmantes; por ejemplo, en los Estados Unidos, en 1982, se gastaron 789 dólares por habitante, en la URSS, 897 y en Francia 444. A todas luces estos gastos son exagerados y sustraen recursos a otros sectores de la economía, restringiendo igualmente la ayuda que se pudiera otorgar a países en vías de desarrollo.

Resulta todavía más alarmante revisar los enormes gastos en el aparato militar que realizan los países del Medio Oriente, los cuales definitivamente encabezan la lista a nivel mundial en dólares por habitante y como porcentaje del PNB.

Aquellos países con fuertes gastos militares tienen que sufragar, a expensas del nivel de vida de su población, gastos en los que no

CUADRO 16 Gastos militares (dólares constantes de 1979)

	Miles de millones de dólares					Dólares per cápita		
	1971	1973	1975	1979	1980	1971	1975	1980
Total Mundial	467.4	491.3	531.9	578.4	595.4	126	130	133
Estados Unidos	128.1	121.8	117.9	122.3	30.5	618	550	573
% del total	27.4	24.8	22.2	21.1	21.9	(X)	(X)	(X)
Países desarrollados⁽¹⁾	383.6	398.0	411.8	445.1	462.2	381	395	420
% del total	82.1	81.0	77.4	77.0	77.6	(X)	(X)	(X)
Países en vías de desarrollo⁽²⁾	83.8	93.3	120.1	133.3	133.2	31	39	39
% del total	71.9	19.0	22.6	23.0	22.4	(X)	(X)	(X)
Países de la OTAN⁽³⁾	206.1	205.6	206.1	218.5	229.5	383	375	386
% del total	44.1	41.8	38.7	37.7	38.6	(X)	(X)	(X)
Países del Pacto de Varsovia	166.6	180.9	195.3	212.6	218.9	477	542	583
% del total	35.6	36.8	35.7	36.8	36.8	(X)	(X)	(X)
Unión Soviética	140.9	153.1	166.0	183.0	188.0	575	653	708

(X) No aplicable.

(1) 28 países desarrollados: los de Norteamérica, Oceanía, OTAN (excepto Grecia y Turquía), en el pacto de Varsovia (excepto Bulgaria), Austria, Finlandia, Irlanda, Japón, Sudáfrica, Suecia y Suiza.

(2) 144 Países en vías de desarrollo. Los de Latinoamérica, Medio Oriente, Sur de Asia, Este de Asia (excepto Japón), en África (excepto Sudáfrica), Albania, Bulgaria, Grecia, Malta, España, Turquía y Yugoslavia.

(3) Organización del Tratado del Atlántico Norte.

Fuente: U.S. Bureau of the Census, Statistical Abstract of The United States, 1984, Washington, D.C., p. 346.

tienen que incurrir otros países, por su posición geográfica, por sus antecedentes históricos y sus relaciones internacionales; desde el punto de vista de la economía nacional, en un contexto mundial, estos últimos ahorran recursos que pueden aprovechar en otros rubros.

Como, por ejemplo, el presupuesto de México en educación es uno de los más altos dentro de los países en desarrollo (Cuadro 14).

CUADRO 17 Gastos militares como porcentaje del PNB

	1971	1973	1975	1977	1979	1980
Total Mundial	5.9	5.5	5.7	5.4	5.3	5.4
Estados Unidos	7.0	6.0	5.9	5.3	5.1	5.5
Países desarrollados⁽¹⁾	6.0	5.6	5.7	5.3	5.3	5.4
Países en vías de desarrollo ⁽²⁾	5.6	5.4	6.0	5.5	5.4	5.1
Países de la OTAN ⁽³⁾	5.1	4.6	4.7	4.3	4.2	4.4
Países del Pacto de Varsovia	11.8	11.6	11.6	10.8	11.5	11.8
Unión Soviética	14.4	14.2	14.4	13.1	14.3	14.6

(Véanse notas de pie de página del cuadro anterior.)

Fuente: U.S. Bureau of the Census Statistical Abstract of The United States, 1984, Washington, D.C., p. 883.

Esto representa una clara ventaja, constituyéndose en el único país en vías de desarrollo que no gasta en su presupuesto de defensa cifras significativas; ello le permitirá, entre otros aspectos, acabar con el analfabetismo en los próximos años, al tiempo que podrá alcanzar un nivel de vida relativamente superior.

Asimismo, la estabilidad de los países estará muy ligada al tipo de gobierno y a la impartición de justicia dentro de ellos. Si analizamos el tipo de gobierno y su actuación presente y pasada podríamos pronosticar con cierta precisión su estabilidad futura. Países con una minoría gobernante, como en el caso de Sudáfrica o la URSS — que en la actualidad, por primera vez en su historia, está gobernada por una minoría blanca de origen europeo —, tienden a ser inestables. También la existencia de castas sociales, con poca movilidad, inhibe el crecimiento industrial y la estabilidad, como en el caso de la India.

MIGUEL LEÓN GARZA

"Un futuro incierto ante los cambios tecnológicos"
Cap. 2.

Un futuro incierto ante cambios tecnológicos

Efectos ecológicos del desarrollo

El desarrollo económico en el siglo XX, sobre todo desde la posguerra, ha elevado el nivel de vida en numerosas regiones del planeta, pero en contraparte se ha dado un notorio despilfarro de recursos en todos los países. Los recursos no renovables que se utilizan actualmente, tarde o temprano se agotarán. Desde el punto de vista ecológico, el despilfarro por la vía de la contaminación es aún mayor: los sistemas productivos son incapaces de restablecer el equilibrio ecológico con los recursos autogenerados; hay plantas químicas que con todas las utilidades que generan no pueden autofinanciar equipos y sistemas que reparen los daños causados por la contaminación ecológica. Sociedad, empresas y gobierno tendrán que afrontar su costo en el futuro; consecuentemente, es imperativo el desarrollo y aprovechamiento de nuevas tecnologías que eviten la contaminación apoyando el progreso económico.

La crisis energética

Diversos sectores de la sociedad se culpan unos a otros de provocar la crisis energética actual. Los economistas señalan como su causa principal el inusitado aumento en el consumo de los individuos, sobre todo en el corto plazo, sin importar el futuro, creyendo que finalmente los gobiernos tomarán alguna medida para solucionar el problema. Los sociólogos culpan a la sociedad de consumo por su deseo vehemente de destacar en lo económico a expensas de un despilfarro irracional como símbolo de prosperidad y como un objetivo de todos sus miembros. Ante esta situación los industriales y políticos tildan a los ecologistas de exagerados por no darse cuenta de que al ser humano le corresponde aprovechar al máximo los recursos del planeta para su bienestar, siendo imposible retornar a una sociedad agraria. Los ecologistas, por su parte, dicen no pretender tal retorno, sino únicamente una utilización racional de los recursos; aseguran que industriales y políticos causan un enorme daño al pretender crecer a cualquier precio en el corto plazo con una miopía total hacia el futuro, al cual nunca le han dado importancia y que, sin embargo, ahora ya nos alcanzó, manifestándose los problemas más drásticos que en el pasado, cuando se pudieron haber resuelto con relativa facilidad.

No encontramos un único culpable de la crisis de energéticos — que quizá sea más propiamente una crisis de combustibles —; parece más bien que la crisis es atribuible a todos los hombres, acentuándose notoriamente la culpa por nuestra despreocupación ante el problema. La mayoría de los países desarrollados — sobresaliendo los casos de Alemania Occidental, los Estados Unidos, Francia y Japón — no tienen suficiente combustible para satisfacer sus necesidades; y si lo tienen, por ejemplo los Estados Unidos, no es de la clase o calidad más conveniente.

Durante el periodo 1946-1973 se derrochó desmedidamente la energía en todo el planeta, sobre todo en las regiones industrializadas. En los Estados Unidos, por ejemplo, se procuraba energía barata, abundante y altamente subsidiada; todos la derrochaban. Las compañías de energía eléctrica anunciaban que a mayor uso más barato el servicio; y es conocido el caso de la ciudad de Los Angeles, donde los edificios permanecían con las luces encendidas día y noche, ya que era más barato que instalar y operar un sistema in-

terruptor para apagarlas al finalizar el horario de labores. La gasolina se mantuvo por décadas a un mismo precio — 30 centavos de dólar por galón —, y los automóviles rendían únicamente 4 kilómetros por litro. Es asombroso notar que en este país, mientras la población se duplicaba, el uso de energía aumentaba más de cinco veces (1). En 1970, los estadounidenses eran menos del 6% de la población mundial y consumían casi el 35% de la energía del planeta; mientras que los países con economía centralmente planificada abarcaban en ese año el 34% de la población mundial, consumiendo el 28% de la energía; y Japón, por su parte, con menos del 2% de la población mundial consumía el 5% de la energía (véase Cuadro 19). Lo más sobresaliente es que muy poca gente alcanzó a vislumbrar — tanto los países con grandes recursos energéticos como los que no los poseían — la inminente crisis energética que hemos estado viviendo.

La incierta situación en materia de aprovisionamiento de energía representa un reto para todos. Los recursos en combustibles fósiles, que podrían ser considerados como una forma de energía almacenada, probablemente se agotarán al satisfacer el enorme apetito del hombre frente a su crecimiento económico.

La escasez de combustibles nos lleva a considerar las perspectivas de las energías solar y nuclear, los medios para captarlas, almacenarlas y utilizarlas. Todos los recursos renovables deben desempeñar un papel importante en el siglo XXI, pero es el momento de empezar a comprender sus usos y aplicaciones a gran escala para transformarlos en fuentes importantes de energía y en verdaderas respuestas a la crisis que enfrentamos (2).

Es posible que la producción mundial de petróleo comience a estancarse antes del siglo XXI; de esta manera, los energéticos sustitutos tendrán que cubrir la creciente demanda industrial. Serán necesarias grandes inversiones, investigaciones y mucho tiempo de preparación para compensar con otros recursos la previsible escasez de petróleo, que actualmente suministra la mayor parte de la energía mundial. En los próximos años ha de ocurrir una transición a partir de la actual dependencia del petróleo hacia un aprovechamiento mayor de otros combustibles fósiles, el uso de la energía nuclear y, más tarde, la invención de sistemas de energía renovables (3).

CUADRO 19 Consumo de energía por región y fuente energética

Región y fuente energética	Distribución porcentual		
	1960	1970	1980
Estados Unidos	37.2	34.6	27.7
Europa Occidental	19.7	20.1	18.2
Japón	2.7	4.9	5.0
Países con economía centralmente planificada	30.3	27.7	16.9
Resto del mundo ⁽¹⁾	10.1	12.6	16.9
Fuente energética:			
Combustible sólido	49.9	34.0	31.2
Combustible líquido	33.0	43.5	43.4
Gas natural	14.9	20.1	21.9
Electricidad	2.1	2.4	3.5

(1) Incluye: China, República Democrática de Corea, Mongolia, Vietnam, Albania, Bulgaria, Checoslovaquia, Alemania Oriental, Hungría, Polonia, Rumania y Unión Soviética.

Fuente: U.S. Bureau of the Census, Statistical Abstract of The United States, 1985, Washington, D.C., p. 560.

La situación mundial de los energéticos podría devenir crítica aun antes de que parezca ser grave. La mayor parte de los gobiernos, empresas e instituciones, por muchas y legítimas causas, planifican sus esfuerzos dentro de un horizonte temporal de 5 a 10 años. Con esta miopía relativa, el futuro energético no parece ser grave. Las proyecciones de oferta y demanda de energía, que contemplan el final del siglo, prevén desequilibrios, pero a menudo se les deja de lado con la explicación de que "ya se encontrará algo". Sin embargo, no se ve claro dónde están esos "algunos" para el futuro. Lo único cierto es que para acortar las brechas se necesitarán enormes esfuerzos de planificación, de intensiva labor de ingeniería, de financiamiento, investigación e inversiones importantes de capital. En todo ello tendrán que colaborar diferentes naciones, significando un esfuerzo conjunto difícilmente logrado en otros tiempos (4).

El petróleo

La crisis energética tiene un fuerte impacto sobre la sociedad desde el punto de vista conceptual; por primera vez en el desarrollo industrial reciente de la humanidad tenemos conciencia de la escasez de recursos y del hecho de que existen límites al crecimiento, y estamos a un paso de reconocer profundamente la necesidad de una complementariedad en términos internacionales.

El petróleo, que se ha considerado la fuente natural de energía de la vida industrial durante el presente siglo, ha provocado serios problemas en los últimos años, cuestionando la estabilidad del sistema financiero internacional. Los patrones actuales de producción y consumo así como los lineamientos políticos que los acompañaban, han llevado prácticamente al mundo entero hacia un futuro abrumador, incierto y peligroso, incluso cuando el precio del combustible fuera a la baja.

Después de la década de los veintes, la industria petrolera se ha convertido paulatinamente en una de las más grandes del mundo. El petróleo fue desplazando al carbón, convirtiéndose en el recurso energético básico de una civilización industrial moderna.

En las décadas siguientes, el mundo disfrutaba cada vez más el uso del petróleo para alimentar el crecimiento económico. Esta situación se hizo notoria en las décadas de 1950 y 1960. Europa Occidental, Japón y los Estados Unidos confiaban en el abastecimiento del Medio Oriente; el petróleo de esta zona se convirtió en el combustible favorito del mundo: barato, de extracción y transporte rápidos y, ciertamente, de combustión más fácil que el carbón (5).

Actualmente, los Estados Unidos es el mayor productor, consumidor e importador de energía del mundo. Lo que suceda en este país, aunque sea de manera indirecta, tendrá repercusiones para el resto del mundo. En los treinta años comprendidos entre 1952 y 1982, la Unión Americana vivió un apetito de petróleo sin precedente y sin comparación en el mundo: se consumieron 142 mil millones de barriles, cifra que representa más del doble utilizado en toda Europa, cuadruplicándose el consumo de los treinta años anteriores a este periodo (6); en otras palabras, los 60 mil millones de barriles, que son las reservas probadas de petróleo en México, únicamente hubieran alcanzado para los últimos 13 años (7).

En 1970, unos 110 años después del nacimiento de la industria petrolera en los Estados Unidos, la producción interna llegó a lo que más tarde se demostraría era su máximo nivel: un promedio de 11.3 millones de barriles diarios. De ahí en adelante, la producción de petróleo empezó a declinar, mientras la demanda seguía creciendo, pudiendo satisfacerse sólo a costa de más y más petróleo importado del Medio Oriente (Cuadro 20).

Durante la posguerra, el mundo desarrollado —y principalmente los Estados Unidos— se había vuelto una generación "alcohólica" de petróleo. La idea de una amenaza a este increíble derroche de combustible era mejor ignorarla, y aunque se reconociera el problema potencial, no se veía muy claro lo que tenía que hacerse al respecto, cuando el impulso para usar más petróleo se consideraba irrefrenable. Se olvidó que es un recurso natural no renovable y se gastaba sin ningún reparo.

La naturaleza tardó 14 millones de años en formar el petróleo que consume los Estados Unidos en un año, y el que ha consumido

CUADRO 20 El petróleo en los Estados Unidos

Año	Consumo (millones de barriles diarios)	Producción (millones de barriles diarios)	Importaciones (millones de barriles diarios)	Importaciones (porcentaje de consumo)
1960	9.7	8.0	1.8	19
1962	10.2	8.4	2.1	21
1964	10.8	8.8	2.3	21
1966	11.9	9.6	2.6	22
1968	13.0	10.6	2.8	22
1970	14.4	11.3	3.4	24
1972	16.0	11.2	4.7	29
1974	16.2	10.5	6.1	38
1976	17.0	9.7	7.3	43
1978	18.4	10.3	8.4	46
1979	17.9	10.2	8.4	47
1980	16.8	10.2	6.9	42
1981	15.6	10.2	6.0	38

Fuente: Stobaugh, Robert y Yergin, Daniel. Energía del Futuro. CECSA, 1984, p. 31.

en los últimos sesenta años tomó 400 millones de años. En 1982, los norteamericanos gastaron diariamente más de 46 millones de galones de gasolina como combustible para sus aviones, y más de 360 millones de galones para sus automóviles (8). En 1981 este país produjo 10.2 millones de barriles por día, y debió importar 6 millones de barriles diarios —un 38% del total utilizado— para satisfacer su increíble consumo.

Para 1979, el petróleo del exterior representaba casi la mitad del consumo de los Estados Unidos, y a pesar de una disminución en su utilización, debida al ahorro del mismo y a la recesión económica, las importaciones contribuyeron con el 42% del consumo en 1980 (Cuadro 20).

Impactos petroleros

El primer impacto que causó el petróleo a fines de 1973 y principios de 1974 marcó definitivamente el final de una era de petróleo seguro y barato. Los productores árabes embargaron a los Estados Unidos, redujeron la producción total y los embarques a otros países. Aunque el cartel de la OPEP se había formado desde 1960, ahora cobraba una gran fuerza. Por primera vez los miembros de la OPEP dejaron de negociar sus precios con las compañías petroleras, estableciéndolos ellos unilateralmente sobre bases definitivas. En mayo de 1973, el presidente egipcio Sadat anunció al rey Faisal de Arabia Saudita que Egipto podría tratar muy pronto de recapturar los territorios árabes ocupados por Israel. Aunque la situación era sumamente tensa e inestable para el Medio Oriente, quizá los analistas internacionales no le daban toda la atención debida, ya que simultáneamente se desarrollaba el caso Watergate (9). En octubre de este mismo año, Egipto atacó a Israel a lo largo del canal de Suez. El rey Faisal advirtió a los Estados Unidos que deberían brindar apoyo a la causa árabe o tendrían problemas con el abastecimiento de crudo, lo cual también perjudicaría las economías de Europa y Japón. Los ministros árabes del petróleo se reunieron en Kuwait, acordando reducir las exportaciones en un 5% y embargar a las naciones hostiles. Días después, el presidente Nixon decidió proporcionar 2500 millones de dólares en armas a Israel; en contraparte el rey Faisal ordenó reducir el 25% de la producción

petrolera saudita, embargando a los Estados Unidos y a varios más. La mayor parte de las otras naciones árabes siguieron rápidamente el liderazgo saudita.

Los países pertenecientes al cartel anunciaron en diciembre de 1973 una alza súbita en los precios. A partir del 1.º de enero de 1974, el precio de la OPEP sería de 7 dólares por barril, comparado con 1.77 dólares antes del conflicto árabe-israelí. El embargo petrolero finalizó en marzo, pero el daño ya estaba hecho. Los países productores se habían apoderado del control de la fuente básica de energía del mundo.

Los países consumidores, por su parte, no tenían alternativa y aceptaron pagar a fines de 1974 un precio ocho veces más alto que en 1969 (10). Los países exportadores de petróleo definieron una nueva época para el resto del mundo. Una época de incertidumbre que ha persistido hasta nuestros días.

La crisis del petróleo de 1973-1974 revela un momento vital en la historia económica y política de la posguerra; se vio interrumpido el progreso económico, poniéndose en marcha un cambio drástico en la política internacional. El alto costo del petróleo, el deterioro del sistema internacional de pagos y la posible interrupción de los suministros han dañado las economías de los países desarrollados y afectan también a los países en desarrollo que no poseen una explotación petrolera.

La mayoría de los países industrializados respondieron a la crisis del petróleo: buscando no caer en una reacción, flexibilizaron las políticas monetarias y fiscales, pero este hecho desencadenó la gran inflación de mediados de los setentas, provocándose también tasas de interés negativas (11). Mientras que los países de la OPEP colocaban gran parte de sus superávits iniciales como depósitos en los bancos europeos y estadounidenses, propiciando fuertemente el crecimiento del llamado mercado del eurodólar. Los bancos receptores no podían encontrar suficientes clientes internos que quisieran pedir prestado durante una recesión a la que, a pesar de todo, se había llegado, y decidieron que los prestatarios que pagaban mejor eran los gobiernos y empresas de países en vías de desarrollo. Latinoamérica obtuvo una buena tajada de la oleada de préstamos. México obtuvo muchos créditos porque se sabía que existían grandes yacimientos de petróleo, y además tenía a su favor una quin-

tuplicación del precio que a la postre sería su principal producto de exportación.

Aparente estabilidad

En el periodo comprendido entre 1974 y 1978 se vivió una aparente calma y estabilidad en el mercado petrolero, aunque en algunos aspectos todavía prevalecían las condiciones básicas que permitieron el primer impacto. La demanda de petróleo de la OPEP manifestó bajas temporales por tres causas, principalmente el lento crecimiento económico de los países desarrollados, el incremento de la producción de los países no pertenecientes al cartel y las medidas para ahorrar combustible. De esta manera, la producción de la OPEP en 1978 fue ligeramente menor que la de 1974, cayendo su participación porcentual dentro del total de la producción mundial de 52.8% a 47% en 1978 (Cuadro 21).

En 1977 y principios de 1978, muchos analistas se sentían complacidos con el mercado petrolero: eran muy optimistas acerca de las perspectivas futuras, ya que vislumbraban una inundación de petróleo que forzaría una continua caída de los precios. No obstante, esta serie de congratulaciones no estaba bien justificada. Debajo de la aparente calma se fraguaba otra grave crisis: aun cuando los países consumidores de petróleo se hubieran protegido de la situación —lo que no ocurrió—, la estabilidad del sistema dependía de una serie de decisiones tomadas por un pequeño grupo de naciones que eran los líderes de la OPEP.

200,000,000,000 de dólares mal gastados

Específicamente, antes de finalizar 1978, muchos miembros de la OPEP se preguntaban si los programas que habían implementado para un rápido desarrollo económico dañarían sus perspectivas económicas y sociales a largo plazo. Cerca de la mitad de los cuatrocientos mil millones de dólares que gastaron los países miembros del cartel petrolero entre 1974 y 1978 se habían malgastado; ya era evidente el debilitamiento de los valores políticos y sociales debido

CUADRO 21 Producción de petróleo

	Total mundial	OPEP		OTROS						
		Total OPEP	%	Arabia Saudita ⁽²⁾	Irán	Venezuela	EE.UU.	Reino Unido	Unión Soviética	México ⁽⁴⁾
1973	21 209	11 315.9	53.4	2 776.6	2 139.2	1 228.6	3 995.3	2.8	3 140.3	164.9
1974	21 245	11 216.1	52.8	3 095.1	2 197.9	1 086.4	3 818.6	3.1	3 373.7	209.9
1975	20 162	9 923.0	49.2	2 582.8	1 952.8	856.4	3 652.9	11.7	3 600.0	261.9
1976	21 851	11 252.1	51.5	3 139.3	2 153.1	839.7	3 563.0	91.2	3 822.2	293.1
1977	22 607	11 413.0	50.5	3 358.0	2 056.9	816.8	3 600.0	286.6	4 013.1	368.1
1978	23 134	10 679.3	47.0	3 029.9	1 913.2	790.4	3 750.0	404.5	4 204.2	442.6
1979	24 011	11 289.2	47.0	3 479.3	1 156.3	860.1	3 689.6	583.1	4 307.1	536.9
1980	23 059	9 638.2	42.7	3 623.0	537.0	792.4	3 722.2	602.7	4 432.1	708.6
1981	21 645	8 208.8	38.0	3 579.9	480.3	769.5	3 716.1	670.2	4 476.2	844.2
1982	20 645	6 936.7	33.6	2 368.3	872.8	691.7	3 722.6	773.1	4 506.6	1 003.1
1983	20 578	6 339.7	32.3	1 824.6	891.2	657.3	3 730.0	860.1	4 527.6	981.2
1984	21 106	6 345.4	30.0	1 674.9	891.2	668.5	3 799.9	942.2	4 506.6	1 021.2
1985	—	5 847.6	—	1 235.9	796.9	611.3	3 855.6	952.7	4 373.3	1 001.2

(1) Millones de barriles.

(2) Incluye la participación de la zona neutral.

(3) Incluye gas natural.

(4) Incluye crudo y condensador.

Fuente: Boletín de Economía Internacional Vol. XII, Núm. 2, Banco de México, abril-junio, 1986, p. 77.

al incesante flujo de divisas y al rápido crecimiento económico: la inflación, la caótica urbanización, una explosión habitacional desordenada, un gran flujo de extranjeros, el impacto adverso sobre la agricultura, las industrias tradicionales y las exportaciones no petroleras y, sobre todo, la desproporcionada distribución de la riqueza. A su vez, estos problemas conllevaron la decepción y los resentimientos.

Los acontecimientos orillaron a las naciones de la OPEP a reconsiderar sus estrategias de desarrollo y, por consecuencia, sus necesidades de ingresos. Se requerían esfuerzos para establecer un crecimiento autosostenido de la economía, evitando su petrolización. La situación animó a los miembros del cartel a considerar la posibilidad de producir menos para prolongar la existencia de sus reservas. Desde luego, había otra alternativa: el continuar con altos niveles de producción e invertir los ingresos en Occidente. Sin embargo, esta opción se presentaba menos atractiva por la dificultad de obtener una recuperación real de las inversiones en las economías occidentales, especialmente debido a la acelerada inflación. El petróleo en el subsuelo parecía ofrecer una recuperación más segura que el dinero invertido en el crecimiento acelerado o depositado en bancos occidentales. Los miembros más jóvenes del grupo gobernante miraban una década hacia el futuro y no querían heredar pozos petroleros exhaustos, cuentas bancarias disminuidas por la inflación, instalaciones industriales no competitivas en los mercados mundiales y sociedades tan agitadas que su propia posición política llegara a estar en grave peligro.

Inestabilidad del sector: guerra competitiva

Desde el primer impacto petrolero, en 1973, varios analistas no auguraban un futuro promisorio a la OPEP, que como cualquier cartel, decían, era una estructura de mercado inestable. El establecer cuotas de producción para reducir la oferta y aumentar los precios parece no tener buenos resultados, ya que son muchos los incentivos que se presentan a los miembros para no respetar su cuota de producción. El cartel ha sido definido como un "pacto entre caballeros, que casi nunca lo son".

En concreto, los países de la OPEP tienen una capacidad mayor de lo que la cuota permitiría; y con la alta estructura de precios imperante podían obtener ingresos mayores para proporcionar mayores progresos económicos a sus ciudadanos. Sin embargo, con esta práctica, el intento de restringir la oferta, que propiamente daba sentido al cartel, se nulifica. Si a lo anterior añadimos la menor demanda de petróleo debida a la recesión económica, el desarrollo de nuevas fuentes de energía y el ahorro de combustible, además del incremento de la producción de los países no pertenecientes al acuerdo, el cartel se hunde en una situación sumamente inestable, no solamente con igual oferta sino sobre todo con menor demanda.

De 1980 a 1984, los ingresos de los trece Estados miembros de la OPEP se redujeron sustancialmente. El futuro del cartel está sujeto a las disputas internas acerca de las cuotas de producción que determinan la participación de cada país en el mercado; quizá Nigeria, con sus altas necesidades de efectivo, abandone la OPEP para aumentar su producción; también es incierta la situación de Indonesia, Venezuela, Argelia y Libia. La mayoría de los pronosticadores afirman que en la década de los noventa la demanda aumentará, beneficiando a la OPEP. Pero entre tanto la OPEP se verá sometida a pruebas, quizá más allá de sus límites.

Arabia Saudita ya no oculta la tensión. Durante la mayor parte de 1985 la producción total de la OPEP disminuyó en 12%, por debajo del tope impuesto de 16 millones de barriles diarios, debido casi en gran parte a que la producción saudita se ha desplomado cerca de un 40%, para situarse en 2.5 millones de barriles diarios. Arabia Saudita siente ahora una necesidad física de producir más petróleo; también existe una necesidad política, ya que los empresarios sauditas, inclinados a iniciar todo tipo de empresas poco lucrativas en la década de 1970, han podido aceptar cierta reducción de los subsidios gubernamentales, pero no reaccionarán amablemente a la proliferación de las quiebras de sus empresas. De esta manera, si otros miembros de la OPEP no aceptan rápidamente reducir su producción petrolera a fin de permitir que Arabia Saudita logre una participación mayor en el mercado, entonces los sauditas arrebatarán dicha participación sin ningún acuerdo previo, hasta que la producción saudita alcance una cifra aceptable

del orden de cuatro millones de barriles diarios como mínimo, o bien, desencadenando una guerra de precios. Hasta ahora, Arabia Saudita ha permitido cierto orden en la organización, debido a que ajusta su producción, normalmente disminuyéndola, para darle estabilidad a los demás países del cartel. Si Arabia Saudita abandona esta actitud, posiblemente ningún otro productor sea lo suficientemente grande para desempeñar soportablemente ese papel.

El cartel se halla en problemas debido a que la producción de los países no miembros de la OPEP se ha elevado considerablemente, incluso mientras la demanda se debilita. La producción fuera de la OPEP creció en un 2.2% de 1979 a 1984, alcanzando 24 millones de barriles diarios, mientras la demanda mundial disminuía de 51.2 a 45.7 millones de barriles diarios. Atrapada en medio de esto, la producción de la OPEP disminuyó de los 31.5 millones en 1979 a los 18.3 millones en 1984, y su participación en la producción petrolera en el mundo no comunista disminuyó de tres quintas partes a dos (12).

Entre 1973 y 1985, los países no pertenecientes a la organización han ganado más de veinte puntos porcentuales en el total de la producción, la cual en un 70% ya les corresponde, aunque en realidad este porcentaje subestima al cartel (Cuadros 21 y 22). Desde el primer shock petrolero se hizo cada vez más rentable el explotar los pozos petroleros en varios países fuera del cartel, es decir, con los grandes aumentos de precios se incentiva su extracción y se podría favorecer a estos países no miembros a través de los altos precios, sin pertenecer a la OPEP. Para muchos analistas, las causas de la inestabilidad del acuerdo petrolero se hallan precisamente en la alteración de las cuotas de producción asignadas y en los incrementos en la extracción de países fuera de la OPEP, como México, Reino Unido, Noruega, Trinidad y Tobago, etcétera.

En 1986, el mercado petrolero ha decaído excesivamente; de ser un mercado de oferentes ha girado hasta ser dominado por los demandantes. Tal vez sólo se haya cumplido la antes aludida inestabilidad del cartel como estructura de mercado. De cualquier forma, el mercado, aunque con precios en picada, sigue un comportamiento incierto, entorpeciendo la planeación y cooperación internacional.

CUADRO 22 Precios del petróleo⁽¹⁾

		1982	1983	1984	1985	1986 ⁽²⁾
Total OPEP		33.54	28.59	28.43	27.81	13.48
Arabia Saudita	(34o.) [*]	34.00	29.00	29.00	28.00	15.22
	(27o.)	31.00	26.00	26.50	26.00	12.95
Irán	(34o.)	31.20	28.00	28.00	28.05	15.54
Irak	(36o.)	34.83	29.83	29.83	28.18	11.20
Nigeria	(37o.)	35.50	30.00	28.00	28.65	17.87
Indonesia	(34o.)	34.53	29.53	29.53	28.53	11.75
Venezuela	(26o.)	32.88	27.88	27.88	27.10	13.70
Egipto	(30o.)	32.50	27.50	27.50	26.15	12.56
Resto del Mundo		31.72	28.65	28.16	26.14	13.05
Reino Unido	(38o.)	33.50	30.00	28.65	26.00	14.85
México	(33o.)	32.50	29.00	20.00	26.21	14.00
	(22o.)	25.50	25.00	25.50	21.93	9.26
Egipto	(33o.)	31.00	28.00	28.00	26.70	12.00
Unión Soviética	(32o.)	31.20	28.60	28.00	28.15	11.95
Total mundial		33.00	28.61	28.33	27.10	13.33

(1) Dólares por barril.

(2) Datos para la semana que finaliza el 16 de mayo de 1986.

(*) Las cifras entre paréntesis después de los nombres de los países se refieren a la densidad API.

Fuente: *Boletín de Economía Internacional*, Vol. XII, Núm. 2, Banco de México, abril-junio, 1986.

p. 79

Se espera que en el primer semestre de 1987 el precio del crudo se establezca en una franja entre los 14 y 18 dólares por barril. Desde luego esto no le dará al marco energético la deseada estabilidad.

Todos deseamos en lo futuro un crecimiento económico mundial sostenido, tanto en países más desarrollados, como en los menos desarrollados, así como un mayor comercio internacional. Sin embargo, para lograr tales objetivos es necesario un marco energético menos incierto. Existen oportunidades para eludir las consecuencias de una posible escasez, si las naciones enfrentan conjuntamente los problemas. El mundo tendrá que disminuir su dependencia del petróleo, optando por otras fuentes de energía, que es preciso em-

pezar a desarrollar a gran escala si es que deseamos que los efectos económicos sociales y psicológicos de la carencia del petróleo no sean tan severos.

Las fuentes energéticas en México

La producción de petróleo en México ha crecido sustancialmente en los últimos años: en números redondos se producían, en 1960, aproximadamente, 100 millones de barriles al año; en 1975, 260 millones; y en 1982, 1000 millones de barriles. De esta forma, el petróleo se ha convertido en el activador fundamental de la economía mexicana, al extremo de representar las dos terceras partes de las exportaciones totales del país (13).

México destaca frente al mundo en el sector energético; sobresale en los siguientes aspectos:

- Su producción petrolera se ha triplicado en los últimos 7 años.
- Es el cuarto productor mundial y también el cuarto exportador mundial de petróleo.
- Ocupa el cuarto lugar de reservas probadas a nivel mundial, después de Arabia Saudita, Kuwait y la Unión Soviética.
- Su capacidad eléctrica instalada se ha triplicado, de 1970 a 1985; en el mismo periodo, la red de distribución ha alcanzado 20 millones de nuevos usuarios (Cuadros 23 y 24).

El grave problema es que la generación de los otros tipos de energía —incluyendo a la energía eléctrica— que sirven para operar en México, la planta industrial y el transporte, procede en un 93% del petróleo y gas natural.

La situación es comparada con la de 1970, cuando el 58% de la energía producida era derivada de los hidrocarburos. Hacia el año 2000 esta dependencia seguirá prevaleciendo, y en el mejor de los casos, el Programa Nacional de Energía esperará reducirla a un 73 o 78% buscando utilizar otras fuentes energéticas como la hidráulica, nuclear, geotérmica y la utilización de plantas termoeléctricas que utilicen carbón.

Asimismo, de continuar las tendencias actuales, para el año 2000 la demanda de energía será superior en un 200% a la de

CUADRO 23 Producción de petróleo crudo en México (miles de barriles)

Año	Producción	Año	Producción
1950	72 422	1968	142 360
1951	77 308	1969	149 860
1952	77 278	1970	156 586
1953	72 433	1971	155 911
1954	83 651	1972	161 367
1955	89 395	1973	164 909
1956	90 660	1974	209 855
1957	88 226	1975	261 589
1958	93 533	1976	293 117
1959	96 393	1977	358 090
1960	99 049	1978	442 607
1961	106 784	1979	536 926
1962	111 849	1980	708 593
1963	114 867	1981	844 241
1964	115 576	1982	1 003 084
1965	117 959	1983	891 222
1966	121 149	1984	1 024 341
1967	133 043		

Fuente: Estadísticas Históricas de México. Tomo I. Secretaría de Programación y Presupuesto. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, 1985, p. 455.

CUADRO 24 Reservas de petróleo crudo (millones de barriles)

Arabia Saudita	166 000
Kuwait	63 900
Unión Soviética	63 000
México	57 096
Irán	51 000

Fuente: Petróleos Mexicanos. Anuario Estadístico 1983. México, 1984.

1983, suponiendo un crecimiento de la demanda de 6 a 7% anual, en buena medida por el aumento poblacional y también por el desarrollo económico consecuente.

El exceso de petróleo en el mundo y la consecuente baja del precio afectará fuertemente a México en lo que resta de la presente década, tanto por la disminución de los ingresos del gobierno, como

por la contracción en la generación de divisas. México está obligado a replantear su estrategia de desarrollo a mediano y largo plazos. La presente crisis se convierte en una gran oportunidad para aprovechar los recursos del país —especialmente los humanos— para el establecimiento de plantas industriales intensivas en mano de obra. Con ello disminuirá el enorme peso del petróleo como generador de divisas en la economía nacional, pero sin dejar de ser fundamental para las necesidades energéticas internas. De tal manera que las reservas probadas actuales nos permitirán ser autosuficientes hasta las primeras décadas del siglo veintiuno.

Aún así, México no debe descuidar el fomentar el desarrollo de nuevas fuentes de energía, pues sin duda será la energía atómica a nivel internacional la de mayor desarrollo.



FACULTAD INGENIERIA

908163

El carbón

A escala internacional, la actual incertidumbre y altibajos en el mercado petrolero y, en el futuro, el estancamiento e incluso el decaimiento en la producción del crudo harán necesario el desarrollo de nuevos combustibles de sustitución. En teoría, el carbón podría ser para muchos países uno de los principales energéticos llamados a cerrar la brecha. Sin embargo, muchos especialistas en fuentes de energía mencionan insistentemente que el carbón —en comparación con el petróleo, el gas, la electricidad o la energía atómica— ha sido un energético sucio y difícil de distribuir y utilizar. Además, es un recurso no renovable. Existe una fuerte resistencia —principalmente por los ecologistas— para evitar que se quemé, tomando en cuenta la contaminación que produce y el consiguiente daño a la salud.

En los países desarrollados, el uso del carbón ha descendido sostenidamente en proporción con el total de la energía utilizada; al tiempo que las industrias y los consumidores particulares han decidido utilizar otros combustibles más limpios y convenientes (14).

Se ha dicho que el carbón puede ser una fuente para derivar gas y combustible líquido sintético, ambos fáciles de usar, pero el costo de ellos es elevado, proviniendo de un recurso no renovable.

El carbón es abundante en el mundo. Las reservas probadas mundiales se han calculado en unos 700 mil millones de toneladas

métricas (aproximadamente tres billones de barriles de petróleo). Las reservas potenciales son mucho mayores aún, posiblemente alcanzando, comparativamente, el valor de 12 billones de barriles de petróleo. No obstante, las reservas conocidas de carbón están distribuidas de forma muy desigual. Tres países —Estados Unidos, Unión Soviética y China— generan el 60% de la producción carbonífera mundial actual, y otro 15% lo aportan Polonia, Alemania Occidental y Gran Bretaña; existe también un considerable potencial para el desarrollo del carbón en África y Sudamérica. Históricamente, se ha tenido la tendencia a cesar en las exploraciones para el carbón cuando se han encontrado las reservas suficientes para cubrir las necesidades locales. En lo futuro, al reducirse la disponibilidad de petróleo, quizá haya más incentivos para incrementar la exploración de nuevos yacimientos de carbón. Esto tendría significación para los países en desarrollo, que podrían explorar sus recursos de carbón, reduciendo con ello sus necesidades de importación de petróleo. Por añadidura, las exportaciones de carbón pudieran ser un rubro adicional de generación de divisas (15).

Es muy posible la existencia de abundantes reservas de carbón en muchos países del mundo, pero será sumamente difícil que pueda extraerse con la debida prontitud, tomando en cuenta: las grandes inversiones requeridas (en excavaciones, equipo, transporte), la necesidad de atraer mano de obra para las minas profundas, mejorando las condiciones de trabajo y la necesidad de incrementar la productividad. En caso de que efectivamente se explotaran tales reservas tendrían que adoptarse medidas protectoras del medio ambiente, y en especial hacer comprender mejor los efectos a largo plazo de la incineración de combustibles fósiles sobre el clima en nuestro planeta.

Por todo lo anterior el carbón no parece ser una de las fuentes de energía que solucionará la actual crisis de combustibles, sobre todo con miras más allá del año 2000.

El gas natural

El gas natural es un combustible limpio y conveniente, se adapta fácilmente al empleo doméstico, al uso comercial y a las aplica-

ciones industriales que explotan las propiedades físicas y químicas específicas del gas. Las reservas mundiales son amplias y no es probable que su producción se limite dentro de los próximos 25 años. Sin embargo, el futuro papel para el gas natural, como fuente energética, estará determinado, más que por la cuantía del recurso, por los problemas de transporte y la distribución de gas desde el propio pozo hasta el consumidor, y por la actitud de los productores hacia la exportación, con sus consecuentes implicaciones a nivel internacional.

Hasta la fecha, la forma más común de enviar el gas natural es por medio de gasoductos, directamente del productor al consumidor; pero estas costosas redes de tuberías se justifican solamente allí donde existen a la vez amplias reservas y una demanda segura. México, en este campo, ha construido una red interna de distribución de gas que le permite aprovechar sus grandes yacimientos, los cuales representaban en 1982 el 42.5% de la producción para el mercado doméstico.

Actualmente, la dependencia con respecto al gas natural difiere mucho de un país al otro: desde prácticamente cero en Suecia, Dinamarca y Japón, hasta casi el 30% en Estados Unidos y el 47% en los países Bajos, donde las reservas son abundantes (16).

Las reservas mundiales de gas están situadas muy lejos de los mercados actuales, sobre todo los de Europa Occidental, Japón y América del Norte. Debido al problema del transporte y a factores de índole política —como la excesiva dependencia de la OPEP—, el comercio internacional del gas natural ha tenido un lento desarrollo. Sin embargo, vale la pena hacer grandes esfuerzos para superar los problemas que limitan su expansión.

Desde la perspectiva de los recursos, la producción potencial de la OPEP podría cubrir las necesidades de los mayores países consumidores en el año 2000, pero el crecimiento de este tipo de comercio está condicionado por la incertidumbre de las actitudes de los gobiernos en el Medio Oriente, y por la disponibilidad de capital para las inversiones necesarias y las repercusiones de posibles accidentes. Con todo, parece ser que en los próximos años no habrá un "boom" en la utilización de gas natural, optándose en cambio cada vez más por fuentes renovables de energía.

Otros combustibles fósiles

Combustibles fósiles como el petróleo pesado, arenas petrolíferas y petróleo de esquistos, son fuentes de energía cuya utilización pudiera aligerar el shock energético del futuro, porque pueden convertirse en combustibles líquidos de manejo similar al del petróleo crudo convencional y ser utilizados con la estructura energética existente.

Los recursos de estos combustibles fósiles son extensos, pero su producción es aún baja, por varios motivos: los costos de capital y operación superan a los del petróleo convencional, y su explotación es más contaminante, además de los precios bajos del petróleo convencional desincentivan a los posibles productores. Sin embargo, el mercado petrolero es incierto e inestable, y por tanto no se debe olvidar la existencia y posibilidad de estos otros recursos energéticos.

El petróleo pesado — junto con las arenas petrolíferas — constituye una importante reserva de combustible. Por su característica de ser muy espeso no se mueve hacia la superficie hasta que es bombeado (por ejemplo, con vapor), lo cual implica un procedimiento relativamente lento y costoso (en comparación con los precios actuales del crudo convencional); quizá si los precios de éste logren un gran repunte a mediano plazo, se estimule la producción de aquél).

Se tiene conocimiento de importantes recursos de petróleo pesado y arenas petrolíferas, principalmente en Venezuela y Canadá, equivalentes a unos 800 mil millones de barriles, pero, como se dijo antes, para obtener una producción en gran escala habrá que vencer obstáculos técnicos, sociales, financieros y del medio ambiente (17).

El otro combustible fósil es el petróleo de esquistos. Las mayores reservas se encuentran en Estados Unidos, Brasil, Unión Soviética, China y Suecia. Con la tecnología conocida se podría obtener petróleo de esquistos pizarrosos, pero a costos bastante superiores al precio actual del crudo importado; y su utilización trae consigo problemas de contaminación ambiental.

En general, podemos decir que los combustibles fósiles no son una respuesta definitiva a la crisis energética. Su papel más bien consiste en aligerar la transición hacia fuentes energéticas renovables.

Gasohol

Otra fuente de energía considerada como una alternativa futura era el gasohol, producto de la mezcla de gasolina y ethanol o alcohol etílico. Se había pensado que provocaría una disminución en la dependencia del petróleo, pero la realidad es que —sobre todo en los países desarrollados— no ha sucedido así.

Por ejemplo, un granjero norteamericano tiene que importar un barril de petróleo crudo para destilar un quinto de barril de gasolina, que mezcla con ethanol para producir dos barriles de gasohol; después gasta su último galón de gasohol como combustible en el tractor, con el que labra su tierra; de esa manera cosecha más granos para llevar a la destilería y finalmente producir más gasohol. Se necesitan por lo menos dos galones de gasolina para que un granjero plante, fertilice, cultive y transporte suficientes granos para destilar un galón de ethanol, el cual necesita para producir más gasohol. El negocio no es redituable (18).

El entusiasmo por el gasohol en los países no industrializados, se inició porque logró un relativo éxito al utilizarlo, pero ahí no se utilizan tantos tractores, no se usa fertilizante derivado del petróleo, ni abundan los insecticidas o herbicidas también derivados del petróleo, sino que utilizan más abonos naturales y la agricultura no está tan mecanizada. En general, el gasohol difícilmente solucionaría los requerimientos de los países desarrollados; quizá pudiera usarse en los países en desarrollo, con maquinaria poco sofisticada, pero aún en ellos no representa una solución definitiva, sino un alargamiento de la vida del petróleo.

Energía hidroeléctrica

La hidroeléctrica es actualmente una de las más importantes fuentes de energía en gran parte del mundo. Y se espera que su aporte en el suministro del futuro crezca aún más.

La mayor parte de las perspectivas de expansión hidroeléctrica surgirán muy probablemente en las regiones en vías de desarrollo, donde se calcula que sólo se ha explotado un mínimo de las posibi-

tidades. Las estimaciones son conservadoras, porque el crecimiento se limita debido a la localización y construcción de las plantas; no obstante, se espera superar el equivalente de un millón de barriles diarios de petróleo en 1972, hasta una producción máxima de 4.5 millones de barriles diarios de petróleo para fines del presente siglo.

En el mundo desarrollado, el crecimiento de la hidroelectricidad será menor que en los países en desarrollo, porque los potenciales hidroeléctricos más favorables ya se han aprovechado; por ello se estima que la expansión en Europa Occidental, Japón y Norteamérica alcance niveles equivalentes de 5 a un máximo de 7.5 millones de barriles diarios de petróleo en el año 2000 (19).

La hidroelectricidad seguirá teniendo un lugar importante dentro de la gama de las fuentes energéticas; pero no será la fuente principal de energía del mundo en el siglo XXI.

Energía solar y otras fuentes renovables

Las fuentes energéticas a base de calor solar, electricidad solar, la energía eólica, la de las mareas y otras, han tenido un fuerte financiamiento para su investigación, sobre todo en los países desarrollados, donde insistentemente se han planteado estas fuentes de energía como solución a la carencia de petróleo que se vislumbra para las primeras décadas del siglo XXI. Sin embargo, aún no se han logrado los avances tecnológicos que en estos países se hubiera deseado. Para convertir luz en electricidad se requiere de exóticos colectores y complejas células solares que aún resultan costosos (20).

Existen también problemas técnicos —especialmente cuando ocurren periodos sin sol o sin viento—, y en cuanto a la captación y posibilidades de aprovechamiento hay grandes diferencias entre los países, incluso entre regiones ubicadas tan sólo a unos cuantos kilómetros de distancia. A pesar de estos obstáculos, se puede pensar que en el futuro la energía solar, eólica y de recursos renovables, al igual que la atómica, serán la solución a la crisis energética. Una

buna parte de los recursos para investigación y desarrollo en los países industriales y personal sumamente calificado se dedican a implementar para los próximos años grandes avances técnicos, disminuyendo paulatinamente los costos.

Por ahora, el total de energía disponible por este medio resulta relativamente pequeño, pero su potencial es enorme; en el futuro cercano jugará un papel sumamente importante, en razón del gran número de personas, especialmente del Tercer Mundo, que se beneficiarán con ella.

La investigación, desarrollo y aplicación de los sistemas de energía renovable merecen prioridad en todos los países. Tienen un puesto fundamental por desempeñar más allá del año 2000, a medida que se acentúe la decadencia del petróleo y del gas natural, y especialmente si el carbón y la energía nuclear son obstaculizados por limitaciones de recursos o por restricciones de seguridad o de contaminación del ambiente (21).

Energía nuclear

La energía nuclear tiene las más altas probabilidades de ser una de las mayores fuentes energéticas alternas fundamentales para el futuro. Independientemente de la gran manipulación social a que ha dado lugar, llegará a representar del 10 al 15% del total de la oferta energética en los inicios del siglo XXI, suministrando una gran parte de la energía mundial y aliviando sustancialmente la presión sobre los combustibles fósiles. Esta energía será generada por 500 o 600 reactores en 36 países. La generación equivalente de las centrales de energía accionadas por petróleo requeriría de unos 10 millones de barriles diarios, lo que equivale a una buena parte de la producción actual del mismo (22).

La confianza en la energía atómica se basa en el costo relativamente bajo de la electricidad nuclear, en la creciente capacitación de las personas y en la cada vez mayor seguridad existente en las plantas nucleares. Todo esto hace que muchos especialistas en energía consideren a la energía atómica como la verdadera respuesta a la crisis de combustible que enfrentamos, a pesar del serio accidente ocurrido en la planta de Chernobyl, en la Unión Soviética.

Es necesario construir reactores nucleares comerciales para propiciar el uso a gran escala de este tipo de energía, apoyados en el hecho de que el 80% del uranio utilizado en los reactores se puede reaprovechar; de tal manera que usando los reactores nucleares en realidad se está ahorrando uranio. Actualmente existe una avanzada tecnología, y las pruebas experimentales han sido muy satisfactorias en los últimos años. Pero un amplio y sostenido crecimiento nuclear sólo se podrá lograr mediante una exploración más extensa y minería e instalaciones para enriquecimiento del uranio; se precisa, igualmente, ulteriores investigaciones y demostraciones para poder escoger entre los métodos más aceptables de reprocesamiento del combustible y que se localicen los lugares adecuados para la acumulación de los desperdicios (23).

No obstante, el carácter típico de la energía nuclear como fuente de radiactividad y su potencial para la destrucción ha originado en muchos países una seria resistencia a la proliferación de las plantas de energía nuclear. El debate sobre estas cuestiones se ha generalizado y tiene lugar con más intensidad e insistencia en Europa y Norteamérica. Quizá la preocupación más grave tiene que ver con la manera de contener la radiactividad. El transporte, almacenamiento y tratamiento seguro de los residuos del combustible y los resultantes desperdicios altamente radiactivos durante miles de años, son causa de preocupación y discusión, a tal grado que en Suecia y Estados Unidos se ha prohibido, al menos temporalmente, la proliferación de plantas nucleares. Otros países, en cambio, como Francia, Japón y la Unión Soviética, continúan su desarrollo y avanzan hacia una segunda era nuclear: obviamente, la necesidad de la fisión como fuente de energía en los próximos quince o veinte años, depende de la abundancia de otros combustibles y fuentes alternativas energéticas. Si aceptamos que el abastecimiento de petróleo seguirá siendo incierto y que finalmente desaparecerá por ser un recurso no renovable, que la energía solar no se adoptará rápidamente, y que el carbón sólo se utilizará en aquellos países que poseen depósitos locales, entonces parece ser que a la luz de los desarrollos tecnológicos actuales habrá una reconsideración social acerca de los riesgos y las ventajas de la energía atómica, decidiéndose por incrementar las medidas de seguridad y sobreviniendo finalmente la ineludible proliferación de plantas nucleares.

Conservación de la energía

La conservación de la energía debe constituir el punto de partida para políticas energéticas racionales. Tanto las industrias como los gobiernos han dado ya pasos importantes hacia la conservación, entre ellos: medidas fiscales, nuevos ordenamientos, precios realistas, designación de administradores para la energía, etcétera. El considerable potencial para la conservación, aunque con muchas variaciones entre naciones, depende del efecto combinado de los precios de la energía, la acción gubernamental, los cambios estructurales dentro de la economía y del resultado de un sinnúmero de decisiones por parte de muchos usuarios, grandes y pequeños. Todo ello implica que la conservación no sea cosa tan fácil como pudiera parecer a primera vista.

Cabe esperar que la demanda de combustible continuará creciendo a la par del crecimiento económico, aunque más lentamente que en el pasado, por varios factores, entre ellos: los efectos de saturación en algunos usos industriales domésticos en las economías más adelantadas, el incentivo para el aprovechamiento más eficaz de la energía, aumentos de precios y medidas gubernamentales para contener el consumo merced a mejoras en la eficacia. Sin embargo, parece ser que habrá sólo un decremento relativamente pequeño de utilización de energía en comparación con el crecimiento del Producto Mundial Bruto, en gran medida porque crecerán los requerimientos de países en desarrollo.

Aparentemente, en los países desarrollados será posible lograr un ahorro considerable de energía. En efecto, la conservación de la energía de cualquier tipo puede muy bien ser la mejor alternativa energética disponible para todos.

Con todo, la conservación es una cuestión compleja, porque tanto las oportunidades como las limitaciones difieren mucho de país a país y entre los sectores que la utilizan (24).

La eficacia media de los automóviles, medida en kilómetros por litro, ha tendido a mejorar sustancialmente. Igualmente se esperan mejoras en los factores de carga del transporte aéreo en la mayoría de los países. En el sector industrial, muchos equipos proyectan optimizar la utilización de la energía respecto del valor añadido a la producción en cerca del 1% anual, hasta el fin del siglo e incluso después.

Las metas para la conservación de energía en viviendas y oficinas varían mucho de país a país, en razón de los climas y de los niveles de vida actuales. Sin embargo, se proyecta una reducción sustancial de la demanda por mejores niveles de aislamiento y mayor eficacia de los equipos de control y de combustión, especialmente en los Estados Unidos y los países escandinavos.

Si se han de lograr ahorros de consideración habrá que adoptar compromisos sostenidos con intensidad. Para que la conservación de energía tome cuerpo es necesaria la participación de la industria, el gobierno y de los particulares. La conservación, sin lugar a dudas, debe desempeñar un papel clave en las estrategias mundiales y nacionales hasta el fin del siglo XX y aún más allá.

Oferta y demanda de energía para el año 2000

Según estimaciones realizadas por la Chevron Corporation sobre las perspectivas del consumo de la energía en el mundo para el año 2000, se estima que el crecimiento anual promedio será de 2.4% al año en el mundo no comunista. El petróleo representa entre el 4% y el 5% de esta tasa de crecimiento. En los Estados Unidos, por ejemplo, se pronostica un crecimiento anual en el consumo de 1.4%, con un incremento del petróleo de tan sólo 0.6% anual. En Europa Occidental, el uso de energía se espera que crezca un 2% anual, incremento que en su mayor parte corresponderá a combustibles no petroleros. El crecimiento más rápido ocurrirá en las regiones subdesarrolladas de África, Medio Oriente y especialmente en el Sureste de Asia. El bloque Soviético y China también registrarán tasas de crecimiento superiores al promedio (25).

Los datos anteriores pronostican un mejor empleo de la energía, sobre el supuesto de que la demanda crecerá en un valor equivalente al de dos tercios del crecimiento económico — calculado en una tasa promedio de 3% al año, a nivel mundial, a partir de 1986, que varía de un 2% en Europa Occidental a un 5.5% en los países en desarrollo del Sur y Este de Asia—. Por otro lado, el crecimiento del gasto de petróleo podrá mantenerse a un nivel relativamente bajo de tan sólo el 1.2% anual, que corresponde a la mitad de la tasa pronosticada para el total de las fuentes de energía, disminu-

yendo adicionalmente la participación que tiene el petróleo en la oferta total energética, hasta llegar a representar el 40% de la misma. (Véase Cuadro 25.) La disminución del gasto de petróleo la absorbe básicamente la generación de energía nuclear.

En el crecimiento anual promedio de 1.4% del consumo energético, al ser analizado por regiones, se destacan los países en desarrollo por encima de los países industrializados, con excepción de Japón, cuyo crecimiento industrial ha sido pronosticado para efectos del estudio citado en un 5% anual, que se traducirá en un aumento del consumo de energía de 2.4% por año —justo el promedio mundial—, expandiéndose con especial rapidez la generación de electricidad.

Hemos dicho que considerando la enorme magnitud de las necesidades energéticas de los Estados Unidos, en comparación con los demás países, el monto de sus recursos internos y su capacidad para pagar altos precios provoca que su política energética tenga una importancia decisiva para el resto del mundo. Tomando esto en cuenta, Chevron calcula que el consumo de la energía en ese país se elevará del equivalente a 35.2 millones de barriles diarios de

CUADRO 25 Fuentes de energía en el mundo no comunista

	Cambio porcentual anual		Participación porcentual	
	1984-2000	1973	1983	2000
Petróleo	1.2	56	49	40
Gas	2.8	18	17	18
Sintéticos	7.2	0.1	0.4	0.9
Carbón	3.4	18	20	23
Hidroeléctrica	2.4	7	10	10
Nuclear	6.2	1	4	8
Solar	14.5	0	0	0.3
Total	2.4	100.1	100.4	100.2

Fuente: Croll, Donald O., Supply and demand to year 2000. Petroleum Economist, XI-84, pp. 405 y 406.

petróleo en 1983 a 44.8 millones de barriles diarios de petróleo en el año 2000, lo que implica un crecimiento de 1.4% anual, que se abastecerá principalmente por incrementos en la utilización del carbón y de la energía atómica. En términos relativos, la participación de Estados Unidos en el consumo de energía mundial decrece del 38% en 1983 al 32% en el año 2000. (Véase Cuadro 26.)

En Europa Occidental se espera que la utilización de energía crezca un 2% anual, correspondiendo este incremento en su mayor parte a combustibles no petroleros; y se pronostica también que se disminuirá la participación porcentual en el consumo de petróleo de 26 a 24% desde 1983 hasta el año 2000, mientras que la participación realizada en el consumo de energía total se espera que disminuya del 26 al 25% durante el mismo lapso.

Como dijimos, en contraste con la disminución en la utilización de energía del mundo desarrollado, las regiones en desarrollo aumentarán su consumo: el estudio realizado por Chevron Corpora-

tion estima que los países menos desarrollados de África, Asia, Medio Oriente y América Latina registrarán un crecimiento agregado en su consumo energético de 4.1% al año, y su utilización de petróleo se elevará en un 2.2% anual.

Se ha pronosticado, por otra parte, un crecimiento en el consumo de energía en la Unión Soviética de 2.8% anual, y en China de 4.3%, lo cual coloca a ambas por encima del promedio mundial de 2.4% al año.

Los cambios pronosticados por Chevron en el patrón de suministro de energía en el mundo no comunista se presentan en el Cuadro 24. Se puede observar que la participación porcentual del petróleo decrece en buena medida, compensándose con incrementos en el carbón y en la energía nuclear. Se espera que la energía solar tenga incrementos porcentuados al año en orden de 14.5%, lo que significa que su desarrollo será cada vez más importante, principalmente en el mundo industrializado.

CUADRO 26 Consumo en el mundo no comunista

	Energía		Petróleo			
	Crecimiento anual (%)	Participación porcentual	Crecimiento anual (%)	Part. porcent.		
	1984-2000	1983-2000	1984-2000	1983	2000	
Estados Unidos	1.4	38	32	0.6	33	31
Otros países del Hemisferio Occidental	3.0	12	14	2.0	13	15
Europa Occidental	2.0	26	25	0.9	26	24
África	3.5	4	4	2.0	4	4
Medio Oriente	3.6	3	4	2.2	5	6
Japón	2.4	8	8	0.7	10	9
Otros países del Lejano Oriente	5.4	7	11	1.4	7	9
Oceania	3.2	2	2	1.6	2	2
Total	2.4	100	100	1.2	100	100

Source: C. O. Donald O. Supply and demand to year 2000. Petroleum Economist, XI-83, pp. 405-410.

Computadoras, telecomunicaciones y nuevas tecnologías

Los cambios tecnológicos a nivel mundial no sólo involucran el desarrollo de nuevas fuentes energéticas, sino que conllevan una amplia diversidad de campos que han irrumpido novedosamente en el mundo: robótica, computadoras, telecomunicaciones, biotecnologías, etcétera. La gestación de estos avances es una antigua historia que incide fundamentalmente sobre la economía del mundo y sobre las ocupaciones de los hombres. La vida se transforma a la par de la transformación tecnológica, y en la época contemporánea ninguna nación puede marginarse de esta realidad.

El sistema numérico binario basado en ceros y unos, se inventó aproximadamente hace 4000 años en Babilonia. El origen del ábaco también se remonta a esta región, aunque comúnmente se sabe de ábacos en China por lo menos hace 2500 años. En nuestros días, el ábaco continúa siendo de utilidad en algunos pequeños negocios y en las escuelas elementales, donde los niños aprenden aritmética.

A través de la historia encontramos que muchas sociedades desarrollaron métodos para representar las cantidades, algunos de estos métodos tenían como base los números 5, 8, 10, 20 y 64. Casi todas las sociedades actuales usan el sistema arábigo de numeración, que es un sistema decimal o base diez, para representar la información; las computadoras utilizan el sistema binario.

En el siglo XIV, un monje llamado Luca Pacciola desarrolló y aplicó el concepto de partida doble, estableciendo los cimientos de la moderna contabilidad, la cual, hoy en día, se ha adaptado a la computadora, posibilitando el análisis de grandes volúmenes de información financiera para presentarla en formatos accesibles (26).

En el año de 1642, el francés Blas Pascal inventó un dispositivo mecánico que funcionaba como sumadora; el mecanismo se construyó con engranes que representaban los números del 0 al 9. Operando de manera similar al odómetro de los automóviles actuales. Este intento de Pascal fue uno más en la historia del hombre para desarrollar un dispositivo mecánico que pudiera efectuar operaciones aritméticas (28).

La primera calculadora que podía multiplicar y dividir apareció en 1822. En 1833, Charles Babbage trabajó en la llamada Máquina Analítica, que podía resolver cualquier fórmula matemática y que inspiró la construcción de las nuevas computadoras eléctricas.

En 1937, en la Universidad de Harvard, H. Aiken desarrolló un equipo llamado Mark I, que constituyó el prototipo de las computadoras modernas. Por otro lado, en la Universidad Estatal de Iowa, en los años treinta, ocurrió un hecho menos conocido: se construyó una máquina electrónica predecesora de la Mark I, bajo la supervisión de John V. Atanasoff. De esta manera se establecieron las bases para la computadora ENIAC (calculadora e integradora numérica de Pennsylvania). La Segunda Guerra Mundial generó una intensa investigación y desarrollo en el campo de las computadoras, y la ENIAC fue la primera de estas máquinas completamente electrónicas.

Los avances en el campo de la tecnología de computadoras proliferaron a principios de los años cincuenta. En 1951 se presentó una enorme máquina: la UNIVAC I (computadora universal automática), la primera computadora comercialmente disponible. La UNIVAC I fue característica de la llamada primera generación de

computadoras, construidas a base de grandes y voluminosos bulbos, los cuales generaban tanto calor que requerían cuartos con aire acondicionado. A pesar de su espectacularidad, la primera generación de computadoras era difícil de programar y tuvo una utilización restringida.

La década de los sesentas trajo consigo la segunda generación de computadoras, que utilizaban transistores en lugar de bulbos; las computadoras se volvieron más rápidas y pequeñas y más fáciles de programar. El progreso siguió hasta la primera máquina calculadora de bolsillo que apareció en el mercado en 1969.

La tercera generación de computadoras se empezó a desarrollar en los últimos años de los sesentas. Las máquinas se construían a base de circuitos integrados en miniatura, contando con mayores capacidades de entrada y salida, enormes almacenamientos internos y velocidades de operación de fracciones de segundo. Los lenguajes de programación para la tercera generación son relativamente fáciles de aprender, así que más gente ha podido conocerlos y aplicarlos en un sinnúmero de tareas.

Las minicomputadoras son pequeñas computadoras desde el punto de vista físico, usan lenguaje de programación accesible y cuestan considerablemente menos que los sistemas más grandes. Después de éstas aparecieron las microcomputadoras, sistemas de computación pequeños, altamente especializados y con una aplicación cada vez mayor, incluso en el hogar.

Los avances en la computación son inverosímiles; actualmente se cuenta con pequeñas computadoras que procesan cinco millones de operaciones por segundo, y se espera que para la década de los noventa realicen 200 millones de operaciones por segundo.

Las modernas computadoras también pueden usar equipos de alta velocidad para imprimir la información y ponerla a disposición de los usuarios rápidamente. Uno de los impresores más novedosos emplea rayos láser y chorros de tinta, imprimiendo hasta 18.000 líneas por minuto, esta máquina puede igualmente reproducir formas y variar el tamaño de la letra (27).

En un periodo muy corto de tiempo —un poco más de una generación humana— en que la computadora ha sido introducida a gran escala, los mejoramientos y cambios en el procesamiento de la información se han desarrollado tan rápido, que aún los expertos

se asombran de los avances logrados. "Boris", una computadora creada en la Universidad de Yale, puede leer historias en el idioma inglés y responder cuestiones acerca de ellas, inclusive dentro de un cierto contexto emocional de las palabras.

Nuevos avances

Los científicos de Xerox han desarrollado programas computacionales que funcionan como una especie de tutores: diagnostican errores de los niños en aritmética y les señalan sus aciertos (28).

Para algunas personas, los increíbles adelantos en la computación significan un cambio tan arrollador en la sociedad actual como aquéllos que sufrió la cultura en el pasado ante la invención de la escritura y la imprenta. Otras personas, en cambio, ven en el desarrollo de la computación tal poder de control que significa una seria amenaza para la familia y la sociedad. De una u otra forma, estos avances tecnológicos son una herramienta que debemos aprovechar para impulsar el progreso. Como país, es indudable que no podemos quedarnos a la zaga, requiriéndose un esquema imaginativo que nos permita vincularnos a este progreso técnico. Debemos considerar el hecho de que los cambios tecnológicos son sorprendentes y que se están realizando a velocidades vertiginosas; es el momento de vincularnos en ellos; de no hacerlo así, cuando por fin nos decidamos a hacerlo, quizá existirá ya un abismo casi infranqueable.

Es claro que el enorme crecimiento de la capacidad de las computadoras ha expandido a todo el mundo el alcance de las telecomunicaciones, que incluyen principalmente líneas telefónicas y telégrafos, equipo computacional, intercomunicación en oficinas, impresiones y publicaciones, componentes electrónicos, radiodifusión, televisión por cable y satélites artificiales.

La industria de las telecomunicaciones se muestra ahora como un gigante de inmensas proporciones, con implicaciones psicológicas, económicas y sociales. En los últimos diez o doce años, esa industria ha sido una de las de mayor crecimiento en el mundo, y seguramente su crecimiento en el futuro seguirá siendo espectacular. En Estados Unidos, por ejemplo, se espera que al iniciar el siglo

veintiuno, o incluso antes, la industria de las telecomunicaciones por sí sola supere al PIB de todo el país registrado en 1940.

Es posible que al iniciar el siglo veintiuno, la industria de las telecomunicaciones sea la más grande en el mundo, modificando la vida de las personas al empezar el nuevo siglo (29). Incluso en la próxima década, el estilo de vida de la gente habrá cambiado notablemente, sobre todo en los países desarrollados. Habrá cambios en la manera de trabajar, de enseñar y aprender, de comprar, viajar y divertirse, de informarse y comunicar, de interactuar, a tal grado que los futurólogos hablan ya de una sociedad informada en lugar de una sociedad agrícola o industrial.

La increíble revolución de las telecomunicaciones incluye máquinas que hablan, oyen, reconocen una voz y traducen a otros idiomas. Se ha llegado a tal grado que en la actualidad el Ministerio Japonés de Telecomunicaciones está financiando a dos empresas para que desarrollen la tecnología necesaria para lograr la traducción telefónica simultánea entre el inglés y el japonés. Este sistema le permitirá a los suscriptores de la empresa telefónica conversar en dos idiomas diferentes simultáneamente, y deberá estar listo para el año 2000. Asimismo esta tecnología permitirá que los dictáfonos lean en voz alta textos en inglés, cuyo original esté escrito en japonés.

Por otro lado, el teléfono se computarizará, permitiendo que la comunicación se realice por vía satélite; por ese medio se puede tener una económica teleconferencia que permitirá que dos personas muy alejadas en distancia se hablen y se vean para arreglar negocios o compromisos como si estuvieran en la sala de juntas o en el despacho. En consecuencia, las personas tendrán que estar más preparadas para las reuniones de negocios, suscitando sesiones más cortas, organizadas y productivas, y disminuyendo considerablemente la cantidad de viajes de negocios.

Además, en el futuro cercano, serán populares los teléfonos en los autos, proporcionando un servicio sumamente eficiente; las llamadas a larga distancia se harán en ellos, como hoy se hacen desde la oficina. Los teléfonos en los autos serán tan usuales como los radios actualmente. Tal vez no pase mucho tiempo para que, igualmente, sea común el uso de teléfonos de bolsillo o centros de

mensajes integrados al reloj que no necesiten alambre ni extensiones, permitiendo a las personas trabajar aún cuando vayan caminando por la calle como simples transeúntes.

Es posible que los avances en las telecomunicaciones hagan regresar el trabajo al hogar. Esto será posible cuando el teléfono esté computarizado y la computadora de casa esté interconectada con cables en dos sentidos a las computadoras de los negocios.

En los Estados Unidos, en 1982, había más de 21 millones de hogares con televisión por cable, la mayoría de ellos en dos sentidos, vinculando el hogar con otras terminales. Se espera que, para la década de los noventa, por lo menos una cuarta parte de los hogares norteamericanos tengan computadoras en casa, y para el año 2000, se está contemplando que el 90% de los hogares estadounidenses cuenten con televisión por cable, y de ellos más de la mitad en dos sentidos, proporcionando a las personas la opción de trabajar en el hogar (30). En la actualidad, muchas de las empresas que dan mantenimiento a utensilios en el hogar, los cobradores y el personal de ventas de una gran variedad de negocios visitan las oficinas centrales a lo sumo una vez por semana y no cuentan con una oficina propia en la empresa; el programa diario de trabajo y sus reportes los realizan a través de una terminal de computadora en su propia casa.

Es posible que en el futuro el gran número de canales por cable hagan disminuir la audiencia de las grandes cadenas de televisión. En Estados Unidos, por ejemplo, hay tres grandes cadenas de televisión que enfrentan la competencia de más de 1000 canales por cable, los cuales cuentan con una programación sumamente variada que busca complacer a diversos grupos étnicos y sociales.

En cambio, la radio será difícil que sea afectada por el advenimiento del cable, porque parece que después de sobrevivir al impacto de la televisión ha quedado inmune contra cualquier otro gran avance en las comunicaciones. La radio ofrece una amplísima variedad de programas y su audiencia es universal; además hay radios de todo tipo: en relojes, en despertadores, en autos, como audífonos, en barcos, etcétera. Y tal vez es el medio de comunicación más accesible, barato, flexible e inmediato (31).

Está en debate si los periódicos sobrevivirán o no a la revolución telecomunicativa. Lo más seguro es que sobrevivan, tienen a su fa-

vor el ser un medio para estar bien informado, ya que se pueden leer y meditar las noticias, incluso recortar y seleccionar, analizar los editoriales, comparar opiniones, obtener noticias locales que no se transmiten por otros medios (32). Sin embargo, los periódicos deberán sufrir modificaciones: se harán con computadoras, deberán ser más ágiles, más eficientes y más limpios. Además, tendrán que enfrentar la competencia de las hojas informativas, que llegan por correo, hasta constituirse como una prensa verdaderamente libre, con comentarios profundos de especialistas en cada uno de sus sistemas.

El gran avance en telecomunicaciones también modificará a la educación. El cable y la computadora harán posible una mayor comunicación entre universidades. Los estudiantes podrán escuchar maestros de otras escuelas; y, por otra parte, en los países más avanzados, prácticamente todos los universitarios tienen acceso a la computación mientras que poco a poco las preparatorias, secundarias y escuelas elementales las empiezan a incorporar como herramienta de estudio (33).

Todas estas posibilidades que se abren al futuro pueden tener serias implicaciones sociológicas, filosóficas y psicológicas. Los expertos se preocupan acerca del impacto del computador y del "cable" en la familia, que podría desintegrarse debido al excesivo número de horas que se miraran al teclado y la pantalla o el televisor. Quizá ocurra lo contrario: que la familia se una, gracias a la velocidad en las comunicaciones y al ahorro del tiempo que les permitirá convivir más. Igualmente, se ha mencionado que la intrincada o compleja red de telecomunicaciones provocará seres pasivos, dependientes en gran medida del cable, para escuchar noticias, trabajar, educarse, divertirse, etcétera.

Con los adelantos en telecomunicaciones que mencionamos podría darse el caso de que las personas de edad avanzada resulten perjudicadas. En los países industrializados, una buena parte de los viejos no cuentan con ingresos arriba del nivel de la pobreza; son personas que no van a vivir de lleno la revolución en las telecomunicaciones, no conocen de computadoras, ni invierten en ellas dados sus ingresos (34). Esta situación afectará especialmente a las sociedades industriales que han sufrido un proceso agudo de enve-

crecimiento en su población en los últimos años, e irreversible en lo que resta del presente siglo.

Las recientes inversiones japonesas en las industrias manufactureras de los países industrializados constituyen un tipo de inversiones diseñado para asegurar mercados previamente adquiridos a través de las exportaciones como medio para eludir el proteccionismo. Es sobresaliente el hecho de que la inversión japonesa se ha incrementado más notablemente en aquellas industrias en donde han surgido fricciones comerciales, como la del equipo electrónico y maquinaria para el transporte. La historia de la fabricación de las televisiones a color muestra cómo funciona este proceso. Japón adquirió ventaja comparativa en la producción de esta clase de aparatos a principios de la década pasada, y sus exportaciones hacia Estados Unidos se dispararon, al igual que las presiones y alegatos de los norteamericanos respecto a la penetración del mercado. En 1977, Japón acordó limitar la exportación de televisores a color a Estados Unidos y las compañías trasladaron sus líneas de producción a ese país. Con ello se beneficiaron los trabajadores estadounidenses, mientras que los japoneses no perdieron totalmente el negocio de los aparatos a color y continuaron exportando a Estados Unidos ciertas refacciones para los televisores. Además, los fabricantes japoneses avanzaron hacia la producción de aparatos de tecnología superior, como en el caso de las videocaseteras. No obstante, también aquí se llegó a acuerdos de cooperación entre empresas de uno y otro países, vendiéndose productos, en algunos casos, con marcas norteamericanas (42).

Los dirigentes japoneses también mencionan que, con el objeto de frenar presiones proteccionistas, son olvidados los esfuerzos de las empresas japonesas para celebrar frecuentes acuerdos de cooperación con sus competidores occidentales.

Desde luego que el gran avance tecnológico involucra una enorme diversidad de campos: electrónica, materiales industriales, automatización de la producción, robótica, biotecnología, fibras ópticas, etcétera. Todos estos cambios tecnológicos alteran significativamente la economía y el estilo de vida de muchas naciones, modificando igualmente las relaciones internacionales en distintas formas.

La alta tecnología promete proporcionar una nueva base para desarrollar el futuro industrial en el mundo; una nueva base que permita elevar la productividad, ahorrar recursos energéticos, disminuir la contaminación, tener prudencia ecológica y alcanzar metas sociales y económicas (35).

Los múltiples beneficios que derivan de la explotación de estas nuevas tecnologías, y las desventajas de no hacerlo, motivan los intensos esfuerzos entre gobierno y empresa que ya se realizan en varios países. Ninguna nación debiera quedarse a la zaga, sobre todo considerando la velocidad con la que estos avances han surgido. A este respecto, la visión autárquica y aislacionista resulta sumamente torpe: es el momento de aceptar que entramos a una nueva era, impulsada por rápidos cambios tecnológicos, que debemos aprovechar y asimilar para fortalecer el crecimiento económico.

Robótica

Quizá uno de los más significativos cambios de la tecnología moderna desde el punto de vista sociológico y técnico sea la invención de los robots. El uso cada vez mayor del robot en la industria ya ha comenzado a transformar el lugar de trabajo y se espera que tenga consecuencias todavía mayores para la sociedad en su conjunto.

Actualmente existen ya robots trabajando, principalmente en líneas de ensamblaje, en varios países desarrollados: Francia, Estados Unidos, Alemania, Suecia y Japón. Algunos de los robots más avanzados tienen cámaras de televisión por ojos, manipuladores hidráulicos o neumáticos por brazos, tenazas agarradoras por manos y pequeñas computadoras por memoria; pintan, muelen, cortan, enjabonan, agujeran y operan máquinas mecánicas, trabajan en laminadoras, en fábricas automotrices y en una gran variedad de productos fabricados en serie.

Estamos en el principio de la era del robot. En el mundo hay aproximadamente 85 mil de ellos, ya se calcula que para 1990 habrá, solamente en Estados Unidos, una cifra similar operando en diversos ramos industriales (36).

Existen también robots trabajando en hospitales, en laboratorios y en labores que requieren gran precisión, como construcción

de computadoras, inserción de minúsculos transistores o de pequeñas piezas para maquinaria.

Pero éste es el principio de un desarrollo que aparenta ser espectacular. La mayoría de los robots que existen actualmente no son todavía esos objetos humanoides que libros y películas de ciencia ficción han mostrado, capaces de ver, hablar, pensar y superar a los humanos en cualquier actividad manual o intelectual. Hasta ahora la mayoría son sólo palancas computarizadas, capacitadas para realizar una y otra vez una tarea particular sencilla. Aunque rápidamente llegarán a ser más complejos, versátiles y capaces, todavía les queda un camino muy largo que recorrer antes de que lleguen a parecer siquiera seres humanos artificiales, pero es claro que el primer paso se ha dado firmemente, siendo una realidad de nuestra época (37).

Algunos de los más modernos no realizan simplemente las labores en líneas de ensamblaje, sino en el control de procesos. Hay robots inspectores que examinan cientos de pequeñas piezas por minuto, localizando cualquier defecto interno o externo, e incluso decidiendo dejar la pieza o rechazarla (38).

Lo que está volviendo a los robots importantes, incluso en su "simplicidad" actual, es la clase de trabajo que ya pueden hacer ahora, o que podrán realizar pronto. Son capaces de efectuar las tareas peligrosas para los seres humanos, o de tolerar condiciones que entrañan riesgos que seguramente los hombres preferirían evitar y que hasta ahora se han visto obligados a aceptar. Los robots trabajarán en el espacio, en minas o bajo el agua; manejarán explosivos, material radiactivo, productos químicos venenosos, bacterias patógenas, con temperaturas, presiones y alturas inusitadas; además los robots permitirán que los hombres altamente calificados y preparados se dediquen a actividades más ricas y creativas, menos repetitivas, como en otro nivel lo han provocado el uso y proliferación de las modernas microcomputadoras (39).

Múltiples empresas los están utilizando ya en sus fábricas, por ejemplo, la General Electric contaba con 47 robots en 1980, cuya específica función era la de aplicar esmalte en las cubiertas de los refrigeradores que fabricaba, tarea riesgosa y monótona para el hombre. Esta misma empresa registró aumentos en su producción, a decir de sus directores, debidos en buena medida a la propia

introducción de robots en sus procesos productivos. Todo ello provocó que los robots elevaran su número de 120 en 1981 a 1800 en 1984 (40).

La industria automotriz es la que más se ha destacado en la introducción de robots en sus procesos productivos. Las empresas norteamericanas Ford, General Motors y Chrysler están usando muchos robots en sus plantas, principalmente al inicio del proceso de ensamble, en el área de soldadura por punteo de la carrocería. Chrysler, por causa de los problemas financieros que sufrió en años pasados y por el lanzamiento de una nueva línea de productos, precisó utilizar robots en sus procesos productivos.

Incluso en los planes de expansión de estas empresas está contemplado el utilizar múltiples robots. Lo sobresaliente aquí es que las nuevas plantas y líneas de producción se diseñan explícitamente en función de que en los próximos años "trabajen" ahí robots. Pero en este renglón, las compañías japonesas llevan la delantera, contando con fábricas, sumamente automatizadas, siendo famosa la planta "Zama", en donde el tiempo total de ensamble de un automóvil es solamente de nueve horas (41).

En los últimos años, los costos laborales han aumentado considerablemente, afectando la producción manufacturera de la mayoría de los países industrializados. En los Estados Unidos, por ejemplo, han aumentado los costos laborales y ha disminuido la tasa de incremento de la productividad, que tradicionalmente aumentaba lo suficiente para elevar el nivel de vida de los ciudadanos. Sin embargo, la productividad decreció de 3.4% en 1978 a 0.6% en 1979, y la tendencia siguió en 1980 con un 1.9% negativo (42). Pero al mismo tiempo que los costos laborales han aumentado, la robótica se ha extendido y desarrollado.

Es evidente que en estos países la mano de obra ha alcanzado costos exorbitantes; como resultado, por un lado, del poder de negociación de los sindicatos y de la debilidad de los directores para no enfrentarse a negociar enérgicamente, y, por otro, debido a la escasez de mano de obra por baja tasa de crecimiento de la población y sus expectativas laborales. Ambas situaciones han orillado a las empresas a buscar la automatización para poder mantenerse competitivas, sobre todo a nivel internacional. Por ejemplo, en el mercado laboral norteamericano, si tomamos en cuenta que un obrero de línea de ensamble que trabaja en operaciones simples lle-

ga a ganar hasta 25 dólares la hora, comprenderíamos que a este costo todo es robotizable.

A lo anterior podríamos agregar la miopía de diversos grupos que carecen de una perspectiva global, empeñándose en que los automóviles para el mercado americano deben fabricarse en los Estados Unidos, olvidando que debe existir complementariedad entre los países. De tal manera que mientras exista un fuerte desempleo en los países en desarrollo una total e indiscriminada robotización no parece correcta.

En el desarrollo de la robótica ha surgido una ironía con el caso japonés: en base a su laboriosa mano de obra, Japón tiene la más alta tasa de productividad acumulada en el mundo en los últimos quince años, es también quien más utiliza y perfecciona robots para trabajar en sus plantas industriales. La explicación a lo anterior se puede encontrar en el hecho de que en el transcurso de los próximos diez años más del 25% de su fuerza de trabajo llegará a la edad de retiro, con pensiones del 80% de su salario base; de esa manera paulatinamente se sustituye con robots los puestos donde anteriormente laboran los hoy pensionados. Actualmente ya hay cientos de robots en plantas de acero, de automóviles, en líneas de ensamblaje electrónico, y se introducen en astilleros, fábricas textiles, fabricación de herramientas, etcétera. Se calcula que para 1986 estén operando 60,000 robots en toda la planta industrial japonesa, suma muy superior a la de cualquier otro país industrial, e incluso mayor a la del resto de los otros países. Japón está produciendo mensualmente cientos de robots industriales para la exportación, cubriendo aproximadamente el 70% de los robots requeridos en Occidente (43). Y es asombroso el hecho de que la compañía Fugitsu Fanuc cuenta con una planta donde los robots fabrican componentes para ensamblar otros robots (44).

Además, en este país se está promoviendo el uso de robots no sólo para empresas grandes, sino que hay programas en colaboración con el Banco de Japón para empresas medianas y pequeñas, las cuales pueden adquirirlos con un bajo interés.

Los norteamericanos, por su parte, no han querido rezagarse demasiado con respecto al país líder, y cuentan actualmente con más de cinco mil robots (45). Sin embargo, los investigadores y constructores se han concentrado más en desarrollar un robot "in-

teligente", que puede ver, tocar, oír y hacer los trabajos mejor que los robots de ahora. Los expertos pronostican un número mucho mayor de ellos para la década de los noventa.

La "robotización" o la "automatización" evoca imágenes conflictivas. Primero está la agradable visión de fábricas silenciosas e higiénicas, donde técnicos expertos supervisan los robots y la maquinaria singularmente eficiente. Por otro lado encontramos un cuadro espeluznante de un conjunto de robots que han usurpado el lugar de obreros especializados. Desde que el término "automatización" fue acuñado por un ingeniero de la Ford a finales de la década de los cuarentas, los intelectuales, los hombres de negocios, los políticos y varios dirigentes sindicales han discutido su real significado: una liberación tecnológica, una nueva revolución industrial, una nueva servidumbre, o un proceso neutral cuyas consecuencias aún no se perciben (46).

El hecho es que en las industrias donde se utilizan robots ocurre que uno de ellos sustituye a tres trabajadores en un turno. La robotización trae consigo la amenaza de la desocupación tecnológica, y, con ella, la pérdida de empleos y de seguridad económica y la desaparición del respeto del hombre por sí mismo.

No obstante, la automatización, la robotización y los grandes avances de las computadoras no son nada nuevo en términos de progreso tecnológico; el cual ha estado con nosotros desde hace cientos de años, y la historia demuestra que crea muchos más empleos de los que destruye. A todos nos parecería absurdo escuchar el caso de personas que se hubieran opuesto al advenimiento del automóvil a principios del siglo, sin embargo, en ese momento se dejó sin trabajo a muchos herreros y fabricantes de carruajes y se redujo la demanda de látigos y de heno. Pero al mismo tiempo se creó un número mucho mayor de ocupaciones relacionadas con el automóvil, y se intensificó y amplió enormemente la necesidad de gasolina, hule y carreteras.

En la misma forma, en los países desarrollados, al aumentar el número de robots en las fábricas se sustituirán a varios trabajadores, pero pensemos en todos los puestos de trabajo que se crearán a raíz de la necesidad — siempre en aumento — de diseñar y programar robots nuevos, probarlos, conservar y reparar otros que ya estén en uso, construir instalaciones para fabricarlos, y de remodelar

industrias enteras a fin de poder utilizar estas máquinas en forma apropiada. Se necesitarán muchas personas que supervisen y den mantenimiento a los robots. Una herramienta computarizada puede cortar el metal hasta niveles microscópicos, pero el más leve error en la programación puede producir partes deficientes e inservibles, a menos que un técnico especialista pueda detener el equipo y ajustarlo. Los sectores completamente robotizados sólo existen en el fantástico reino de la ciencia ficción.

Un punto de vista general y de largo alcance sobre esta materia no toma en cuenta las posibles tragedias individuales que tendrían lugar mientras la sociedad se acomoda lentamente a un nuevo estilo. Quizá en el momento que desaparezca un empleo puede no aparecer aún otro nuevo, o bien, este puede surgir en un lugar lejano, o ser de una índole totalmente diferente, finalmente puede suceder que el empleado que sea sustituido por un robot no califique para los nuevos puestos de trabajo (47).

Consecuencias del desarrollo tecnológico

El cambio tecnológico se ha presentado constantemente en el transcurso de los milenios de la historia humana, y como se puede apreciar lleva cientos de años entre nosotros; pero es posible que las dislocaciones producidas por los avances en computación y en la robótica afecten más rápidamente y a una porción mayor del mundo que otras dislocaciones similares, como la que produjo la Revolución Industrial en sus inicios hace un par de siglos. No podemos esperar que estas dislocaciones se remedien por sí solas, el hombre debe aprender de la historia y ahora cuenta con una valiosa experiencia. Para que la sociedad se conserve estable deben hacerse serios esfuerzos para minimizar las posibles consecuencias trágicas del período de transición. Serán vitales las políticas educativas que se lleven a cabo. Se necesitarán amplios programas de readiestramiento y readaptación para que las transferencias de empleos ocurran lo más pronto posible. Las empresas y gobiernos tendrán que colaborar en la conducción de tales programas.

Si todo funciona bien, el período de transición será menos costoso y no deberá prolongarse mucho. Con un cambio apropiado

en la educación deberá surgir una generación nueva, adecuada y acostumbrada a las computadoras y al robot, la cual desde la infancia será capacitada para incorporar en su vida la nueva tecnología. Podemos asegurar que habrá mayor bienestar, más trabajo, mucho más empleos en una sociedad que promueva un cambio tecnológico que en otra que se oponga al desarrollo del mismo.

Las grandes potencias industriales han crecido a base del comercio internacional, exportando productos con mano de obra local; sin embargo, ahora que han alcanzado una etapa de crecimiento post-industrial no aceptan o parecen no comprender el proceso inverso, en el cual para mantener un equilibrio global y alcanzar avances tecnológicos mayores es necesario que importen productos intensivos en mano de obra.

El trabajo del hombre no es privativo de los países industrializados sino una facultad inherente a la naturaleza humana, que permite la complementariedad y la armonía entre las naciones, especialmente en un mundo en donde las distancias se acortan y las fronteras tienden a desaparecer. Por otro lado, el fenómeno de la robotización en la época presente es importante encuadrarlo en un esquema mundial y no solamente dentro de las fronteras de los países industrializados, pues podemos preguntar ¿qué tan conveniente es robotizar en países industrializados una planta, por ejemplo, de tractores cuyo mercado en gran parte está destinado a países del tercer mundo en donde el índice de desempleo es sumamente alto y su fuerza laboral es capaz de ensamblar los mismos tractores a un costo más bajo?

A la luz de lo anterior, parece más adecuado relocalizar las plantas industriales tradicionales en países cuya mano de obra sea capaz de competir con ventaja y se sienta satisfecha realizando ese tipo de labores. Ya la industria automotriz sueca ha fracasado, pues los experimentos de enriquecimiento del trabajo en la Planta Volvo para incrementar la productividad no han atraído al obrero sueco, y al no relocalizar sus plantas ensambladoras en otros países con fuerte disponibilidad de mano de obra y expectativas laborales diferentes han tenido que suplir dicha escasez con obreros liúespedes de Turquía, Portugal, España, del Medio Oriente y de los Países Asiáticos, en general, lo que finalmente ha resultado ineficiente en vista de la competencia internacional.

En un mundo mejor comunicado y con sistemas de transporte eficiente habría que analizar los efectos de la robotización en el mercado laboral mundial. Pues debemos de tomar en cuenta que en China, un obrero con salario mínimo trabajaba durante todo un mes por 20 dólares, mientras que en México el mismo obrero de salario mínimo labora una semana por los mismos veinte dólares.

En los Estados Unidos existen obreros que obtienen hasta veinte dólares por hora (el promedio de la industria manufacturera en 1985 era de 12.85 dólares). Resulta muy cuestionable la robotización. Es evidente que, desde el punto de vista económico, mientras exista una gran masa laboral dispuesta a trabajar por veinte dólares al mes, como en el caso de China con su integración a Occidente, es incosteable robotizar plantas industriales que puedan ser reubicadas.

Trabajos del mañana

Hemos dicho anteriormente que a largo plazo la tecnología creará más empleos de los que tiende a desaparecer. La nueva tecnología no debe ser vista como amenaza para el trabajador. Contrariar la automatización es una ruta peor hacia el empleo que el aceptarla. Precisamente en los lugares donde se desarrolla esta nueva tecnología se crearán muchos puestos de trabajo. Se ha mencionado someramente la necesidad de ingenieros, diseñadores y técnicos en robótica.

Debemos considerar también que los robots del futuro serán hábiles y diestros como lo serán los *softwares* o elementos lógicos de las computadoras que los programan para realizar sus tareas; así que los ingenieros en computación y programadores serán ampliamente demandados.

Por otro lado, no cabe duda que también serán ampliamente demandados los técnicos e ingenieros especialistas en proyectos para ahorro de energía y desarrollo de nuevas fuentes energéticas. Físicos, químicos, ingenieros, técnicos en energía nuclear, tendrán un amplio margen de operación. De la misma manera, se crearán cientos de empleos para operaciones de plantas nucleares (48).

El enorme progreso en telecomunicaciones y la proliferación del "cable" en dos sentidos provocarán la amplísima cobertura de

todo tipo de eventos deportivos, musicales y artísticos; con ello se puede esperar una gran demanda de artistas, comunicadores, animadores, locutores, camarógrafos, quienes como profesionales ganarán grandes sumas de dinero (49).

En otro orden de cosas, algunos analistas han pronosticado que en los próximos años la biotecnología jugará un papel clave con sus grandes avances. Principalmente se estudia el proceso de la fermentación para producir nuevas drogas y productos químicos; el desarrollo de enzimas o "catalizadores vivos", que actúan del mismo modo que los catalizadores tradicionales, es decir, impulsando las reacciones químicas; otro notable desarrollo biológico es la unión de genes, con la cual se podría provocar una segunda "revolución verde" en la agricultura, dando tal vez un paso decisivo para socavar los problemas alimenticios de varias regiones del planeta. En este terreno ocurrirá una intensa demanda de biólogos, agrónomos, bioquímicos y otros especialistas técnicos (50).

Igualmente, la gestación completa del sistema de producción compartida demandará un gran número de empleos en las actividades tradicionales de la industria en los países en desarrollo. En el momento en que suceda la orquestación de los sistemas productivos, es decir, cuando no se fabriquen bajo un mismo techo y en un mismo país todos los componentes de un solo producto, sino que se segmenten las diferentes etapas de la producción entre varios países participantes entonces se lograrán múltiples beneficios sustanciales para el mercado: mayor productividad, disminución de costos, diversificación de la mano de obra —fomentando el empleo—, rendimiento óptimo del capital, de los recursos naturales y de la información; todo esto en función de las necesidades, demandas y ventajas comparativas de las naciones.

ARNOLD PACEY,
"La Cultura de la especialidad.
La tecnología insuficiente",
Cap. III

III. LA CULTURA DE LA ESPECIALIDAD

LA TECNOLOGÍA INSUFICIENTE

LA EXPRESIÓN suprema de la tecnología, sugiere Lewis Thomas, cuya experiencia abarca básicamente el campo de la investigación médica, es la del empleo de los antibióticos y los métodos modernos de inmunización contra la difteria y las enfermedades virales infantiles. Las técnicas ahí desarrolladas son de una efectividad determinante y relativamente baratas, por lo cual es apropiado concebirlas como verdadera "alta tecnología". En franco contraste, tenemos que el trasplante de órganos y el tratamiento de cáncer mediante la cirugía y la radiación son altamente sofisticadas y, a la vez, primitivas en extremo, por lo que Thomas las describe como tecnología "insuficiente".¹

¿Cuál podría ser la diferencia? Para Thomas ésta reside en el conocimiento. Cuando un problema ha sido bien comprendido, se descubren formas precisas y de costo factible para abordarlo. La tecnología insuficiente, argumenta este autor, es resultado del abordaje sobre problemas comprendidos a medias. En la búsqueda de soluciones mejores, es preciso intensificar la investigación.

Al contrastar la relevancia de estas ideas fuera del campo de la medicina, sin embargo, encontramos las razones que explican la adopción de los procedimientos costosos y elaborados. El conocimiento ya disponible no es, en ocasiones, percibido y utilizado. Incluso, en relación al cáncer, hay quienes afirman la necesidad de una mayor investigación, señalada por Thomas y otros que afirman que existe exceso de investigación. Aun entre quienes plantean la investigación como un camino hacia la compren-

¹ Lewis Thomas, "Notes of a biology-watcher: the technology of medicine", *New England Journal of Medicine*, 285 (1971), pp. 1366-1368. Estoy en deuda con los colegas de la Open University por haber hecho esto de mi conocimiento; véase su tratamiento del mismo tema en *Living with Technology: Block 6, Health*, Milton Keynes: The Open University Press, 1980.

sión, la expectativa de sus efectos en el tratamiento de la enfermedad no es grande. En 1978, John Cairns afirmó que no es razonable esperar avances repentinos "en los próximos diez o veinte años o... durante un siglo más".² Su postura pareció modificarse en 1982, cuando anunció jubilosamente un importante descubrimiento sobre los genes en el cáncer, como el símbolo de "uno de esos momentos maravillosos en la ciencia en los que convergen muchas líneas de investigación y se aclara lo que permanecía a oscuras". No obstante la importancia que esto entraña para la biología molecular, su influencia sobre el tratamiento es lenta, por lo cual prevalece el argumento de la obra anterior de Cairns: la mejor manera de reducir los estragos del cáncer es la aplicación del conocimiento disponible. Los factores políticos explican, en parte, el hecho de que este conocimiento no se aplique del modo más adecuado, como Cairns menciona; pero esto se relaciona también, en cierta medida, con el estilo de educación que reciben los profesionistas.

A los doctores se les orienta hacia la cura de la enfermedad y la utilización selectiva del conocimiento, con ese propósito en mente. Donde no existe una labor curativa para ser aplicada, como en la medicina preventiva o cuando los pacientes son desahuciados, es posible que no se percaten del conocimiento disponible. Cierta doctor admitió en privado que existen cosas sobre las cuales "a los profesionistas se les educa prácticamente para ignorarlas". Al igual que en otros campos, los profesionistas se educan en la visión de túnel y aprenden a examinar los aspectos particulares de los problemas con la atención tan concentrada que se les cierra la visión de otros aspectos.³ La escasez de alimentos y los problemas de la energía

² John Cairns, *Cancer: Science and Society*, San Francisco: W. H. Freeman, 1978, pp. 161-162, 168; compárense las mismas actitudes del autor cuatro años después: Jonathan Logan y John Cairns, "The Secrets of Cancer", *Nature*, 300 (11 de noviembre de 1982), pp. 104-105.

³ Robert Chambers, "Introduction", en Chambers, Longhurst y Pacey, comps., *Seasonal Dimensions to Rural Poverty*, Londres: Frances Pinter, 1981, p. 4.

se transforman en cuestiones estrictamente técnicas, soslayándose muchos rasgos relativos a la organización y a su aplicación. La tecnología de una revolución verde, por ejemplo, puede estar planeada sin tener una idea precisa de las razones del bajo consumo de alimentos (p. 100). Lo mismo podemos decir de la industria eléctrica en Gran Bretaña, la cual fue "construida por instituciones que no estaban en posición de elaborar" preguntas detalladas respecto al consumo, o de investigar si las tecnologías aceptadas eran "las óptimas en el desempeño de las funciones de utilización final".⁴ De hecho, la utilización final de una gran parte de la energía es la de proporcionar calor a los hogares y oficinas. Las plantas generadoras de electricidad arrojan el calor a la atmósfera por medio de sus torres enfriadoras, pudiéndose emplear para calentar directamente los edificios en forma similar a como se hace en el norte de Europa. Muy pocas plantas generadoras británicas han sido ubicadas o diseñadas atendiendo a los requerimientos de calor de la comunidad, por lo que es necesario desechar entre 60 y 70% de la energía producida. El conjunto de torres enfriadoras son, no obstante su belleza escultórica, símbolos de la tecnología insuficiente.

En la industria acuífera, los ingenieros tampoco prestaron atención en años anteriores a las funciones de utilización final. Por tanto, no pudieron tomar nota de que existen muchas industrias que podrían reciclar el agua antes de arrojarla al desagüe. Más aún, no se dieron cuenta que entre el 15 y 25% del suministro de agua en Gran Bretaña, se pierde en las filtraciones del sistema de cañerías, que son por lo general muy viejas o descuidadas. Puesto que estas cuestiones se ignoraban, se pensaba que era necesaria una vasta expansión del suministro de agua. Los ingenieros se dieron a la exploración de nuevos emplazamientos que sirvieran como reservas y a la construcción de acueductos y grandes diques, entre los que destaca la inmensa, aunque subutilizada, reservación Kielder.

⁴ Amory B. Lovins, *Soft Energy Paths*, Nueva York: Ballinger, 1977, y Harmondsworth: Penguin Books, 1977, pp. 140-141.

Paul Herrington ha caracterizado el entusiasmo por la ampliación del suministro y la correlativa ignorancia de la utilización del agua, como una mentalidad "fija en el aprovisionamiento".⁵ Señala este autor que las actitudes se modifican con rapidez, pero subraya que durante muchos años los estímulos para los administradores ejecutivos se relacionaban con la construcción de proyectos, evitando muchos costos. Además, la capacitación en la industria más o menos aseguraba la reproducción del mismo enfoque de una a otra generación.

Las grandes presas que alimentan las goteras en las tuberías, como las plantas generadoras de energía que arrojan el calor a la atmósfera, ilustran con claridad lo que significa la "tecnología insuficiente". Las partes del sistema sobre las que los ingenieros han enfocado su atención impresionan en extremo. Las turbinas generadoras de energía son tan eficientes como lo permiten las leyes de la termodinámica. Las presas y diques de concreto resultan elegantes y económicas en su diseño. No obstante, como dice Lewis Thomas de la tecnología insuficiente en la medicina, algunas de estas técnicas sofisticadas son, desde otro punto de vista, profundamente primitivas y excesivamente costosas.

Problemas similares afectan el esfuerzo internacional sobre el agua potable y la sanidad, promovido por la Organización de las Naciones Unidas en la década de los ochenta. Por todos lados se escuchan argumentos sobre la mentalidad fija en el aprovisionamiento, y se citan cifras con el fin de demostrar cuánta gente, en las regiones más pobres del planeta, carece de acceso al suministro de agua limpia y a la sanidad adecuada. Las cifras no se relacionan bien con las realidades de la higiene (en par-

⁵ Paul Herrington, "Demand, a better basis for the water industry?", *The Surveyor*, 27 de septiembre de 1974, pp. 14-15; sobre las diversas estimaciones de filtraciones, véase Paul Herrington, "The economic facts of water life", en P. J. Drudy, comp., *Water Planning and the Regions*, Londres: Regional Studies Association, Discussion Paper 9, p. 43; también Fred Pearce, *Watershed*, Londres: Junction Books, 1982, p. 48, en el cual cita abundantes cifras sobre la filtración.

ricular las referentes a la sanidad), ni con la percepción de los usuarios respecto a sus propias necesidades, pues miden la disponibilidad del equipo y no su relevancia, su utilización o su mantenimiento. Con base en esos datos, se alienta la formulación de políticas de suministro de equipo —se dice que se requerirán 9 500 000 bombas manuales en los años ochenta y 13 000 000 en los noventa. Mientras tanto, a los perfeccionamientos en la higiene les sobrepasa el hincapié exagerado en la construcción y la negligencia respecto a la planeación del mantenimiento, la limpieza organizada de las instalaciones y la educación sanitaria.⁶ De nueva cuenta, el suministro precede a la utilización.

La higiene y el mantenimiento se enlazan, no sólo mediante la negligencia, sino por ser conceptos relacionados que revisten interés intelectual para el presente libro. Desde el punto de vista de la ingeniería, la higiene es una actividad de mantenimiento, en la cual la limpieza rutinaria del equipo adquiere una dimensión más amplia vinculada con la conducta individual y el aseo personal. Además, la higiene y el mantenimiento, junto con la medicina preventiva, desafían el punto de atención tradicional de la tecnología, en la resolución de problemas en tanto su interés se cierne sobre la prevención de los mismos. Los ingenieros unen estos conceptos cuando hablan del mantenimiento preventivo, y aplican esta noción tanto a los autobuses de transporte urbano como a las bombas manuales y al drenaje.⁷ El mantenimiento preventivo consiste en la inspección y servicio del equipo, así como en la sustitución de componentes vulnerables acorde con un calendario cuidadosamente planeado, para corregir las fallas

⁶ Sandy Cairncross, Ian Carruthers, Donald Curtis, Richard Feather, David Bradley y George Baldwin, *Evaluation for Village Water Supply Planning*, Chichester y Nueva York: John Wiley, 1980, p. 132; para las cifras sobre las bombas manuales citadas, véase "Water Decade: First Year Review", *World Water*, 4 (1981), número especial, p. 14.

⁷ M. M. Bakr y Steven L. Kretschmer, "Schedule of Transit Bus Maintenance", *Transportation Engineering Journal of ASCE*, 103, pp. 173-181; F. E. McJunkin, *Hand Pumps*, La Haya: International Reference Centre for Community Water Supply, 1977, p. 116.

antes de que ocurran las descomposturas. Por el contrario, la reparación de una instalación después de su descompostura es una actividad curativa.

A pesar de esto, tal y como los doctores se orientan a la curación más que a la prevención de la enfermedad, la visión de túnel de otros profesionistas excluye o inhibe con frecuencia las cuestiones del mantenimiento. Las tuberías gotean libremente en Gran Bretaña y existen fallas crónicas en las bombas de mano en la India (ver capítulo 1). Esto no se debe simplemente a que la prevención de los problemas sea un concepto embarazoso para quienes fueron educados para su solución; se deriva también, en parte, del hecho de que la verdadera alta tecnología tiende a pasar desapercibida. Lewis Thomas cita la inmunización como ejemplo. El mantenimiento es homogéneo, además implica, por lo general, un trabajo rutinario, repetitivo e incluso tedioso. Pero en el drenaje y los sistemas acuíferos, que junto a una nutrición mejorada han contribuido a la salud en el mundo en mayor medida que la medicina, el funcionamiento depende fundamentalmente del mantenimiento. En realidad, el técnico que realiza esas labores tediosas puede estar salvando muchas vidas indirectamente, "por lo cual puede decirse con toda certeza que el valor de un técnico es mayor que el de un doctor". No obstante, su trabajo es imperceptible y su remuneración muy baja. Con una importancia similar, la higiene ha sido descrita en otro lado como una "tecnología invisible",⁸ y para quienes identifican la tecnología con las estructuras y la maquinaria o padecen la visión de túnel, la prevención, el mantenimiento, la organización y la utilización final son invisibles.

Un ejemplo espectacular de la invisibilidad de la organización, lo encontramos en el esfuerzo por el control de la malaria en la India llevado a cabo en los años cincuenta y sesenta. Durante una campaña masiva memorable, los muros de cada vivienda del subcontinente fueron rociados

⁸ Charles Kerr, "Editorial", *Waterlines*, 1 (2), octubre de 1982, pp. 2-3; sobre la "tecnología invisible", véase *New Internationalist*, 103, septiembre de 1981, p. 25.

con DDT para aniquilar a los mosquitos que penetraban a ellas. El efecto sobre la transmisión de la enfermedad fue inmediato y su incidencia descendió a un nivel bajísimo. Una vez logrado esto, era necesario perseverar en la vigilancia y desde el principio acabar con cualquier brote, lo cual implicaba la revisión de las personas con fiebre, mediante visitas a sus casas y el análisis rutinario de cientos de miles de muestras de sangre en los laboratorios de los hospitales. Sin embargo, la erradicación aparente de la malaria disminuyó la convicción requerida para efectuar esas labores tediosas. Cuando el DDT tuvo su primer dramático efecto sobre la enfermedad "la gente que observó el milagro se condicionó a la creencia de que la clave del éxito fue el DDT y no la organización".⁹ En esta forma, recayó demasiada confianza sobre el insecticida y muy poca en las medidas paralelas de control del mosquito y en la organización indispensable para apoyar el programa. Al adquirir los mosquitos cierta inmunidad a los insecticidas, la solución técnica proporcionada por éste empezó a fallar. La India experimentó menos de un millón de casos de malaria anuales durante los años sesenta, pero una tendencia ascendente elevó el total anual a treinta millones de casos en 1977.

LAS ARMAS Y LAS PROYECCIONES GENERALES

En la mayoría de las industrias es preciso que la planeación se fundamente en algún tipo de proyección de la demanda en el futuro. Hemos visto que en la industria acuífera británica la planeación ha sido distorsionada por la importancia excesiva puesta en el suministro. Herrington afirma que "cualquiera que haya estudiado la demanda desde cualquier postura independiente tiene su ejemplo favorito de proyección desmedida", como la que asegura que el consumo *per capita* de agua en Birmingham "se incrementará en 200% entre 1965 y el año 2000".

⁹ Gordon Harrison, *Mosquitoes, Malaria and Man*, Londres: John Murray, 1974, p. 234.

Lo anterior también es cierto en el caso de la electricidad, por lo que varios países se encontraron con una capacidad de generación excedente en los años sesenta. No era posible que los encargados de la planeación hubieran previsto las crisis económicas del periodo, pero de haber estudiado con mayor detalle la utilización de la energía habrían anticipado el resultado del gas natural barato, la posibilidad de la saturación del mercado y la mayor comprensión de la conservación de la energía.

En 1981, el Comité Selecto Parlamentario británico que examinaba la política nacional sobre energía nuclear, descubrió que, aun cuando estaba en marcha la recopilación de evidencia sobre la Oficina Central de Generación de Electricidad (OCGE), ese organismo ajustaba el cálculo de sus proyecciones a un factor de 7% menos para los siguientes cinco años. La OCGE no admitió lo anterior, lo que dio lugar a que los parlamentarios comentaran que la credibilidad de la mayor parte de "la evidencia subsecuente de la OCGE se vería afectada por esta omisión". La revista científica *Nature* opinó que la OCGE desechó un buen argumento en favor de la energía nuclear, al permitir que sus proyecciones fueran distorsionadas "por arrogancia... pereza mental... e incapacidad para entender cuáles son sus funciones".

De igual manera, los ingenieros en comunicaciones han justificado, en ocasiones, la construcción de nuevos caminos mediante la elaboración de proyecciones infladas de los flujos de tráfico previsibles. En Inglaterra, antes de 1978, quienes planeaban los caminos tendieron a proyectar exageradamente el tráfico, en ciertos casos de manera justificada. Una investigación asignada por el gobierno encontró que los métodos de proyección eran "poco convincentes... inherentemente insatisfactorios... opuestos al sentido común".¹⁰ Como en las críticas a la OCGE, existía la implicación de que las proyecciones distorsio-

¹⁰ Editorial, "How to make dreams untrue", *Nature*, Londres, 289, 19 de febrero de 1981, p. 620; P. H. Levin, "Highways Inquiries: a study in governmental responsiveness", *Public Administration*, 57, 1979, pp. 21-49.

nadas eran resultado de una vulgar deshonestidad. Tales sugerencias, sin embargo, de alguna manera equivocan el camino. La cultura profesional otorga un alto valor a la integridad, pero en particular en la ingeniería existe una añeja tradición de manejar la incertidumbre mediante la incorporación de enormes factores de seguridad en los cálculos. Cuando esto conduce a una situación de diseño excesivo, por ejemplo, de un puente, tal afán de precaución es admirable. Pero en lo que concierne a la cuestión en parte distinta de la planeación para el futuro, un enfoque similar está fuera de lugar. Básicamente, los profesionistas que elaboran planes para su propio campo tienden a enfocar selectivamente los sectores más exitosos. Por ello, mientras que la planeación de la electricidad es más detallada que la de la energía en su conjunto y la de carreteras más que la de transporte, en los servicios de salud británicos durante los años cincuenta prevaleció la tendencia a proyectar desproporcionadamente la necesidad de la atención maternal institucional en relación con la atención a los ancianos. El problema no es, más que en raras ocasiones, la falta de integridad o la pereza mental sino el sentido del compromiso del profesionista con su especialidad.

En el contexto de las carreteras o del suministro de agua, los trastornos que produce esta mentalidad son notables. Aunque algunos analistas identifican un enfoque muy parecido de la defensa, como uno de los factores que tienden a acelerar la carrera armamentista. En los Estados Unidos, particularmente, los cálculos inflados y la proyección desmedida aparecen de nuevo como símbolos de la actitud subyacente. En los años cincuenta, las políticas del presidente Eisenhower "eran constantemente frustradas por quienes exageraban continuamente la amenaza militar soviética". Desde la perspectiva de los años setenta, es posible observar que "las predicciones hechas... en los pasados 20 años... siempre han sido llevadas al extremo" y han estado basadas en una "falsa inteligencia".¹¹

¹¹ Solly Zuckerman, "The Deterrent Illusion", *The Times*, Londres, 21 de enero de 1980, p. 10; una versión más extensa de este

El potencial soviético de producción de armamentos y la producción real no siempre fueron diferenciados, y el principal asesor científico sobre defensa del presidente Eisenhower, George Kistiakowsky, describió la forma en que el presidente fue criticado "por haber permitido... el surgimiento de una brecha mítica de misiles". Pero esta brecha nunca se materializó.¹²

El resultado de tales presiones fue la pérdida de una de las mejores oportunidades que hayan existido para limitar las armas nucleares. La Unión Soviética mostró, desde 1955, cierto interés por llegar a un acuerdo sobre control de armamento; el mismo Krushchev tenía una inquietud que parecía sincera. Un científico de la defensa que estudió en detalle los escritos y discursos de Krushchev, concluyó que era "un momento único en la historia, al llegar al poder en Rusia un hombre abierto y extravagante. Si no iniciamos inmediatamente las negociaciones con él, respecto a las cuestiones básicas... la oportunidad se perderá quizá para siempre".¹³ La administración Eisenhower comenzó a explorar la posibilidad de un tratado que prohibiera las explosiones de prueba nucleares, pero ello provocó una "desalentadora hostilidad por parte de los británicos", quienes necesitaban más pruebas para completar su capacidad de disuasión "independiente". Más implacable, sin embargo, fue la aversión hacia la prohibición de las pruebas de los científicos de la defensa en los Estados Unidos, cuya investigación habría sido cortada al expedirse la prohibición. Edward Teller era el líder de ese grupo; algunos de los científicos que lo apoyaban creían que sus motivos se fundaban en un interés "puro y pacífico"¹⁴ por la investigación en la física de la fusión

escrito apareció como "Science advisers and scientific advisers", *Proceedings of the American Philosophical Society*, 124, 1980, pp. 241-255.

¹² George B. Kistiakowsky, *A Scientist at the White House*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1976, p. 5, 341; prefacio de C. S. Maier, pp. xxvi, xl.

¹³ F. J. Dyson, *Disturbing the Universe*, Nueva York: Harper & Row, 1979, pp. 135-136.

¹⁴ *Ibid.*, p. 127.

nuclear y las naves espaciales de propulsión nuclear. Pero existían también motivos políticos; su labor de influencia en contra de la prohibición de las pruebas fue determinante, y el tratado no fue firmado y ratificado hasta 1963, siendo Kennedy el presidente en turno. A pesar de tal dilación, la oposición de los científicos de la defensa fue aplacada sólo cuando el tratado fue restringido para que continuaran realizándose las pruebas bajo la superficie.

Solly Zuckerman, antiguo asesor científico sobre defensa de los gobiernos británicos, expresó que durante las negociaciones del tratado de prohibición de las pruebas nucleares, el gobierno de los Estados Unidos se encontraba "a merced de los juicios técnicos de hombres cuyo único cometido eran sus intereses departamentales". En 1976 y 1977, cuando un tratado de prohibición más comprensivo estaba en posibilidades de alcanzarse, las propuestas norteamericanas de una prohibición por siete años se redujeron a cinco años, después a tres y finalmente fueron desechadas debido a la presión de los mismos grupos de interés profesionales. En 1982, la Unión Soviética parecía indicar un interés persistente en un acuerdo de ese tipo.¹⁵ De hecho, la prohibición de las pruebas nucleares (junto a la de los disparos de prueba de misiles) es, con razón, el más urgente requerimiento entre las medidas sobre control de armamento que parecen practicables, puesto que pondría límites a la investigación sobre armamentos. De esta forma, se frenaría la tendencia de los tecnólogos de las armas a eludir el control político.

Las propuestas comunes de equipar a los ejércitos occidentales para una guerra nuclear "limitada" en Europa, en 1982, presentaban problemas similares. De nueva cuenta, Edward Teller y otros científicos de la defensa presionaron con firmeza en favor de la adopción de las nuevas armas, que incluían la así llamada bomba o proyectiles de artillería de neutrones. Otra vez se puso al descubierto

¹⁵ Solly Zuckerman, *Nuclear Illusion and Reality*, Londres: Collins, 1982, p. 123, y "The Deterrent Illusion" (nota 11 *supra*); véase también Richard Owen, "Russians press US for Nuclear Test Ban Treaty", *The Times*, Londres, 6 de agosto de 1982.

una mentalidad centrada en el aspecto del suministro, al debatir los científicos en favor de las armas sobre la base del interés técnico en su desarrollo y manufactura, sin relación alguna con la demanda de su utilización final. En realidad, no todos los militares que tendrían a su cargo la utilización de esas armas, dieron la bienvenida universal a esa nueva tecnología. En forma similar, se han escuchado declaraciones entre la milicia británica¹⁶ sobre el despliegue de tales armas en Europa. El finado Earl Mountbatten expresó, en 1979, su desesperación por la resistencia de los norteamericanos al control de armamento. "¿Cuáles pueden ser sus motivos?" se preguntaba. "Como militar... declaro con toda sinceridad que la carrera de las armas nucleares no tiene un propósito militar. Las guerras no pueden ser libradas con armas nucleares."¹⁷

Por supuesto, Mountbatten estaba en lo cierto. La función predominante de las armas nucleares no es solamente la militar; se relaciona también con el mantenimiento de determinadas líneas de tecnología, investigación y desarrollo industrial. Empero, los científicos de la defensa tienen que hacer su mejor esfuerzo para hallar cualquier tipo de información sobre las amenazas posibles, con el fin de persuadir a la nación de que pague tal desarrollo. No se puede evitar la sensación de que si la Unión Soviética no hubiera existido, seguramente habría sido inventada. En verdad, los discursos de los halcones y los intereses armamentistas en Occidente pudieran haber forzado a Rusia a gastar en su propia defensa más de lo deseado por su gobierno, bajo la presión de sus propios científicos de la defensa; de este modo, las predicciones de los expertos de ambas partes tienden a alimentarse mutuamente.

Los argumentos a favor de la planeación de una guerra

¹⁶ Laurence McGinty, "Neutron Bombs: a Primer", *New Scientist*, 95, 2 de septiembre de 1982, pp. 608-613; Michael Carver, *A Policy for Peace*, Londres: Faber & Faber, 1982, p. 85.

¹⁷ Earl Mountbatten, discurso dicho en Estrasburgo, 11 de mayo de 1979; reimpresso en *The Times*, Londres, 28 de marzo de 1980 en inserción pagada por la World Disarmament Campaign.

CUADRO II. Algunos factores que contribuyen a la carrera armamentista nuclear

Factores	Posibles contramedidas
<i>Internacionales</i>	
1. La tensión internacional debida a las acciones flagrantes o mal calculadas.	Incrementar intercambio de información; turismo e intercambios científicos libres; medidas "que inspiren confianza", como el acuerdo de Helsinki (1975).
2. Desconfianza por la mala comunicación o por las experiencias del pasado.	
3. Competencia ideológica; deseo de dominio de las superpotencias.	Desviar la rivalidad de los proyectos militares a la exploración espacial, etcétera.
4. Competencia técnica.	Acordar nuevas prohibiciones de pruebas para disminuir la innovación; compartir más información técnica.
5. Desequilibrio de la balanza de poder como resultado de innovaciones en el armamento o la defensa.	Consolidar y reforzar el Tratado de No Proliferación Nuclear (firmado en 1968; ratificado en 1970).
6. Proliferación de armas nucleares entre otros estados.	

Nacionales

1. Presiones industriales (Eisenhower previno, en 1961, contra el "complejo militar-industrial").	Presiones de los sindicatos para la "conversión hacia la paz" de la industria.
2. Utilización de la industria armamentista como regulador económico y estimulante del crecimiento.	Presiones de los científicos comprometidos y del movimiento pacifista; acordar nuevas prohibiciones para limitar la investigación.
3. Influencia de los científicos armamentistas (Eisenhower advirtió sobre la "élite científico-tecnológica").	Promover la inteligencia independiente y grupos investigadores de interés público, p. ej., Instituto Internacional de Investigación para la Paz de Estocolmo.
4. "Falsa Inteligencia" (Zuckerman).	Perfeccionar la capacidad defensiva convencional, por ejemplo, las armas antitanque.
5. Rivalidad entre servicios de inteligencia.	
6. Obsolescencia de las armas convencionales de la OTAN.	

nuclear limitada siguen el modelo de la mentalidad fija en el suministro, aunque en este caso no es ni siquiera necesario apoyarse en predicciones distorsionadas, los hechos reales bastan. Ciertamente, existe un desequilibrio en Europa entre los 20 000 tanques del bloque soviético (en 1981) y los 7 000 de la OTAN (Organización del Tratado del Atlántico Norte). Sin considerar la calidad superior de los tanques occidentales o de las defensas antitanque de la OTAN, es posible imaginarse un ataque relámpago sobre toda Europa. Las armas nucleares tácticas se presentan, entonces, como la única forma de evitarlo. De hecho, tal argumento fue retomado por el Pentágono, en julio de 1982, como justificación de sus planes para la construcción de alrededor de 3 000 proyectiles de artillería del tipo W82 de neutrones, además de otro tipo en vías de producirse.

El peso mayoritario de la opinión informada se inclina, sin embargo, hacia la creencia de que cualquier supuesta amenaza de los tanques podría ser contenida con mayor eficiencia y menor riesgo mediante las armas convencionales. El comandante supremo norteamericano en Europa, general Bernard Rogers,¹⁸ afirmó lo anterior en septiembre de 1982. En opinión de otros personajes, la nueva tecnología convencional permitiría a las defensas antitanque realizar la misma labor de una bomba de neutrones con menor riesgo.¹⁹ El mariscal de campo Michael Carner señaló que el potencial de cierta tecnología pura e innovadora podría aprovecharse sin recurrir a la opción nuclear. Las armas antitanque convencionales "pueden fabricarse en la actualidad sin depender de la energía cinética para penetrar el blindaje", lo cual significa que pueden ser muy ligeras (como para que un hombre pueda transportarlas) y relativamente baratas, especialmente en

¹⁸ *The Guardian*, 30 de septiembre y 1 de octubre de 1982; sobre la artillería de neutrones W82, véase *Sunday Telegraph*, 1 de agosto de 1982.

¹⁹ Laurence W. Martin, *The Two-edged Sword*, Londres: Weidenfeld & Nicolson, 1982, p. 41. Este autor no estaría de acuerdo con la perspectiva de las presiones provenientes de los tecnólogos que aquí se presenta; véase su p. 73.

relación al transporte. Por lo demás, no requieren de una destreza sofisticada e incluso los reservistas serían capaces de manejar el sistema. De esta forma, un gran número de armas se desplegaría contra cualquier supuesta amenaza de ataques con tanques; pero siendo armas defensivas, de poca valía en el ataque, tal despliegue no avivaría la tensión internacional.²⁰ La concepción de la OTAN referente "a que puede evitar la derrota convencional al poner en marcha la guerra nuclear" es, por tanto, no sólo una locura sino también, como asevera Carner, una actitud innecesaria.

¿Por qué, entonces, se fabrican las bombas de neutrones? ¿Cuál es la razón de la expansión de armas nucleares? Freeman Dyson, profesor de física en la Universidad de Princeton, opina que "la arrogancia intelectual de mi profesión tiene una gran parte de culpa". Las armas convencionales, en particular las del tipo defensivo, "no brotan, como la bomba de hidrógeno, del cerebro de los brillantes profesores de física" sino que "son desarrolladas afanosamente por equipos de ingenieros".²¹ Los profesores gozan de un prestigio y una influencia, de la que carecen casi por completo los ingenieros que efectúan esmeradamente su trabajo. La faena de los ingenieros puede considerarse efectivamente como alta tecnología, puesto que en ella se requiere paciencia, organización y atención al detalle, hechos que contendrían, por tanto, los valores y las actitudes que caracterizan el trabajo de mantenimiento de otras tecnologías. Pero la defensa no es, como concluye Dyson, "técnicamente una dulzura".

Solly Zuckerman ha dicho cosas similares en toda una serie formidable de publicaciones, en las que tilda a los científicos del armamento de "alquimistas de la carrera armamentista". Este autor afirma que el ritmo y la naturaleza de la carrera armamentista está determinado "no por los gobiernos... sino por una comunidad... de científicos e ingenieros —entre los cuales debo incluirme". Los tecnólogos han vuelto más peligroso el mundo al realizar

²⁰ Carver, *A Policy for Peace*, p. 109.

²¹ Dyson, *Disturbing the Universe*, pp. 144-145.

lo que ellos consideran como su tarea. Por eso, detener la carrera de las armas requeriría un nuevo enfoque respecto al control de la tecnología. De los políticos, exigirá la creación de un control sobre la investigación y el desarrollo de una forma nunca antes vista; ²² igualmente demandará nuevas actitudes y valores al interior de la propia cultura profesional, de tal modo que los profesionistas dejen de considerar su trabajo en estos términos.

PROBLEMAS DE CAUSALIDAD MÚLTIPLE

Un corolario de los comentarios de Dyson y Zuckerman es que la carrera armamentista no es sólo un problema de interés en sí mismo sino que, al mismo tiempo, es parcialmente un síntoma de problemas que subyacen en la cultura profesional de la tecnología. Es posible enfocar de la misma manera otros problemas importantes, como los recursos y el ambiente, los alimentos y la población. El tema central de este trabajo no es, por tanto, el de los riesgos militares y ecológicos advertidos por muchos autores, sino el problema cultural que relaciona todos estos planteamientos.

Esto refleja, en parte, el problema de que mientras nuestro saber se incrementa, la apreciación de lo que conocemos parece tornarse más y más unilateral, de tal manera que aceptamos el desarrollo de tecnología insuficiente, peligrosa y costosa, y la consideramos como progreso. Como hemos visto, esta distorsión surge frecuentemente cuando se considera únicamente el suministro de un bien y no se toman en cuenta los aspectos humanos de su utilización. Pero otra distorsión concomitante se desprende del hábito de plantear problemas complejos como si tuvieran causas sencillas y, por ende, soluciones sencillas.

Por ejemplo, si mis comentarios de los párrafos pre-

²² Solly Zuckerman, "The West must halt the nuclear arms race now", *The Listener*, 104 (16 de octubre de 1980), p. 492, y "Alchemists of the arms race", *New Scientist*, 93 (21 de enero de 1982), pp. 170-172.

cedentes quisieran sugerir que la única causa de la carrera armamentista ha sido la influencia que poseen los científicos del armamento, se llegaría tal vez a la conclusión de que existe una solución sencilla: encerrar a los expertos. La influencia que algunos científicos han sido capaces de ejercer, parece una ilustración significativa de lo que implica la cultura profesional. Pero, en realidad, sería una tontería aceptar esta representación como la única causa de un conjunto complejo de hechos. Por lo menos media docena más de factores pueden ser considerados como causas contribuyentes a la carrera armamentista; cualquier movimiento efectivo de control de armamentos debe atacar varios de ellos, si no es que su totalidad, simultáneamente (véase el cuadro II).

Las presiones políticas e industriales, los valores personales y la cultura profesional inducen a la tentación de buscar una solución sencilla a cualquier problema amenazador, sobre todo en la forma de un ajuste técnico. Por ejemplo, las formaciones de esmog en algunas ciudades, bajo determinadas condiciones climatológicas, y los contaminantes derivados de las emisiones automotrices, son un factor de causalidad. Un químico de Filadelfia sugirió en cierta ocasión, apoyado por una firma química de la localidad, que la solución sería rociar DEHA, un compuesto orgánico, en el aire, cuando se iniciara la formación de esmog. Esto detendría naturalmente el fenómeno, pero arrojando un contaminante adicional en el aire con posibles repercusiones sobre la salud. Los partidarios del DEHA, arguyen que la estrategia alternativa que supone la modificación de los motores de los automóviles también produce nuevos contaminantes.²³ Es preciso resaltar, sin embargo, que ambos ajustes técnicos distraen la atención de las cuestiones sociales que es necesario considerar: el horario de trabajo que provoca constantes congestionamientos del tráfico y el uso habitual de automóviles en vez del transporte público.

De igual modo, vale la pena notar, en relación con este

²³ Thomas H. Maugh, "Photochemical smog: is it safe to treat air?", *Science*, 193, 1976, pp. 871-873.

ejemplo, la manera en que cada profesional interpreta el problema según su saber particular. El químico estudia las moléculas orgánicas, el ingeniero automotriz diseña una y otra vez los vehículos y los encargados de planear las vías de tránsito buscan la manera de reducir los congestionamientos. Estas situaciones, empero, con frecuencia se resuelven atinadamente mediante una combinación de medidas derivadas de diversos tipos de especialidad en forma coordinada; por ello, en el cuadro II se plantea que cualquier campaña en contra de la carrera armamentista que pretenda ser efectiva requerirá de un conjunto de contramedidas en los diversos ámbitos de la comunidad —no sólo los políticos, también los científicos, los sindicales y otros.

Lo anterior es aplicable a muchos otros problemas de causalidad múltiple. Durante los años cincuenta y sesenta, el esfuerzo por controlar la malaria en los países tropicales fracasó tanto por las razones expuestas, como por la sobredependencia en una técnica específica: la fumigación con insecticida. En forma similar a la propuesta de asociar un compuesto químico para controlar el esmog, esa técnica ataca el problema introduciendo un nuevo contaminante. Pero ante la creciente incidencia de la malaria y con una conciencia más clara de los riesgos y dificultades, la atención se enfoca en un amplio rango de estrategias, que incluyen medidas de tipo médico dirigidas contra el parásito de la malaria y un ataque con mejores bases sobre el mosquito que la transmite. Un programa planeado en Sri Lanka para los años 1982-1985, propone la organización de los aldeanos con una variedad de tareas: desde localizar los charcos en donde los moscos incubaban sus crías, hasta la utilización selectiva y limitada de insecticidas.

La tentación de aplicar soluciones fáciles ha distorsionado en igual forma las actitudes hacia otras enfermedades. Durante mucho tiempo, se ha creído que el cáncer debe ser combatido mediante la búsqueda del remedio efectivo; en nuestros días, ese criterio es considerado insuficiente. No obstante, al poner mayor interés en la pre-

vención, surge la dificultad de que cada experto tiene "su propia respuesta infalible" del problema y se presta poca atención a la idea del uso de una combinación de medidas que se complementen entre sí. Existen diferencias entre las percepciones de los especialistas de las causas del cáncer; existen, también, en los valores que se relacionan con la cuestión de en dónde yace la responsabilidad de la prevención: en el individuo, en la industria o en el gobierno.

La conciencia del papel decisivo del consumo de tabaco en el cáncer pulmonar, ha derivado en la acuciosa necesidad de la decisión individual de no fumar; este mismo enfoque hacia la prevención puede extenderse a las diversas formas de cáncer en las cuales la dieta, el alcohol y la conducta sexual son factores importantes. En lo que respecta a la dieta, por ejemplo, el consumo elevado de grasa combinado con la insuficiencia de fibras, se asocia al cáncer en el colon y en el seno. Un prominente investigador inglés, Richard Peto, opina que "el cáncer asociado a las grasas y al consumo de tabaco son responsables por más de la mitad del total de las muertes de cáncer".²⁴ El hincapié en este punto de vista, sobre el cual hay una evidencia firme y creciente, puede llevar a la conclusión de que la prevención del cáncer depende de la adopción voluntaria de un estilo de vida prácticamente abstemio.

Los críticos del enfoque voluntarista afirman que sus seguidores en la profesión médica pretenden culpar al paciente y encubrir, simultáneamente, a las industrias responsables de muchos tipos de cáncer derivados de las actividades laborales. Existe el riesgo ocupacional de cáncer en el estómago y en los pulmones para muchos grupos de trabajadores manuales, en especial para los que laboran en ambientes polvosos (mineros y albañiles) y aquellos cuyo trabajo implica el contacto con químicos orgánicos (pintores, trabajadores de procesos químicos, ma-

²⁴ Richard Peto, "Distorting the epidemiology of cancer", *Nature*, Londres, 284, 1980, pp. 297-300 (es una reseña extensa del libro *The Politics of Cancer*, de Samuel Epstein, Nueva York, Sierra Book Club, 1978).

rineros de los buques-tanque o que utilizan cuerdas y redes alquitradas). En otras variedades de cáncer, sin embargo, la influencia probable de los factores laborales ha sido largamente ignorada, incluyendo el cáncer de la cerviz. A este respecto, Jean Robinson señala que en la industria textil (particularmente en el ramo de la costura) existe un factor de riesgo, y demuestra que aparte de la propia ocupación de la mujer, la de su esposo puede ser importante.²⁵

En tanto que los voluntaristas plantean que el cáncer de la cerviz está correlacionado con las infecciones virales propagadas por la promiscuidad sexual, el punto de vista de los ambientalistas lo relaciona con la ocupación laboral, especialmente en condiciones donde la vivienda es pobre, la higiene difícil y el polvo que el hombre trae consigo del trabajo es transferido a su esposa durante el coito.

Las disputas entre voluntaristas y ambientalistas se han tornado acaloradas en varias ocasiones, expresándose vigorosamente en las páginas de la revista *Nature*²⁶ entre 1980-1981, lo cual pudo haber afectado el esfuerzo por una campaña efectiva en favor de la prevención del cáncer. Tal y como ocurrió con los argumentos de la mentalidad fija en el suministro, se amasaron cifras que se acomodaron a todos los puntos de vista. Los expertos dicen que únicamente 5% de las muertes de cáncer en Gran Bretaña se deben a factores laborales, mientras que los ambientalistas calculan que esa proporción es de entre 20 y 40%. La confusión surge cuando se piensa en términos de explicaciones fáciles basadas en causas unívocas. Se sabe que el consumo de tabaco y los contaminantes industriales interactúan, por lo que ambos factores podrían estar im-

²⁵ Jean Robinson, "Cancer of the cervix: occupational risks of husbands and wives and possible preventing strategies", en J. A. Jordon, F. Sharp y A. Singer, comps., *Pre-clinical Neoplasm of the Cervix*, Londres: Royal College of Obstetricians and Gynaecologists, 1982, pp. 11-27.

²⁶ *Nature*, Londres, 284 (1980), reseña de Richard Peto; también *Nature*, Londres, 289 (1981), pp. 127-130, 353-357 y 431-432; artículos de S. S. Epstein y J. B. Swartz, por John Cairns y un editorial.

plicados en muchos casos de cáncer pulmonar. Si bien es posible aseverar que el consumo de tabaco es un factor que interviene en el 80% de los casos de cáncer pulmonar en una comunidad industrial, podría afirmarse, a la vez, que existe un factor ocupacional o de contaminación en 30% de las muertes, y que varios otros factores son también fundamentales. En otras palabras, los argumentos de ambas partes no son mutuamente excluyentes y por lo general los porcentajes deben rebasar la cifra del ciento por ciento. Empero, Richard Peto tiene razón al afirmar que "ninguna industria mata a la gente ni por asomo en la escala en que lo hace la industria del tabaco"; la campaña en curso por incrementar las ventas en el Tercer Mundo "asesinará a millones, si tiene éxito".

En gran parte de este debate, los médicos y epidemiólogos son quienes han aportado la mayoría de las pruebas en apoyo a las actitudes voluntaristas para la prevención del cáncer, mientras que sus críticos ambientalistas son frecuentemente gente ordinaria: sindicalistas indignados por las actitudes complacientes ante las enfermedades ocupacionales, y mujeres inconformes con la manera en que los doctores malinterpretan consistentemente las enfermedades femeninas. Algunos comentarios de estas personas pueden resultar exagerados, pero la visión de túnel profesional ha restringido las investigaciones de los expertos. Para el especialista, tal vez sea de mayor interés técnico señalar la relación del cáncer de la cerviz con el *herpes simplex* tipo 2, que estudiar la formación recopilada sobre el trabajo de las mujeres y sus maridos. Jean Robinson subraya la evidencia sobre este último punto, que no ha sido tomada en cuenta, y está en lo cierto cuando dice que existe la posibilidad de "injusticia real contra las mujeres cuyas muertes se atribuyen en el presente a su propia promiscuidad sin examinarse otras posibles causas". Vimos con anterioridad, en este capítulo, la forma en que los químicos perciben la contaminación de los gases de motores como un problema químico y olvidan su conexión con el estilo de vida de las personas; hemos observado también, algunos errores de los ingenieros en el estudio

LA CULTURA DE LA ESPECIALIDAD

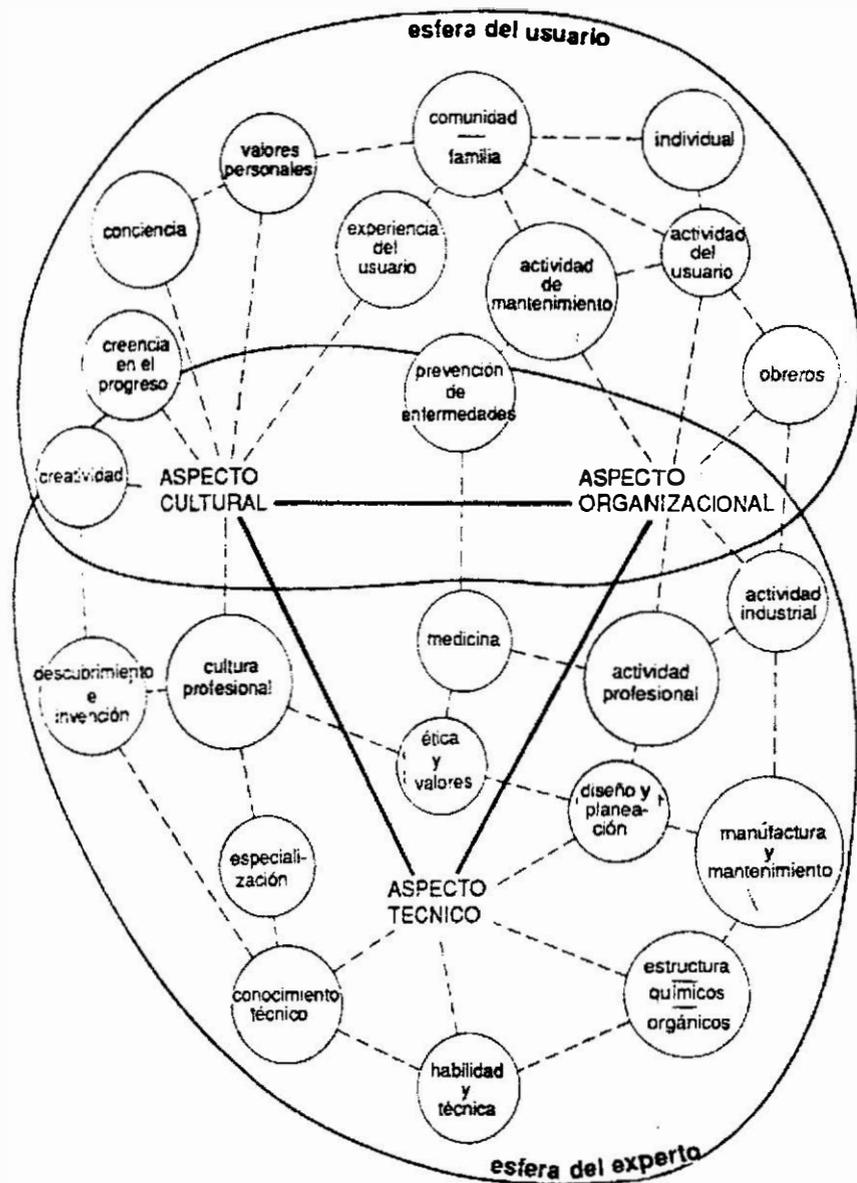
de la utilización del agua; no es sorprendente, por tanto, que los expertos médicos hayan olvidado considerar la documentación sobre los aspectos ocupacionales de una enfermedad, al preferir el estudio de los aspectos médicos más especializados.

TRAZANDO LAS ÁREAS DE PERCEPCIÓN ERRÓNEA

La manera estrecha de utilizar el pensamiento, que se observa en muchos profesionistas, no tiene, por lo general, las motivaciones políticas que algunos comentaristas ambientalistas sobre el cáncer les atribuyen. Se relacionan comúnmente con la cultura intelectual de la tecnología y con el hábito de identificar la práctica tecnológica con sus aspectos estrictamente técnicos. Esto lo vimos en el capítulo I con la ayuda de un mapa triangular de la práctica tecnológica y podemos ahora extender este mapa para ilustrar convenientemente la forma en que un amplio conjunto de problemas se percibe erróneamente.

Los aspectos técnicos de la práctica de la tecnología que se identifican más fácilmente, son las máquinas y otros componentes metálicos, los químicos y las drogas, los componentes orgánicos, las técnicas especializadas y el conocimiento científico; esto se localiza en la parte inferior de la gráfica VI.

Pero la tecnología implica también la organización, incluyendo por supuesto la organización de la industria, del trabajo cotidiano de las personas y de las profesiones técnicas. Esto se representa esquemáticamente en la gráfica VI. Las actividades de mantenimiento y servicio no son, sin embargo, susceptibles de una fácil representación. En ocasiones, el servicio de los productos (como los automóviles) lo proporcionan íntegramente las empresas que los producen. Las refacciones se surten regularmente, y en el intercambio se emplean especialistas técnicos que realizan las reparaciones. En otros casos, la actitud de una obsolescencia planeada deriva en la idea de que los bienes caseros, la ropa, los aparatos de radio y otros ar-



GRÁFICA VI. Mapa general de la práctica tecnológica elaborado a partir de la gráfica I. Los usuarios son todos aquellos fuera de la industria que operan con equipos, consumen energía, alimentos y agua, y utilizan los servicios médicos. La esfera del usuario indica el alcance básico de la organización y experiencia de los usuarios; se indica cierta transposición con la esfera del experto.

tículos deben ser remplazados después de un corto tiempo de uso, en vez de repararse y cuidarse. Algunos usuarios improvisan reparaciones con el fin de prolongar la vida de esos productos y también llevan a cabo, en forma creciente, labores de mantenimiento en sus casas y vehículos sobre la base de "hágalo usted mismo", aun cuando cuenten con servicios profesionales adecuados a su disposición. Por estas razones, se trazan las actividades de mantenimiento en dos puntos del mapa: uno, relacionado estrechamente con la organización industrial, y otro, con las actividades de los usuarios.

Al sintetizar todas estas cuestiones en una gráfica, tan sólo hacemos en la realidad lo que Francis Bacon expresó, en forma poco más figurativa, en su libro *The Advancement of Learning* (1605), en el cual se esforzó por elaborar un mapa de todo el conocimiento "como si fuera un pequeño globo terráqueo del mundo intelectual". Algunas regiones del globo permanecen escasamente exploradas y, en nuestro caso, el conocimiento del mantenimiento estaría en una parte del mapa que rara vez observan los expertos. En realidad, hemos resaltado la tendencia consistente de los expertos, por considerar solamente aquellas áreas que son de interés técnico directo. En ellas, se reduce el globo a una "esfera del experto", que conocen en detalle, abandonando una perspectiva completamente diferente ("la esfera del usuario"), la que desconocen.

Es por este motivo que en la gráfica VI se delimitan y encierran en un círculo estas áreas de interés distintas. La práctica de la tecnología, si se le considera adecuadamente, debe abarcar ambas áreas; tal vez entonces podamos darnos cuenta que la cuestión de la verdadera alta tecnología es ésta. En otras palabras, cuando la tecnología es efectiva realmente, se debe a que se ha prestado atención tanto al mantenimiento y uso del equipo, al conocimiento y la experiencia de los usuarios, trabajadores o pacientes, a los valores sociales y personales, a la regulación gubernamental de la industria orientada a la protección de la salud social, como a las responsabilidades de los individuos por su propia salud.

Por el contrario, la tecnología insuficiente se desarrolla cuando los profesionales intentan trabajar en forma autónoma en la esfera del experto. El equipo se torna excesivamente elaborado y costoso, y el rocío químico, por ejemplo, se desarrolla porque en este punto es donde se enfoca la esfera del experto. Los márgenes de utilidad industriales se benefician de tal distorsión en la cultura profesional del experto y los profesionales que reflexionan en esta forma reciben todo tipo de estímulos. Pero si bien aumenta la rapidez de la resolución de los problemas, con base en el conocimiento del experto y de los productos de la industria, se pierden las oportunidades de prevenir los problemas por medio de la cooperación con los usuarios; la medicina preventiva, la higiene y el mantenimiento son descuidados.

De lo anterior surgen dos preguntas. Una se refiere a si la necesaria cooperación entre los intereses del usuario y el experto podría obtenerse, si la gente común se implicara activamente en la planeación, el diseño, la formulación de políticas y en áreas que con frecuencia han sido de incumbencia exclusiva del profesional. Volveré a esta cuestión en el capítulo VIII.

La otra pregunta atañe a lo que los profesionales podrían hacer, o están ya poniendo en práctica, para ampliar su enfoque. La gráfica VI en sí misma podría implicar cierto tipo de respuesta, puesto que es, en cierta forma, un mapa de sistemas que se orienta quizá al punto de la aplicación de la teoría de sistemas, como forma de evitar algunos de los puntos ciegos y percepciones distorsionadas de la reflexión profesional. La teoría de sistemas flexible, de la que podemos observar antecedentes tan tempranos como el año 1605, en el libro de Bacon arriba citado, por lo común se limita al sondeo y a la exploración de problemas, pero puede resultar muy valiosa en sentido cualitativo, como complemento al pensamiento estrecho y analítico de la tecnología, tal y como la historia natural complementa al método científico formal en biología. Yo acostumbro utilizar sus procedimientos de diagramas, los cuales son particularmente útiles para escla-

recer, por ejemplo, las causas múltiples de un fenómeno complejo.

Michaell Collison describe, en forma similar, el procedimiento de desarrollo de una perspectiva de sistemas en la agricultura, por medio del trabajo conjunto de agricultores y expertos. Este método coloca a las esferas de usuarios y expertos en íntimo contacto, lo que obtiene en parte porque se abstiene deliberadamente de realizar "una manipulación detallada de números en el formato de un modelo".²⁷ La teoría de sistemas de esta especie, elaborada generalmente con el auxilio de una computadora, en ocasiones sirve únicamente para atribuir un falso aire de precisión a un enfoque básicamente impreciso; enturbia, inclusive, las penetrantes nociones cualitativas que constituyen el valor supremo del enfoque de sistemas, y provee a los expertos de nuevas técnicas para manipular y mistificar a los usuarios. Bajo este disfraz, la teoría de sistemas encuentra su aplicación fundamental como la "ideología de los centralistas y planificadores burocráticos".²⁸

Otra forma en la que los profesionales pueden ocasionalmente intentar la expansión de su enfoque y evitar los puntos ciegos más obvios, es por medio del trabajo interdisciplinario en equipo con expertos de otros campos. Un estudio canadiense que resalta estos problemas, examinó a los ingenieros y funcionarios de salud pública de Vancouver y áreas circunvecinas. Ambos grupos trabajaban en la contaminación de los ríos, evidentemente con una percepción distinta de los mismos problemas. Los ingenieros favorecían los ajustes técnicos de la contaminación, tales como la construcción de plantas de tratamiento de aguas o de canales para incrementar el flujo del río. Los funcionarios de salud pública proponían, por el contrario, disminuir la contaminación mediante la negociación

²⁷ Michael Collinson, "A low cost approach to understanding small farmers", *Agricultural Administration*, 8 (6), noviembre de 1981, pp. 433-450.

²⁸ Robert Lilienfeld, *The Rise of Systems Theory: An Ideological Analysis*, Nueva York: Wiley, 1978, pp. 263-264.

con las compañías que arrojaran desechos y, si esto fracasaba, proponían la acción legal y se mostraron escépticos respecto a los beneficios de las soluciones meramente técnicas.

Ni los ingenieros ni los funcionarios de salud pública solían colaborar regularmente con miembros de otras profesiones. Unos y otros deseaban "retener la jurisdicción absoluta" en sus propias áreas, que consideraban "sistemas cerrados". Ambos creían que su trabajo se realizaba en nombre del interés público, pero tachaban la consulta con el público "de innecesaria o dañina en potencia".²⁹ Por tanto, no sólo se mantuvo separada la esfera del usuario de la del experto, sino que ésta se subdividió en especialidades más pequeñas y cerradas. El autor del estudio canadiense comentó que, a menos que "los expertos amplíen sus perspectivas e integren sus actividades, es probable que contribuyan más a la promoción de la crisis del ambiente que a su solución". En particular, es posible que se concentren en forma creciente en la creación de tecnología insuficiente cuya elaboración e ineficacia relativas produzca un efecto desproporcionado en el ambiente o efectos colaterales imprevistos.

¿En qué forma pueden superarse estas restricciones de la vida profesional? Un grupo de doctores activos de los años cuarenta se definió como humanista y seguidor entusiasta de lo que denominaron medicina social. Estos médicos hacían hincapié firmemente en un enfoque preventivo de la enfermedad y reconocían que eso significaba el rompimiento de las fronteras convencionales de la ciencia médica, para avanzar hacia lo que yo he denominado la esfera del usuario. Era preciso que ellos estudiaran las condiciones de vida "en la vivienda, la mina, la fábrica, el taller, en el mar o en la tierra". Al escribir sobre este tema bajo las repercusiones de la segunda Guerra Mun-

²⁹ W. R. Derrick Sewell, "The role of perception of professionals in environmental decision-makings", en Porteous, Attenborough y C. Pollitt, comps., *Pollution: The Professionals and the Public*, Milton Keynes: The Open University Press, 1977, pp. 146-148, 150, 158-164.

dial, cuando la tuberculosis era todavía una enfermedad común en Gran Bretaña, y persistía en la memoria la desnutrición de los desempleados de los años treinta, John Ryle se expresó elocuentemente sobre los objetivos humanistas de la medicina social y convocó a una cruzada para otorgar la prioridad debida a "la salud moral, mental y física del pueblo".³⁰

Si bien tales actitudes pertenecen aún solamente a las minorías, ocasionalmente encontramos en nuestros días individuos con la misma conciencia social e igual voluntad de penetrar a través de las barreras profesionales, que impiden el tratamiento adecuado de los verdaderos problemas de salud. Una de estas figuras es un doctor proveniente de Kansas, llamado Carroll Behrhorst, que viajó a Guatemala para fundar una clínica rural en 1962. El doctor observó que la mayoría de los pacientes padecían enfermedades derivadas de la mala nutrición y se dio cuenta que los tratamientos de la clínica les proporcionaban únicamente alivio a corto plazo; como profesional médico, no tenía una respuesta autosuficiente ni un ajuste adecuado. Por tanto, se sintió impulsado a cruzar la frontera profesional. Su equipo de trabajo "emprendió la enseñanza de mejores métodos de cultivo" y prestó dinero a 25 familias para la cría de pollos y la producción de huevo.³¹ Entre 1963 y 1972, fueron capacitados 50 trabajadores de extensión agrícola y se inició un movimiento que auxilió a cientos de agricultores, permitiendo a muchos de ellos duplicar o triplicar el rendimiento de sus cosechas. Al disponerse de una cantidad mayor de alimentos, las enfermeras de la clínica pidieron impartir nociones de nutrición; la dieta de la gente mejoró gradualmente, declinó la mala nutrición y la tuberculosis desapareció.

Existen varios casos más de personal de clínicas y hospitales que se enfrentaron a la mala nutrición, iniciando

³⁰ John Ryle, *Changing Disciplines*, Londres: Oxford University Press, 1948, pp. 19-24, 111-115.

³¹ Carrol Behrhorst, "The Chimaltenango development project in Guatemala", en K. W. Newell, comp., *Health by the People*, Ginebra, World Health Organization, 1975, pp. 30-52.

proyectos agrícolas o de cultivo de vegetales. Se ha detectado personal médico en Bangladesh y regiones de África, que comienza su jornada cotidiana con una hora de trabajo con azadón.

Estas actividades son un gesto de gran valor en un mundo de especialistas, rígido y excesivo. Pero el cultivo de alimentos puede significar solamente la mitad de la solución, cuando la mala nutrición es resultado de la pobreza y de la política que la genera. Tuve conciencia de esto cuando traté de recopilar información sobre los programas de salud en Sudáfrica, que promueven el cultivo de verduras; uno de los informes más extensos no puede ser citado sin poner en riesgo a su autor, debido a una orden gubernamental de prohibición.

En muchos otros casos, cuando vemos los problemas en su totalidad en vez de fijarnos en el detalle técnico, gran parte de lo que observamos es pobreza. Muchas enfermedades (la malaria y frecuentemente la tuberculosis) están asociadas con la pobreza de la vivienda; y lo está igualmente el cáncer de la cerviz, más frecuente en Bangladesh que en Gran Bretaña, más común en el norte que en el sur de Inglaterra, y más propagado entre los negros e hispanos que entre los blancos de los Estados Unidos. Por esto, el control de la enfermedad mediante radiaciones —al alcance fácil de la gente acomodada— ha sido descrito como "una traición a las mujeres del Tercer Mundo y a las nuestras que viven en la pobreza". Fumar (y el consiguiente cáncer pulmonar) es también más común entre los pobres, señala John Cairns, debido posiblemente a que la vida ofrece muy pocos otros placeres.³²

En la Gran Bretaña de los años cuarenta, John Ryle debatió los argumentos de algunos reformistas que deseaban atribuir todos los males a la privación económica. Percibió certeramente que siempre existen causas múltiples. No obstante, consideró correcto su abandono de la medicina clínica, con el fin de dedicarse a la investigación de lo que fue criticado como una "ciencia social", que

³² Jean Robinson, comunicación privada, y John Cairns, *Cancer: Science and Society*, pp. 161-162.

LA CULTURA DE LA ESPECIALIDAD

implicaba "la defensa de medidas sociales y de otro tipo".²³ Asimismo, presintió que era un deber de la profesión médica "hacer todo lo posible por enmendar las graves desigualdades respecto... a la vida y la muerte", y se cuestionaba en torno a lo que esto implicaba en relación con la política partidaria.

Ryle concluyó que lo fundamental no era que todos los doctores se dedicaran a la política, sino que tomaran conciencia tanto de las dimensiones económicas, sociales y políticas de los problemas a los que se enfrentaban, como de las aportaciones potenciales de otros profesionistas y de la gente ordinaria cuando estos problemas son atacados. Dicha conciencia solamente puede derivarse, en la ingeniería y en la medicina, de los cambios en la educación y de las reformas en la vida profesional. Necesitamos una atmósfera en la cual el trabajo interdisciplinario del más amplio alcance o el compromiso político no sean considerados como una falta de profesionalismo; requerimos de una educación que aliente la exploración adecuada de las situaciones antes de acceder a la fiebre de la resolución de problemas; es preciso romper con la visión de túnel. Bajo estas condiciones, encontraremos con menos frecuencia a la tecnología potencialmente benéfica convertida en ajustes distorsionados y perniciosos.

²³ John Ryle, *Changing Disciplines*, p. 114.

MARISOL PEREZ LIZAU,
"Desarrollo tecnológico en la industria:
aprendizaje y Redes Sociales"

**DESARROLLO TECNOLÓGICO EN LA INDUSTRIA:
APRENDIZAJE Y REDES SOCIALES¹**

MARISOL PÉREZ LIZAU

Universidad Iberoamericana

Mucho se ha escrito acerca de la ausencia de la tecnología en la industria mexicana (CONACYT, 1976, 1979; Márquez, 1979); sin embargo, poco se ha dicho acerca de la importancia de la tradición histórica de la tecnología en México y su relación con su aparición en la industria. En este artículo se hará un intento por relacionar la historia de la tecnología industrial en México con la actividad tecnológica de la industria, partiendo de la información recabada en dos empresas medianas del sector de la industria química.

Como es bien sabido, la tecnología moderna, ligada a la industria, apareció en Europa en el siglo XVIII en un ambiente tecnológico, político y de mercado que se caracterizó por su estabilidad. De acuerdo con la historia, los primeros desarrollos tecnológicos aplicados a la industria fueron realizados por los productores, quienes buscaron la forma de desarrollar su ingenio, experiencia y conocimientos para incrementar la producción. Algunas veces, fueron los mismos artesanos quienes diseñaron las primeras máquinas, como en el caso de la rueda automática; otras veces, los trabajadores buscaron la ayuda de gente que ya había diseñado objetos que les podían apoyar haciendo más eficiente la producción, como es el caso de los mineros y la máquina de vapor, y el de los agricultores alemanes y los fertilizantes (Staudenmaier, 1985; Weber, 1976; Hammerschmidt, H., 1980).

Los industriales y productores fueron apreciando la importancia de los nuevos conocimientos en la producción, apoyaron el trabajo de inventores y científicos. Estos apoyos fueron muy diversos, desde el financiamiento de inventos, contratación de mecánicos e inventores, hasta la formación y apoyo económico de centros e institutos para el desarrollo de estos nuevos conocimientos.

El desarrollo de los Estados Unidos de América fue realizado por migrantes europeos con conocimiento de lo que sucedía en sus países de origen, principalmente Inglaterra y Alemania, quienes trataron de reproducir su experiencia en el Nuevo Mundo, se enfrentaron al problema de que no existía una mano de obra abundante. Esta circunstancia, favoreció el desarrollo de las máquinas, así como también la aparición de centros y escuelas dedicados al desarrollo y enseñanza de la tecnología. Un ejemplo de ello fue la creación del Massachusetts Institute of Technology (MIT) por los textiles y mecánicos de Boston a principios del siglo XIX (Wallace, 1980).

Durante el siglo XIX, en Europa se adoptó la costumbre de contratar gente especializada para desarrollar nuevos productos en los laboratorios de las industrias, a donde muchos norteamericanos fueron a aprender el oficio. Además, aparecieron laboratorios para dar servicio a la industria. Por ejemplo, en Estados Unidos entre 1900 y 1940 apareció un gran número de laboratorios independientes que funcionaban como un complemento a la actividad tecnológica realizada en las empresas (Mowery, 1983; Faler, 1981). También desde el siglo XIX Japón promovió la formación de su población para copiar más adelante el patrón de desarrollo europeo y norteamericano (Dore, 1973).

En México, durante la colonia y siguiendo el modelo español, se fundaron escuelas y universidades para el estudio de las humanidades bajo el patrocinio de la Iglesia y del gobierno español. El patrimonio de muchas de estas escuelas tuvo su origen en donativos de particulares. Poco se sabe de la historia de las escuelas de minas en donde se preparaba el personal que trabajaba en la minería, el sector estratégico de la economía novohispana; sin embargo, se sabe que existieron talleres escuela en Pachuca, financiados por los mineros en donde se desarrolló la técnica de amalgamación (Castrejón y Pérez Lizaur, 1976, II:317).

Las guerras de Independencia, y los enfrentamientos políticos que le siguieron, afectaron en gran medida la economía y el funcionamiento de las escuelas existentes. La minería y las escuelas de minas sufrieron las consecuencias. Mientras esto sucedía empezó a llegar la tecnología industrial al país vía la inversión extranjera, como es el caso de la primera máquina de vapor traída al país por la Compañía Real del Monte; o bien por algunos empresarios, como Esteban de Antuñano. La idea, adoptada durante la Colonia, de que lo bueno y moderno venía de fuera siguió prevaleciente (Durand, 1986; Castrejón y Pérez Lizaur, 1976; Randall, 1972).

Las Leyes de Reforma de 1857, y especialmente la de Desamortización de Bienes de las Corporaciones Civiles, tuvieron como grandes objetivos establecer un gobierno fuerte que acabara con la anarquía imperante, y con el poder de la Iglesia. De acuerdo con ellas, los bienes eclesiásticos y los de las corporaciones pasaron a manos civiles y del Estado, entre ellos los colegios y universidades. Con este hecho, se perdió la tradición de que los particulares cooperaran en la formación y mantenimiento de las instituciones educativas, lo cual hacían a través de la Iglesia, o directamente en las escuelas de minas; y se reforzó la tradición de que es el Estado a quien corresponde la tarea de formar y educar. Es decir, el Estado sustituyó a la Iglesia en este quehacer (Castrejón y Pérez Lizaur, 1976).

A partir del triunfo de los liberales, en 1867 se hicieron grandes esfuerzos por revitalizar las escuelas y colegios, y no solamente eso, sino que se fundaron nuevos, y para finales del siglo XIX había intentos por desarrollar la educación tecnológica, como es el caso del Ateneo Fuente de Saltillo. Sin embargo, la participación de los particulares y empresarios en esas tareas fue casi nula: con el fin de lograr una rápida modernización, trajeron los conocimientos del extranjero (Castrejón y Pérez Lizaur, 1975: I, 308).

La Revolución de 1910 volvió a destruir casi totalmente el sistema de colegios e institutos, y no fue sino hasta 1921 cuando se volvió a pensar en la importancia de la educación en el desarrollo. Sin embargo, esta revitalización de la educación fue obra del Estado, ya que se consideraba su responsabilidad. En 1934, ante los retos a los que se enfrentaba el país se permitió a los particulares participar en la educación bajo licencia expresa del Estado. Asimismo el Estado inició la educación tecnológica popular, y fundó el Instituto Politécnico Nacional. La responsabilidad social de los empresarios era la industrialización del país y la producción (Castrejón

y Pérez Lizaur, 1976; Glade y Anderson, 1963; Knauth, 1975). De la misma manera, la nacionalización del petróleo en 1938 motivó el desarrollo tecnológico interno y la formación de químicos con confianza en la capacidad tecnológica interna (Giral, 1978).

Desde 1925 en que se fundó Nacional Financiera, la banca del desarrollo hasta 1970, la política económica se orientó a promover la industrialización rápida para la satisfacción de un mercado cerrado. Para ello los industriales recurrieron a los recursos a su alcance. En el caso de la tecnología, era más fácil y rápido comprar la que había en los países industrializados, que crearla aquí ya que los recursos disponibles eran muy escasos. Además, el Estado se encargaba de formar y proveer la mano de obra capacitada requerida (Glade y Anderson, 1963).

El Estado, siguiendo con su compromiso, apoyó y financió la educación y la escasa investigación que se llevaba a cabo. Los académicos y su trabajo fueron financiados por él mismo. En 1970, con la fundación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), se formalizó una alianza entre la academia y el Estado para el desarrollo de la ciencia y la tecnología. En su fundación se invitó a los empresarios; sin embargo, el interés fundamental fue apoyar las labores de formación de científicos y de investigación. De acuerdo con la tradición política del Estado mexicano a través de sus organizaciones corporativas, esa formalización del apoyo a la ciencia y la tecnología significó ampliar la brecha social entre la academia y los industriales, y reforzar la tradición de que es al Estado a quien corresponde la responsabilidad de educar y promover la ciencia y la tecnología.

Esta situación fue condicionada además por diferencias ideológicas. En los años setenta se inició una crítica profunda, por parte del sector académico, al desarrollo logrado hasta el momento, el cual había acarreado profundas diferencias sociales difíciles de superar. En esta crítica, el sector privado era el que había ganado a costa de otros sectores. El Estado tomó estas ideas como bandera política y se desarrolló una fuerte lucha que afectó las ya escasas relaciones formales entre el sector productivo y el académico, especialmente el dedicado a la investigación, financieramente dependiente del Estado. Como una respuesta a este conflicto, el sector privado empezó a crear y financiar instituciones de educación superior privadas (De Leonardo, 1983), en las cuales actualmente se ha empezado a realizar investigación para la industria. El resultado no ha sido satisfac-

torio ya que la relación formal entre la comunidad académica y la industrial; es muy escasa y existe muy poca investigación tecnológica.

Esta situación no quiere decir que no se dé ningún tipo de relación entre ambos sectores. Muchos industriales y comerciantes han asistido a la universidad en donde han sido compañeros y amigos de políticos y académicos (Smith, 1979).

Uno de los tópicos más debatidos en el ámbito universitario es la vinculación de la investigación con la docencia. Se han elaborado muchos planes al respecto; sin embargo, una revisión superficial de las universidades muestra que, salvo en algunos casos especiales, no se da esta deseada vinculación, especialmente en las licenciaturas, que es de donde salen los profesionistas a trabajar en la industria. Además, los instrumentos diseñados como apoyo a los investigadores tampoco los motivan a formar a los estudiantes de licenciatura con criterios basados en la investigación. Para complicar más las cosas, el sistema educativo nacional tampoco favorece la mentalidad crítica ni la investigación. El resultado aparente es una desvinculación casi total entre el conocimiento, el ingenio, la creatividad y la producción.

A partir de la crisis económica de 1982 tomando en cuenta los problemas que ha vivido el país a raíz de la política cerrada; y el éxito económico de los países que han seguido la política de economía abierta, como es el caso de Corea del Sur, el Estado ha motivado al sector productivo para ser internacionalmente competitivo, y al sector académico a apoyarlo en esta aventura. Los resultados se verán con los años, pero lo que muestra la experiencia histórica es que los cambios culturales, es decir, de estructura, de organización social y de ideología, no se dan ni fácil ni rápidamente.

La relación entre tecnología e industria

En este apartado, trataré de sintetizar las formas en que opera la tecnología en las empresas de países altamente industrializados. En primer lugar, estas empresas operan en un ambiente en donde el mercado abierto promueve la libre competencia; y en donde existe también un apoyo decidido del Estado al desarrollo tecnológico en la industria; es decir, una vinculación casi natural entre el aparato productivo con el sistema de ciencia

y tecnología y una amplia disponibilidad de mano de obra preparada y disciplinada. Además, en estos países existe la voluntad de invertir y arriesgar recursos financieros y humanos en actividades no rentables a corto plazo, como son las tecnologías.

Por regla general en estos países existen políticas científicas y tecnológicas claras de apoyo al sistema productivo. La gama de estos apoyos es grande: financiamiento y creación de universidades, tecnológicos y centros de investigación; creación de redes de laboratorios de apoyo a la industria, etcétera.

En principio, al interior de las empresas hay integración entre los planes financieros, los comerciales y los tecnológicos, a corto, mediano y largo plazo: de acuerdo a ellos se distribuyen los recursos. La forma en que se realiza la investigación en las empresas es variable; ya que se lleva a cabo tanto en grandes institutos de investigación y diseño, como en pequeños laboratorios de control de calidad y servicio al cliente. Lo que importa en estos departamentos de desarrollo tecnológico es que cumplan las funciones que requiere el desempeño de la empresa: investigación y diseño de nuevos productos, insumos y procesos; diseño de equipo; control de calidad; servicio al cliente; y atención a los problemas de producción.

En muchas empresas existen laboratorios lo suficientemente grandes como para realizar todas estas actividades en forma autónoma; pero existen otros más pequeños, que muchas veces tienen que recurrir a laboratorios y centros de investigación externos, en los que se desarrollan proyectos por contrato para la solución de problemas. A veces estos laboratorios forman parte de las universidades y centros de investigación, pero también los hay independientes o que pertenecen a otras empresas. De esta manera, los grandes laboratorios de las empresas funcionan también como entidades de servicio.

Existen muchos sistemas para integrar al personal al desarrollo tecnológico dentro de las empresas. Los grandes laboratorios que funcionan como centros de investigación, muchas veces contratan personal en forma semejante a la academia. Otros transfieren personal con experiencia en producción, ventas, o bien en ambos, a los laboratorios. Otros más contratan personal para investigación, luego lo pasan a producción o ventas, y finalmente los reincorporan a investigación. Se dan casos también en donde los responsables de la investigación están integrados de alguna manera con

la producción y las ventas. Lo común en estos sistemas es que las actividades de investigación y desarrollo siempre están integradas a las de producción, ventas y finanzas, de modo que los proyectos que se realizan correspondan a la planeación y operación general.

Las credenciales académicas del personal contratado también varían mucho. Pueden contratar doctores y maestros, o bien personal con licenciaturas para trabajar bajo la supervisión de jefes más capacitados. Por ejemplo en Japón, en donde existen patrones con empleo vitalicio, se puede ascender a puestos mejores de investigación a través de un sistema de escalafón. Sin embargo, los nuevos retos a los que se enfrenta actualmente la industria japonesa han modificado este sistema, por lo que es necesario integrar profesionistas con niveles más altos en la investigación (Nakaoka, 1989; Fernan y Levin, 1987; Senchack, 1981; Stumpe, 1982; Nutt, 1986).

Dos casos de desarrollo tecnológico en la industria mexicana

Muy poco se ha escrito acerca de la tecnología en la industria mexicana, pero se sabe que existe una gran heterogeneidad por sector económico, tamaño de la empresa, y región en donde se encuentra. Hay empresas que desarrollan tecnología de primera línea, y hay otras muchas, quizá la mayoría, que emplean tecnologías muy anticuadas e ineficientes (Márquez y Unger, 1984).

La evidencia indica que el industrial mexicano es poco afecto a invertir recursos para desarrollar tecnología. Un ejemplo es el universo que integran los alumnos y ex-alumnos del Instituto Panamericano de Alta Dirección de Empresa (IPADE) en la ciudad de México, compuesto por altos ejecutivos y accionistas de grandes compañías del país. Su director, entrevistado en 1985, mencionó que de un total de 8,000 personas que habían pasado por las aulas, solamente tenía noticia de que nueve hubiesen desarrollado tecnología en sus empresas; de ellas, cinco eran químicas, otras dos pertenecían al sector de transportes, una era de computación y la otra no se sabía.

Otros estudios indican que sí ha existido innovación tecnológica en la industria, a pesar de que no hay apoyos institucionales, o de que existen obstáculos por parte del propio gobierno (Strassman, 1979; Márquez,

1979). No obstante, la evidencia muestra también que las empresas buscan conocimientos y apoyos tecnológicos por muchas vías, entre ellas otras empresas, incluyendo las transnacionales, y que tienen capacidad de aprendizaje (Márquez, y Unger, 1984). Por ejemplo, una gran empresa de acero, que había pertenecido a una empresa norteamericana y que para 1983 era de capital nacional, prefería seguir pagando regalías a la antigua matriz norteamericana porque los servicios tecnológicos que ésta ofrecía, apoyados en un gran laboratorio de investigación, se obtenían difícilmente en México. Esto, era paralelo a la existencia de un laboratorio muy equipado para control de calidad y servicio a los clientes en la propia planta nacional, en donde se daba servicio de normalización y control a las empresas que lo solicitaran. De esta manera la empresa no solamente daba servicio a sus clientes, sino que también era proveedora de servicios tecnológicos en su región y sector.

Ante esta situación de heterogeneidad y desconocimiento de lo que sucede en materia de tecnología en la industria mexicana, se planteó la posibilidad de estudiar a fondo el comportamiento tecnológico de dos empresas. El objetivo fue distinguir los factores que hacen que una empresa sea tecnológicamente dinámica y otra no. Para lograrlo se decidió estudiar dos empresas medianas del sector de la industria química, una con 100% de capital nacional y la otra con 48% de capital transnacional.

Como se sabe, la nacionalización de la industria petrolera sirvió de impulso a la creación y desarrollo de la industria química y petroquímica nacional. A partir de entonces se han creado numerosas industrias químicas y petroquímicas por ingenieros e inversionistas mexicanos, así como por compañías transnacionales, apoyadas en la producción de petroquímicos básicos de Petróleos Mexicanos (PEMEX), que les sirven de insumos (Giral, 1978). Esta circunstancia, aunada a la posición estratégica que la industria petrolera tiene en México, le ha dado a la química una dinámica particular. Además, las características de sus procesos productivos la han caracterizado como una industria tecnológicamente más dinámica que la de otros sectores.

La empresa de capital nacional, Plasticolor, fue fundada en 1964 para producir parafinas cloradas en la ciudad de México. Originalmente tenía 49% de capital inglés y 51% nacional. La de capital mixto, Sulcolor, fue fundada en 1980 para producir tintes azufrosos, en un pueblo del Bajío con capital 52% mexicano y 48% suizo. El estudio se realizó tratando

de documentar la historia tecnológica de ambas, y su actividad al momento del estudio (en el periodo 1984-85), bajo la óptica de que el desarrollo tecnológico es un proceso en el tiempo, y que ocurre en un medio histórico determinado.

El caso de Plasticolor. El empresario fundador de esta empresa es un ingeniero químico mexicano, proveniente de una familia nacionalista con relaciones importantes con la industria y los técnicos que trabajan al servicio del Estado, y muy relacionado con los responsables de la creación del CONACYT. Su socio en la fundación de la empresa fue la Imperial Chemical Industries (ICI) de Inglaterra, dueña de la tecnología para producir parafinas cloradas, y con interés por penetrar en el mercado mexicano. De acuerdo con la legislación mexicana la ICI tuvo que ser socio minoritario, y sujetarse a firmar un contrato de acuerdo con el cual proporcionaría la tecnología, la asesoría técnica y el insumo principal, la Nparafina, un derivado del petróleo. Los mexicanos se comprometieron a pagar las regalías, servicios técnicos y a comprarles la Nparafina.

La planta era muy pequeña en su inicio, y fue creciendo conforme se ampliaba la demanda. El ingeniero estudió detalladamente la tecnología, y fue enseñándosela a sus obreros, quienes habían sido albañiles y tenían capacitación formal muy escasa; a los soldadores, que con el tiempo se transformaron en mecánicos; y a los ingenieros. De 1964 a 1974 trabajaron bajo estrecha vigilancia de los ingleses, aprendiendo la tecnología de operación y equipo.

En 1974 se integró a la planta un ingeniero químico, egresado de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), quien había realizado sus tesis bajo la dirección de un doctor en Química, maestro de la Facultad y miembro de una familia de industriales, con el cometido de realizar control de calidad y supervisar la producción. La dirección de la empresa había decidido que le era muy oneroso pagar a la ICI los servicios de control de calidad. Este ingeniero, de acuerdo con la preparación adquirida en la universidad, empezó a estudiar la tecnología y a hacerse preguntas al respecto. Fue a Inglaterra a tomar dos cursos sobre comercialización del producto. Esta experiencia lo motivó a desarrollar actividades más amplias de control de calidad y de servicio al cliente, con apoyo de la dirección, y le dio la oportunidad de entender el producto. En 1979 en plena expansión del mercado tuvieron graves problemas de calidad. Para solucionarlos, este ingeniero recurrió a su maes-

tro de la Facultad, quien además era amigo del director de la empresa. Entre ellos, lograron determinar que el origen del problema estaba en la calidad de las Nparafinas vendidas por ICI, para lo cual contaron, con el apoyo de los laboratorios de la propia Facultad. Esta relación con la UNAM fue poco formal, de acuerdo con los estatutos entonces vigentes en la misma Universidad.

El apoyo de la Facultad, con su personal y laboratorios, permitió que la empresa profundizara en el conocimiento sobre la tecnología del producto, comprara la Nparafina en el mercado libre, ahorrara divisas y se desvinculara de la ICI, quedando como dueña de la tecnología, de acuerdo con la legislación mexicana. Asimismo, el control de la tecnología por parte de la empresa favoreció la planeación integral, incluyendo la decisión de sustituir el insumo importado por uno nacional. Para ello, de acuerdo con el doctor en química, recurrieron al Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) para que desarrollara una tecnología de producción de Nparafinas en México, con apoyo financiero del Programa de Riesgo Compartido de CONACYT. Al momento de tener la tecnología y el capital necesario para montar una nueva planta productora de Nparafinas, la Comisión Nacional de la Industria Petroquímica, organismo de Estado y regulador de la industria petroquímica, negó el permiso, partiendo de la base de que el producto era petroquímica básica, y por tanto su producción correspondía al Estado. Para 1989 PEMEX aún no producía las Nparafinas; ni había liberado el producto, por lo que la empresa seguía importando y gastando divisas.

Ante este problema, la empresa decidió invertir parte de los recursos acumulados durante la bonanza del periodo 1979-1982 para crear un laboratorio de desarrollo en el que se pudiera dar un mejor servicio de control de calidad, asesoría al cliente y además desarrollar la tecnología para sustituir las Nparafinas. La materia prima adecuada para ello era la cera producida por PEMEX. Antes de iniciar el proyecto, el empresario tuvo que dedicar mucho tiempo y esfuerzo para conseguir que PEMEX accediera a venderles cera, ya que esta materia prima era controlada por un grupo industrial, para la producción de velas. Después de conseguir el suministro de la cera se inició el proyecto bajo la dirección del doctor en química, quien para entonces ya se había integrado a la empresa como miembro del Consejo de Administración y Director de Desarrollo Tecnológico, y estaba apoyado por químicos egresados de la Facultad quienes trabajaban en continua interrelación con el personal de producción.

En 1981 la empresa decidió construir una nueva planta para atender el entonces creciente mercado nacional y exportar. Así, contrató a un ingeniero químico egresado de la UNAM con maestría en proyectos, para que se encargara de su diseño. El ingeniero, con la ayuda del equipo técnico de la planta, realizó el diseño y dirigió la construcción y el montaje de la nueva planta, utilizando para ello un 90% de equipo nacional, sin necesidad de recurrir a asesoría externa.

He descrito, muy sintéticamente, un proceso de asimilación de tecnología extranjera, en el que se aprecia el tiempo y los conocimientos que se requieren, así como la voluntad de aprender, arriesgar e integrar la planeación en la empresa. Además han quedado ejemplificados la necesidad de personal altamente calificado y con criterios orientados a la producción: de un mercado, y de apoyos externos como son laboratorios, financiamiento y una legislación adecuada. Asimismo, se ha descrito un proceso que muestra cómo es posible desarrollar tecnologías en la industria y que indica también cómo dicho proceso no es exclusivamente interno a la empresa sino que está relacionado con factores externos; y cómo estos, a pesar de las políticas expresas de ciencia y tecnología, pueden funcionar como obstáculos para la actividad tecnológica de las empresas, debido a la falta de coordinación entre las políticas y los funcionarios de Estado.² Muestra también cómo la vinculación informal de la industria con la academia es más eficiente que la formal, que en muchas ocasiones obstaculiza la vinculación entre ambos.

El caso de Sulcolor. Esta empresa fue fundada en 1981, en plena bonanza económica, por un ingeniero químico proveniente de una familia de comerciantes españoles, con una gran experiencia en la industria textil. Este ingeniero fue invitado por Sandoz, una gran compañía química suiza, para asociarse con ella y producir en México tintes azufrados para driles de algodón, que hasta ese momento no se producían localmente. El ingeniero residía en un pueblo del Bajío en donde por muchos años había sido gerente de una gran empresa textil, y cuyas conexiones eran principalmente con sus proveedores (entre ellos Sandoz), compradores y competidores.

Sandoz tenía interés en contar con una planta en México para atender el mercado local y centroamericano, y la única posibilidad de hacerlo era sujetándose a la legislación mexicana de inversiones extranjeras, además

de que le era más conveniente asociarse con un técnico mexicano que conociera el mercado y los sistemas de producción locales. El ingeniero aceptó la invitación y empleó todos sus recursos económicos en la formación de la empresa.

De acuerdo con la legislación vigente, firmaron un contrato de tecnología por medio del cual Sandoz se comprometía a aportar tecnología, asesoría técnica e insumos básicos, a cambio de pagos de regalías y de servicios técnicos. La planta fue montada con asesoría de los suizos quienes capacitaron al ingeniero, y éste a su vez a los obreros y técnicos. Los obreros, igual que en Plasticolor, fueron los albañiles que participaron en la construcción, nada más que esta vez tenían un nivel educativo mayor. Hasta el momento del estudio en 1985, los obreros y técnicos habían aprendido la tecnología de operación y equipo, pero solamente se realizaban algunas actividades muy rudimentarias de control de calidad en la planta por uno de los técnicos.

Sandoz no solamente proporcionaba lo acordado, sino que hasta 1985 no había cobrado regalías. Además ayudaba al ingeniero con apoyo administrativo, de compras, ventas y trámites, y le financiaba sus operaciones en un momento de escasez de recursos financieros. El ingeniero estaba proyectando lanzar un nuevo producto para sustituir uno que importaba PEMEX, utilizando para ello otra tecnología de Sandoz, por la cual creía que no le iban a cobrar. Se le preguntó si no había planeado desarrollarla en México, a lo cual contestó que no era necesario, puesto que ya existía y la tenía disponible.

Sandoz ofrecía además todos los recursos técnicos necesarios para la planta en un laboratorio muy equipado de control de calidad y servicio al cliente, por lo cual no era necesario invertir en otro. Además, contaba con un buen equipo de técnicos capaces de realizar estos trabajos, lo que hubiera sido caro y difícil de lograr, para Sulcolor, ya que no contaba con los conocimientos ni con el personal adecuados. En otros términos, Sandoz era la proveedora de tecnología, la suministradora de servicios tecnológicos, un apoyo administrativo y político, y al mismo tiempo su banco. Todo esto en una región alejada de universidades, laboratorios y centros de investigación y en una época en que el dinero era un recurso muy escaso. Comparativamente hablando Sulcolor era, en 1986, más rentable que Plasticolor.

En este caso realizo también una descripción de asimilación de tecnología, en tanto que la empresa aprendió a utilizar la tecnología de operación y la de equipo. Sin embargo, las perspectivas de asimilación de tecnología de producto, y de un posterior desarrollo tecnológico interno son pobres, ya que Sandoz se encarga de solucionar los problemas tecnológicos de la empresa a un costo menor del que tendría ésta si lo hiciera por sí misma. Este proceso tomó sólo cuatro años, mientras que a Plasticolor le llevó quince ante de independizarse de ICI e integrar la tecnología en su planeación interna.

Este caso, en comparación con el de Plasticolor, muestra la importancia de las relaciones sociales en la adquisición de conocimientos, y de su aplicación. El primer empresario era nacionalista, tenía conexiones familiares con industriales y técnicos al servicio del Estado; debido a sus actividades y lugar de residencia, tenía relaciones con académicos, industriales y políticos que conocían de política tecnológica. El segundo empresario, debido a su origen, actividad y residencia, había tenido un menor acceso a la información y relaciones sociales, vinculadas con la política tecnológica, además de que a través de los años había perdido el contacto con la universidad; a los compañeros que seguían en contacto con la academia los consideraba "sabios", pero con conocimientos muy alejados de la producción. Al mismo tiempo, consideraba sabios también a los técnicos de Sandoz que habían desarrollado la tecnología que él empleaba, pero se acercaba a ellos y los respetaba. En otros términos, reconocía que ambos tenían conocimiento, pero el de los técnicos de Sandoz le era más cercano y más significativo.

Sulcolor y Plasticolor muestran en sus primeros años el papel tecnológico que juegan las transnacionales en la industria: enseñan y capacitan personal a un costo que la empresa tiene que pagar vía regalías y pago de servicios tecnológicos. Es evidente que a la larga, para que el proceso sea completo y conduzca al desarrollo tecnológico, dependerá de las relaciones entre la empresa y la transnacional, así como de la capacidad de aprendizaje de la primera. Como he dicho, este proceso no depende exclusivamente de factores internos a la empresa, sino también de la existencia, y su conjugación, de varios factores externos, que en México, al parecer se dan con dificultad. Esta problemática impulsa muchas veces a los empresarios a optar por comprar tecnología y asociarse con grandes compañías transnacionales con quienes, por tradición cultural, se entienden mejor, y de quienes reciben apoyo y protección, todo ello antes que arriesgar sus recursos en desarrollar tecnología.

Reflexiones finales

La revisión de la información disponible sobre la tecnología en la industria de México señala en primer lugar, que la evolución histórica de México ha sido distinta que en otros países. Esta situación, ha conducido a una desvinculación entre el aparato productivo y el sistema de ciencia y tecnología; y a un atraso relativo en nuestro desarrollo científico y tecnológico.

Sin embargo, cabe señalar que la situación nacional es muy heterogénea, tanto entre sectores como al interior de cada uno de ellos. Aún en un sector estratégico y propicio a la investigación en planta, como es el de la industria química, la situación es muy poco homogénea. De modo que es difícil generalizar al respecto, y más aún proponer políticas generales para toda la industria. Se pueden sugerir ciertas medidas como: apoyar la vinculación docencia-investigación, la educación básica, media, superior y técnica; propiciar la creación de bibliotecas, centros y laboratorios de normalización y apoyo industrial; así como el fortalecimiento de los instrumentos de apoyo al desarrollo tecnológico (por ejemplo, organismos financieros y centros de vinculación). Sin embargo, mientras no se tomen en cuenta seriamente las diferencias entre sectores y, más importante aún, la situación política y cultural, es difícil que estas medidas tengan éxito.

Por lo que se refiere al papel de las compañías transnacionales en el desarrollo tecnológico, es importante hacer una crítica distinta a la que tradicionalmente se ha hecho, evaluando las aportaciones que hacen a la enseñanza de los cuadros técnicos y obreros del país, frente a los costos que representa el pago de sus servicios tecnológicos.⁵ Por otro lado, es importante evaluar críticamente el costo que representa para México la importación de insumos, cuya venta, al menos en las empresas estudiadas, representaba un costo mucho más elevado que el de pagos de servicios tecnológicos.

De acuerdo con la reconfiguración del sistema mundial, y la peculiar inserción de México en él, es urgente cambiar la situación actual. Sin embargo, este desafío requiere una revisión profunda, no solamente del sistema científico y tecnológico, sino también del sistema político y administrativo, de manera que las decisiones que se tomen sean más acordes con la tradición, cultura, estructura política y organización social características de nuestro país.

Notas

¹ Este trabajo es parte de un estudio mayor, realizado con financiamiento del Centro para la Innovación Tecnológica (UNAM) y del CONACYT.

² Strassman (1979) menciona tres casos de innovación tecnológica obstaculizados también por la incongruencia de las políticas estatales.

³ En la administración pasada la SECOFI auspició un programa de asimilación de tecnología y de cooperación de las grandes compañías extranjeras para el financiamiento de la educación.

Referencias

1. Castrejón, Jaime y Marisol Pérez Lizaur, 1976. *Historia de las universidades estatales*, México, SEP.
2. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1976. *Plan Nacional de Ciencia y Tecnología*, México, CONACYT.
3. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1979. *Programa Nacional de Ciencia y Tecnología*, México, CONACYT.
4. Ching-Yuan, Lin, 1988. "East Asia and Latin America as Contrasting Models", *Economic Development and Cultural Change*, Vol. 36, No. 3, April, Supplement, S153-S197.
5. De Leonardo, Patricia, 1983. *La educación superior privada en México*. México, Ed. Línea.
6. Dore, Ronald P., 1973. *British Factory Japanese Factory*, London, Allen and Unwin.
7. Durand, Jorge, 1986. "Auge y crisis: un modo de vida de la industria textil mexicana", *Relaciones*, No. 28, 61-84.
8. Faler, Paul G., 1981. *Mechanics and Manufacturers in the Early Industrial Revolution: Lynn Mass. 1760-1860*, Albany, SUNY Press.
9. Fernan, B. y M.A. Levin, 1987. "Dilemas of Innovation and Accountability: Entrepreneurs and Chief Executives", *Policy Studies Review*, Vol. 7, No. 1, 187-199.
10. Giral, J., S. González y E. Montaña, 1978. *La industria química en México*, México, Redacta.
11. Glade, William P. y Charles W. Anderson, 1963. *The Political Economy of Mexico*, Madison, University of Wisconsin Press.
12. Hammerschmidt, H., 1980. "La ciencia y la tecnología en la República Federal de Alemania", *Ciencia y Desarrollo*, No. 31, 8-55.
13. Knauth, Josefina Vázquez de, 1975. *Nacionalismo y Educación en México*, México, El Colegio de México.
14. Márquez, Ma. Teresa, 1982. *Diez años del CONACYT*, México, CONACYT.
15. Márquez, Viviana, y K. Unger, 1981. *La tecnología en la industria alimentaria mexicana*, México, El Colegio de México.
16. Mowery, David, 1983. "The Relationship Between Intrafirm and Contractual Forms of Industrial Research in American Manufacturing, 1900-1940", *Explorations in Economic History*, 20, (4), 351-374.
17. Nakaoka, Tetsuro, 1989. Changes in the Attitude of Major Japanese Corporations to Research and Development. Ponencia presentada en el Simposio México-Japón, El Colegio de México.
18. Nutt, Paul C., 1986. "Decision Style and Strategic Decisions of Top Executives", *Technological Forecasting and Cultural Change*, 30, 39-62.
19. Randall, Robert W., 1972. *Real del Monte. A British Mining Venture in Mexico*, Austin, The University of Texas Press.

20. Reyna, José Luis, y Richard S. Weinert (eds.), 1977. *Authoritarianism in Mexico*, Philadelphia, Institute for the Study of Human Issues.
21. Senchack, Andrew J., 1981. "Characteristics of Small Manufacturing Firms, R and D Activities", *Journal of Small Business Management*, Vol. 19, No. 1, 48-55.
22. Smith, Peter H., 1979. *Labyrinths of Power. Political Recruitment in Twentieth Century Mexico*, Princeton, Princeton University Press.
23. Staudenmaier, John M., 1985. *Technology Storytellers. Rescuing the Human Fabric*, Cambridge, The Society for the History of Technology y MIT Press.
24. Strassman, W. Paul, 1979. "Innovación, tecnología y desarrollo económico", en V. Márquez (ed.), *Dinámica de la empresa mexicana*, México, El Colegio de México, 351-372.
25. Stumpe, Warren R., 1982. "Entrepreneurship" in R&D, *Research Management*, XXV, No. 1, 13-16.
26. Weber, Max, 1976, *General Economic History*, New York, Collier Books, en Wallace, Anthony, 1980, Rockdale, New York, W.W. Norton and Co.

IGNACIO MENDEZ RAMIREZ,
"Relaciones entre investigación científica
e investigación tecnológica"

RELACIONES ENTRE INVESTIGACION CIENTIFICA E INVESTIGACION TECNOLOGICA

IGNACIO MÉNDEZ RAMÍREZ

Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM.

Introducción

Para poder señalar algunas relaciones entre ciencia y tecnología, intentaré primero algunas definiciones de ellas; después, realizaré un esbozo histórico del desarrollo de dichas relaciones a través del tiempo, para concluir propiamente señalándolas. Cabe destacar que las definiciones de ciencia y tecnología retomadas en este texto son similares.

Parto de que la técnica como tal nació mucho antes que la ciencia en base a prácticas constantes de ensayo y error y a su repetición permanente. Asimismo, considero que al surgir la ciencia en el Renacimiento, tuvo poco impacto sobre la técnica ya que más bien, la ciencia se nutrió en ese entonces de hechos, ideas e instrumentos que proveía la tecnología. De esta manera, apenas hace 200 años, se ha buscado de manera paulatina el apoyo de la ciencia para el desarrollo de la tecnología. El acercamiento institucional entre ciencia y tecnología se da de hecho hasta el siglo xx.

Definiciones y conceptos básicos

A.R. Wallace señaló que el hombre es el único animal capaz de efectuar una evolución dirigida no orgánica ya que él hace sus herramientas. Sin embargo, la identificación de esas herramientas con artefactos materiales

es arbitraria. El lenguaje y los conceptos abstractos también son herramientas. De hecho, todas las disciplinas parten de distinciones arbitrarias como ésta. Así se define como herramientas el ábaco y el compás, y por tanto como tecnología, pero la tabla de multiplicación o de logaritmos no lo son.

El objeto de la tecnología es "cómo hacer las cosas". Sin embargo, debiera ser de acuerdo a Wallace, "cómo el hombre hace las cosas": el propósito es superar las limitaciones del ser humano como animal. Así, la tecnología capacita al hombre, un bípedo terrestre, para poder volar y sumergirse por largos periodos; al animal subtropical para poder sobrevivir en cualquier parte del mundo; a uno de los primates más lentos y débiles, para desplazarse a velocidades superiores al sonido y mover miles de toneladas. Asimismo, le permite sobrevivir unas tres o cuatro veces más que el periodo biológico (25 años) para asegurar su reproducción.

Este enfoque de la biología humana, concluye que la tecnología no tiene que ver nada más con cosas: herramientas, procesos y productos; más bien tiene que ver con trabajo, es decir, con la actividad específicamente humana por medio de la cual el hombre vence las leyes de su biología, que condenan a los otros animales a dedicar todo su tiempo y energía para mantenerse vivos el siguiente día o la siguiente hora.

Es así que podemos definir la tecnología como la acción humana sobre objetos físicos, o como un conjunto de objetos físicos que sirven a los propósitos humanos.

Las herramientas y técnicas disponibles, influyen fuertemente el tipo de trabajo que se puede realizar y las maneras de hacerlo, aunque el trabajo mismo, su estructura, organización y conceptos también influyen poderosamente en las herramientas, las técnicas y su desarrollo. De esta manera la organización del trabajo, es una de las principales formas para lograr esa evolución dirigida no orgánica, que es específicamente humana y que es en sí misma, una importante herramienta del hombre.

Abbagnano, en su diccionario de filosofía, da la siguiente definición: "Técnica es todo conjunto de reglas aptas para dirigir eficazmente una actividad cualquiera". En este sentido, la técnica no difiere de la ciencia ni del arte, ni de cualquier otro procedimiento u operación capaz de lograr un efecto cualquiera. Se pueden distinguir:

- a. Técnicas racionales. Que son relativamente independientes de sistemas particulares de creencias y pueden conducir a la modificación de tales sistemas. Ellas mismas son autocorregibles.
- b. Técnicas mágicas o religiosas. Que es posible ponerlas en acción sólo por sistemas de creencias particulares y no modificables. Ellas mismas son inmodificables.

Las técnicas racionales pueden dividirse en: simbólicas (ciencia y bellas artes), y de comportamiento (morales, políticas, económicas y de producción). Esta última es la que comúnmente se conoce como "técnica".

Davies *et al.* (1979) considera que "la actividad humana puede ser representada como: integración de ideas, objetos materiales y las ideas de la gente, y difiere en las proporciones de la mezcla. El científico, en un extremo de su trabajo (como en el estudio de la astronomía, la electricidad o la materia), sólo se preocupa por ideas y cosas, ya que su satisfacción puede ser la contemplación de una correlación o un modelo que encaje (por ejemplo, la teoría de la relatividad o de los cuanta). El comerciante, en su postura más ortodoxa, junta cosas y gente, sin ideas. El artista, que a veces puede trabajar sólo con ideas, suele preocuparse más por las ideas y las personas, con alguna atención a las cosas". Su definición de tecnólogo es la de una persona que trata con ideas, cosas y gente; es decir, en la intersección de los científicos, artistas y comerciantes. (Figura 1).

Los autores citados, definen al tecnólogo y con ello la tecnología, del siguiente modo: "... un tecnólogo sirve a unos fines sociales mediante el uso de la ciencia cuando ésta se encuentra disponible, y con técnica o empirismo cuando falta la ciencia. Su producción puede adquirir la forma de bienes o de sistemas y servicios. Generalmente emplea metodologías conocidas, pero allí donde éstas son insuficientes improvisa con lo desconocido, y a veces con ello genera nueva ciencia. Así, posee campos de actividad en común con los científicos, los comerciantes, los artesanos y artistas. No siempre ha dispuesto de la ayuda de la ciencia y obtuvo gran parte de su fuerza inicial a partir de la artesanía y la tradición, de las que dependían la medicina y la metalurgia moderna... y aunque suele emplear métodos lógicos, es arrastrado a menudo por percepciones artísticas y produce resultados artísticos en forma de puentes y edificios atractiva-

mente diseñados y emplazados, objetos de grácil aerodinámica, y esquemas y estrategias intelectualmente gratos”.

González Casanova (1987), da una definición amplia de técnica y considera que “la técnica es el dominio de un fenómeno de acuerdo a un modelo; es la reproducción de un conocimiento en la realidad. El dominio y el conocimiento pueden ser más o menos limitados; pero para que haya técnica es necesario poder actuar en la producción o reproducción de los hechos ideados. Hay distintas clases de técnicas: la técnica cotidiana o del trabajo manual, la técnica científica o del trabajo teórico, y lo que podríamos llamar la técnica mágica”.

Lo que González Casanova llama técnica cotidiana es lo que comúnmente conocemos como técnica y la técnica científica como ciencia aplicada.

Así, González Casanova considera que “la técnica cotidiana o del trabajo manual es aquella que se basa en las experiencias derivadas de la acción cotidiana, del trabajo diario, y consiste en una serie de procedimientos definidos prácticamente que dan resultados útiles. Estos procedimientos son transmitidos de unas generaciones a otras mediante explicaciones verbales y, sobre todo, mediante la imitación manual y práctica.

La técnica científica también llamada técnica del trabajo teórico se basa en el análisis metódico de las experiencias pasadas y presentes; se transmite a través del estudio de conceptos, hipótesis, leyes y teorías científicas, y de su aplicación organizada y sistemática a la producción de determinados efectos mediante la manipulación de factores e instrumentos, determinados a su vez teórica y prácticamente”.

La técnica mágica en principio, no se distingue de la cotidiana, salvo que recurre a explicaciones sobrenaturales.

La técnica cotidiana corresponde a la filosofía del llamado “sentido común”; sentido común entendido como “el conjunto de opiniones que han sido admitidas en una época y lugar dados, de una manera tan general, que las opiniones contrarias aparecen como aberraciones individuales, que sería inútil refutar seriamente y de las que más valdría burlarse si son ligeras, o a las que habría que eliminar si son graves”.

El sentido común refleja la lenta evolución que caracteriza a las técnicas cotidianas y su tendencia a permanecer iguales, a veces durante siglos.

A la técnica científica o del trabajo teórico corresponden el llamado espíritu científico y la filosofía científica. El espíritu científico consiste en una actitud intelectual que postula la necesidad de verificar cualquier concepto mediante la observación y la experiencia. Exige un rigor metódico, el conocimiento pleno de la teoría científica para su aplicación a un problema particular o para la eliminación y sustitución rigurosa de la teoría, cuando nuevas observaciones y experiencias revelan su inexactitud, o permiten elaborar otra nueva teoría que refleje con más precisión la realidad.

Cuando la naturaleza se convierte en la herramienta más importante empleada por el hombre para ejercer un control sobre ella misma, se le denomina técnica natural; asimismo, cuando el hombre se convierte en el instrumento por medio del cual él mismo podrá ejercer control sobre otros hombres, se le llama técnica social.

Esbozo histórico

No toda técnica es científica. La “revolución” del paleolítico se dio con el uso y fabricación de instrumentos de piedra, la agricultura y domesticación de animales, representó la propagación de muchas técnicas; posteriormente se desarrolló la navegación y se dio la fabricación de instrumentos con bronce, luego hierro y finalmente acero. Prácticamente, todo el desarrollo de la humanidad hasta la Edad Media, se basó en técnicas no apoyadas en la ciencia, ya que la ciencia como tal surge hasta el Renacimiento, principalmente en Italia. Es así que se puede afirmar que aún hay desarrollos técnicos que no se basan en la ciencia, aunque ciertamente mientras más avanza la ciencia, hay más tecnología apoyada en ella.

Un claro ejemplo de que la técnica no requiere forzosamente del conocimiento científico, es el proceso de elaboración del pulque que desarrollaron los aztecas al fermentar el aguamiel del maguey, sin conocer la existencia de los microorganismos que provocan dicha fermentación. Sin embargo, sí sabían cómo iniciar y terminar el proceso.

La edad en que las ciudades se formaron alrededor de los ríos o lagos, para llevar a cabo una producción agrícola permanente, es reconocida por Drucker (1970), como la primera revolución tecnológica que provocó cambios importantes en muchos aspectos, entre ellos:

1. Establecimiento de un gobierno como una institución con estructura jerárquica y formación de la burocracia que permitió la creación de un imperio basado en la irrigación. Surgimiento del hombre como ciudadano y del primer dios supratribal. Distinción entre costumbre y ley, con el desarrollo de un sistema legal abstracto, impersonal. Creación de un ejército para defender a los agricultores que eran estables y vulnerables, pero proveían el alimento a todos. Con el ejército, se desarrolló la tecnología de guerra: caballos, carros, lanzas, escudos, armaduras y catapultas.
2. Desarrollo de clases sociales: agricultores, soldados y clase gobernante (sacerdotes y nobles). Especialización de labores: artesanos y artistas; carpinteros, vinateros, herreros, alfareros y profesionales; escribanos, abogados, jueces, médicos y comerciantes.
3. Se organizó e institucionalizó el conocimiento para mantener los sistemas de irrigación, defensa, comercio y gobierno y se impulsó la astronomía para predecir las distintas estaciones y épocas de lluvias en el año así como para dirigir los viajes por tierra y la navegación por mar. Se crearon las primeras escuelas y surgieron los primeros maestros; desarrollándose por primera vez un sistema para observar los fenómenos naturales, que de hecho, se convirtió en la primera visión de la naturaleza como algo ajeno, independiente y diferente al hombre, gobernado por sus propias leyes racionales. Es en ese momento cuando nace, aunque pobre, la ciencia.
4. Reconocimiento del individuo y con él, la afirmación de los conceptos de compasión y justicia así como de la existencia de las artes y los poetas; los sacerdotes y filósofos.

Estos aspectos nos llevan de inmediato a considerar el impacto de la tecnología en la transformación de la sociedad y podemos resumirlo en tres puntos:

- a. Un cambio tecnológico importante crea la necesidad de innovaciones políticas y sociales, ya que hace obsoletas las relaciones institucionales existentes.
- b. Los cambios tecnológicos específicos demandan innovaciones políticas y sociales también específicas.
- c. El cambio tecnológico, no hace inevitables ciertas instituciones, si requiere cambio social y económico, pero la dirección del cambio depende de los propósitos y valores específicos de la sociedad. Por ejemplo, las civilizaciones americanas no separaron ley de costumbre, ni inventaron la moneda, ¡pero tampoco usaron la rueda!

Desde hace 200 años iniciamos una gran revolución tecnológica, que aún no termina y por eso seguimos sufriendo cambios socioeconómicos. Enfrentamos la gran tarea de identificar las innovaciones políticas y sociales necesarias, y la tarea aún mayor de procurar que esas nuevas instituciones se apeguen a los valores en los que creemos y que aspiren a las finalidades que consideramos correctas y sirvan a los propósitos humanos con libertad y dignidad.

La tecnología, como la conocemos hoy (un trabajo sistemático y organizado sobre las herramientas materiales del hombre), nace en la revolución industrial y agrícola que se inicia en el siglo XVIII. Fue entonces cuando se establecieron las disciplinas tecnológicas para aprenderse y enseñarse, y poco a poco se dio la reorientación de la ciencia hacia el estímulo y alimentación de esas nuevas disciplinas de aplicación tecnológica. Así, la agricultura y las artes mecánicas cambiaron casi al mismo tiempo aunque independientemente, ya que desde ese siglo se usaron máquinas para cultivar la tierra, tiradas por caballos y se mejoró al ganado genéticamente. Estas ideas se publicaron y extendieron; los rendimientos se duplicaron y la mano de obra disminuyó a la mitad. Esto hizo posible la migración de los trabajadores a las ciudades, donde se convirtieron en consumidores y obreros de las nacientes industrias.

En 1780 se funda el primer colegio de agricultura en Alemania. En 1747 en Francia una escuela técnica industrial; en 1776 la escuela de minas de Freiberg, Sajonia y en 1794 la escuela politécnica de París, con la profesión de ingeniero.

La medicina fue la disciplina que tardó más tiempo en adoptar una base científica. Van Swieten, médico holandés, trató en vano de unir la clínica con algunos conocimientos anatómicos y etiológicos publicados por Morgagni y Boerhaave en 1700; pero como la medicina era practicada por un grupo de médicos organizados y respetados, no aceptaron las nuevas ideas. Fue hasta que la Revolución Francesa abolió todas las sociedades y escuelas de medicina, que se efectuó un cambio drástico. En 1820 en París, Corvisart unió la práctica con los conocimientos científicos, aunque la oposición a la ciencia continuaba fuerte; así Semmelweis fue exiliado de Viena, alrededor de 1840, después de su magnífico estudio sobre la fiebre puerperal. Hasta 1850 surge la medicina científica tecnológica organizada con Bernard, Pasteur, Lister, Koch y otros. Todos ellos eran científicos con un deseo de hacer, y no únicamente de saber.

Derry y Williams (1988) en *Historia de la tecnología*, reseñan con detalle la historia de todas las grandes tecnologías desde la antigüedad hasta 1950. Señalan que la ciencia se incorpora a la tecnología precediendo y condicionando los avances tecnológicos. Sin embargo, esto no ocurrió hasta que tanto la ciencia como la tecnología estuvieron organizadas. Veamos, por ejemplo, las declaraciones de la Royal Society en 1718:

El examen de peticiones de patentes fue una de las primeras misiones encomendadas a la Royal Society en 1662, claro ejemplo de la relación cada vez mayor, existente entre los científicos y tecnólogos, característica de la sociedad moderna.

Las sociedades culturales, que fueron un producto temprano del movimiento científico, ejercieron asimismo cierta influencia directa sobre la tecnología, al organizar la recopilación y publicación sistemática de datos para ilustrar las condiciones existentes en sus distintas ramas, así como las historias exactas de toda clase de curiosos y benéficos oficios de todos los países.

Derry y Williams (1988) señalan también que: "La segunda mitad del siglo xvii fue la época en que la tecnología más avanzada estaba intentando ponerse en contacto con la ciencia".

El nacimiento del espíritu científico fue una característica notable del Renacimiento: los hombres dejaron de aceptar a ciegas las opiniones de los antiguos, referentes al universo y a las leyes que supuestamente regían el mundo natural; el dogma fue sometido a la experiencia, y cuando no su-

peró la prueba, fue rechazado y se formularon nuevas teorías. Había nacido así, la ciencia en el sentido moderno de la palabra, momento a partir del cual se hicieron rápidos progresos en matemáticas, física, química y biología. Pero las consecuencias inmediatas para la tecnología permanecieron confinadas a unos pocos campos especializados; principalmente, el progreso técnico dependía todavía de la utilización de métodos empíricos por hombres prácticos. "En conjunto, hasta 1750 la ciencia obtuvo probablemente más de la tecnología que ésta de aquélla: algunas de las excepciones más notables fueron los instrumentos náuticos, la aplicación del principio del péndulo para medir el tiempo y la creciente utilización de la química".

Relaciones entre investigación tecnológica y científica

A partir del Renacimiento, la ciencia intentó explicar por qué funcionaban muchas tecnologías; en otras palabras, buscó el conocimiento por sí mismo, pero su inspiración fue la naturaleza y sus productos modificados por la tecnología. Así por ejemplo, Pasteur explicó la fermentación y putrefacción conocida y desarrollada por el hombre desde 6 ó 7 mil años antes. Clausius y Kelvin dieron una formulación científica al comportamiento termodinámico de la máquina de Watt. Esto impactó a la ciencia definida como "la búsqueda sistemática de conocimiento racional". Fue así que la idea de conocimiento cambió su significado y pasó de ser únicamente "entendimiento" proyectado en la mente del hombre, para convertirse en "control": conocimiento enfocado a su aplicación en la tecnología. Podemos decir que nació entonces una "ciencia aplicada".

Alrededor de 1700 Harvey descubrió la circulación de la sangre y desaprobó la práctica del sangrado. Sin embargo, en 1827 Francia importó 33 millones de sanguijuelas para realizar dicho sangrado y se continuó aplicando hasta fines del siglo xix. La práctica citada desapareció no por el conocimiento científico sino por la observación clínica. También tenemos que los mismos médicos que practicaban la vacunación descubierta por Jenner a mediados del siglo xviii, enseñaban teorías que a la luz de la vacunación eran absurdas.

Una explicación muy probable de estos sucesos es que la ciencia y la tecnología no eran contempladas como disciplinas complementarias, ya que no tenía nada que ver una con la otra: la ciencia era una rama de la

filosofía que trabajaba con el conocimiento y su objetivo era superar la mente humana. La tecnología, por el otro lado, era contemplada en su sentido utilitario ya que su objetivo era incrementar la capacidad humana para hacer. La ciencia trataba con lo más general y la tecnología con lo más concreto. Esta fue la situación prevaleciente hasta principios de este siglo.

Los científicos, con raras excepciones, no se preocupaban por las aplicaciones de su nuevo conocimiento científico y aún menos por el trabajo tecnológico necesario para hacerlo aplicable. Similarmente, el tecnólogo, hasta épocas muy recientes, rara vez tenía contacto con los científicos y no consideraba importantes sus hallazgos para el trabajo tecnológico. Hoy, la ciencia requiere de su propia tecnología que es muy avanzada. Pero los adelantos tecnológicos logrados por el científico constructor de instrumentos, como una regla, no fueron extendidos a otras áreas y no condujeron a nuevos productos para el consumidor o nuevos procesos para el artesano y la industria. El primer constructor de instrumentos que se hizo importante fuera del campo científico fue Watt, el inventor del motor de vapor. Otros desarrollos aislados de los científicos del siglo XIX, fueron los fertilizantes de Von Liebig y los colorantes de Perkin; la ingeniería eléctrica partió del trabajo de físicos como Faraday, Henry, Helmholtz, Hertz y Maxwell.

Con la primera guerra mundial, todos los países beligerantes movilizaron a los científicos en el esfuerzo bélico y entonces la industria descubrió la enorme potencialidad de la ciencia para generar ideas e indicar soluciones tecnológicas. Asimismo, descubrieron el reto de los problemas tecnológicos.

Ahora, una gran proporción del trabajo tecnológico se basa conscientemente en el esfuerzo científico. De hecho, muchos laboratorios de investigación industrial realizan investigación en ciencia "pura"; además, los resultados de la investigación científica sobre las propiedades de la naturaleza, sea en física, química, biología, geología o cualquier ciencia, se analizan inmediatamente por miles de "científicos aplicados" y tecnólogos para averiguar sus posibles aplicaciones en la tecnología. Actualmente la tecnología no es sólo "la aplicación de la ciencia a productos y procesos", esto es una sobresimplificación. Sin embargo, en algunas áreas como química de polímeros, farmacéutica, energía atómica, exploración espacial y computación, la línea entre investigación científica y tecnológica es imperceptible.

El "saber cómo" del tecnólogo lleva más tiempo y esfuerzo en la mayoría de los casos que el "saber por qué" del científico.

Cuando los conocimientos científicos no nos permiten hacer una predicción aceptablemente exacta sobre el comportamiento de la naturaleza o la sociedad, entonces recurrimos a la exploración o experimentación empírica cuidadosa. Así se han encontrado las dosis de antibióticos adecuados, fórmulas de fertilización en cultivos agrícolas, proporción de componentes en una aleación metálica o algunas técnicas didácticas. Para mí, ésta es una actividad ubicada claramente en la frontera de la técnica y la ciencia ya que se usa una metodología rigurosa, eliminando factores que oscurecen el estudio, pero no hay una teoría que explique todo el proceso.

Box, Hunter y Hunter (1988) abordan un gran número de investigaciones tecnológicas. En particular en la figura 2 se reportan los resultados de un estudio en el que se varió la temperatura y el tiempo de una reacción química, para encontrar las condiciones que maximizan el producto químico resultante; además se hicieron pruebas con viscosidad e índice de color adecuados. Este es un caso donde los conocimientos científicos no son suficientes para dar la respuesta al problema planteado y se recurre a la experimentación empírica apoyada en modelos estadísticos.

Todos los que escriben sobre tecnología, reconocen que existen una serie de factores extraordinarios (variados y complejos) que juegan un papel importante en la tecnología, y que son a su vez, influenciados por ella: el sistema económico y legal, las instituciones políticas y los valores sociales, las abstracciones filosóficas, las creencias religiosas y el conocimiento científico.

El 21 de octubre de 1879, Edison logró mantener encendida una bombilla eléctrica durante poco tiempo. Con este experimento, el científico sentó las bases de la investigación tecnológica:

1. Definición de una necesidad: convertir la electricidad en luz.
2. Un objetivo claro: crear un recipiente transparente en el que la resistencia a la corriente calentara una sustancia al "blanco".
3. Identificación de los pasos principales y de las piezas que hay que elaborar: la fuente de poder, el contenedor y el filamento.

4. Retroalimentación de los resultados al plan de trabajo: encontrar que se requería un tubo de "vacío" en lugar de un tubo con un gas inerte.
5. Organización del trabajo de modo que cada segmento principal del proceso, se asigna a un equipo específico.

El trabajo tecnológico de este siglo se caracteriza por tres aspectos separados aunque muy relacionados:

1. Cambios estructurales: la profesionalización, especialización e institucionalización del trabajo tecnológico.
2. Cambios de metodología: la nueva relación entre ciencia y tecnología, la emergencia de la investigación sobre sistemas y el concepto de innovación; y
3. El enfoque de sistemas.

Desde la edad de piedra hasta hace 200 años aproximadamente y como una tendencia general, los artesanos (médicos, herreros, afareros, etcétera) usaban sus conocimientos para mejorar sus formas de vida y muerte, su trabajo, su alimentación y sus formas de convivencia. La revolución tecnológica moderna alcanzó tal impacto en la mente del hombre que ahora la aplicación y el saber; la materia y la mente; la herramienta y el propósito; el conocimiento y el control se han unido.

Ahora la tecnología es importante precisamente porque ha unido el universo del hacer con el del conocer, conectando la historia natural con la historia intelectual del hombre.

Ortega y Gasset, en Gardner (1986) comentan que el progreso científico ha eliminado a los enciclopedistas. Ahora el científico conoce sólo una ciencia determinada, y además de esa ciencia, sólo conoce bien la pequeña porción en la que él es investigador activo. Llega a proclamar como una virtud el no enterarse de cuánto quede fuera del angosto paisaje que especialmente cultiva, y llama diletantismo a la curiosidad por el conjunto del saber. Se considera un sabio-ignorante, cosa de sobremanera grave, pues significa que es un señor el cual se comportará en todas las cuestiones que ignora, no como un ignorante, sino con toda la petulancia

de quien en su cuestión especial es un sabio. Y, en efecto, éste es el comportamiento del especialista. En política, en arte, en los usos sociales, en las otras ciencias tomará posiciones primitivas, que reflejan su gran ignorancia; pero las tomará con energía y suficiencia, sin admitir —y esto es lo paradójico— "especialistas de esas cosas".

Se habla de la revolución científico-técnica, para señalar los enormes cambios en la ciencia y la tecnología ocurridos principalmente en el último siglo. Se refiere fundamentalmente al uso de la energía atómica, las computadoras, los nuevos materiales y la biotecnología.

Si antes el dominio de la técnica se limitaba principalmente a la producción de bienes materiales, ahora afecta profundamente toda la vida social y los modos de pensamiento.

La revolución científico-técnica infunde muchas esperanzas para la humanidad. Sin embargo, el entusiasmo y la fe en la ciencia con los desarrollos técnicos que ella promueve, y que existió desde mediados del siglo pasado a mediados del presente, se ha visto disminuido y empañado por algunas consecuencias negativas de ese "progreso" como la contaminación, el agotamiento de recursos naturales y la enajenación.

Como ha señalado Bertrand Russell en Gardner (1986), "en un mundo científico necesitamos un código moral un tanto distinto del que heredamos del pasado. Pero dar a un nuevo código moral la suficiente fuerza coercitiva como para frenar acciones anteriormente consideradas inofensivas no resulta sencillo, ni puede lograrse en un sólo día".

Es absolutamente indispensable, aunque se reconoce lo difícil de la empresa, que los científicos y técnicos obtengan una formación sólida en sus áreas de especialización, pero con una cultura amplia, que les dé elementos de filosofía, arte y humanismo en general.

OCTAVIO LICONA SEGURA,
"Un sabio mexicano del siglo XVII"

Referencias

- Abbagnano N. *Diccionario de Filosofía*. Fondo de Cultura Económica, México (1963).
 Box G.E.P., W.G. Hunter y J.S. Hunter. *Estadística para Investigadores*. Editorial Reverté, España (1988).
 Davies D., T. Banfield y R. Sheahan. *El Técnico en la Sociedad*. Ed. Gustavo Gili, S. A. Barcelona (1979).
 Derry, T.K. y T.I. Williams. *Historia de la tecnología*. Siglo XXI (1980).
 Drucker, P.F. *Technology, Management and Society*. Harper and Row, New York (1970).
 Ortega y Gasset J. "La Barbarie del -Especialismo-", en *El Escarabajo Sagrado* de M. Gardner. Biblioteca Científica Salvat (1986).
 Russell B. "La Ciencia para Salvarnos de la Ciencia", en *El Escarabajo Sagrado* de M. Gardner. Biblioteca Científica Salvat (1986).

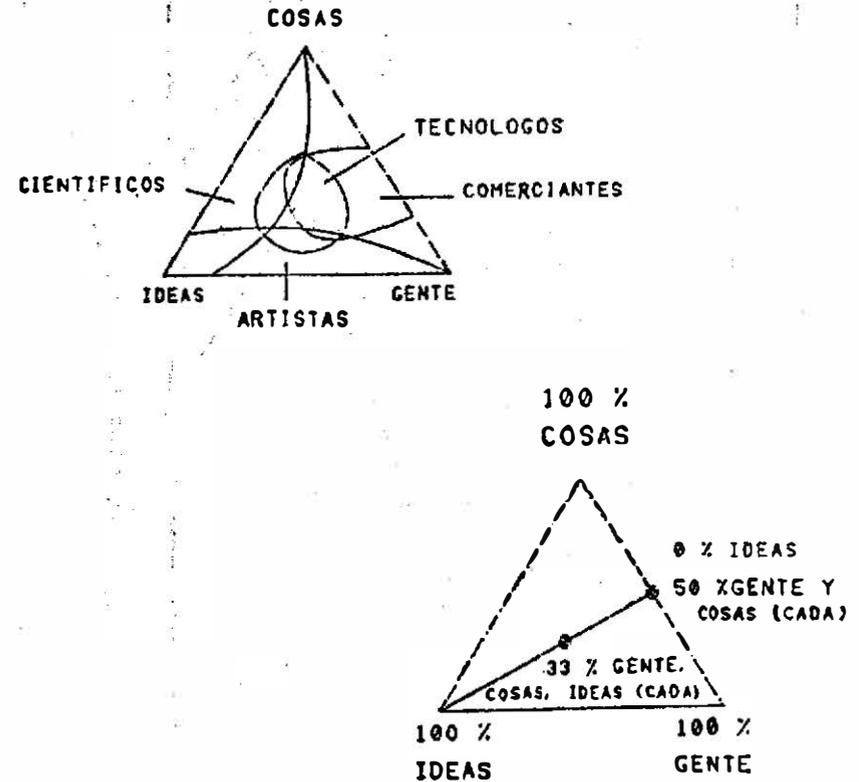


Figura 1. Diagrama de Actividad Humana.

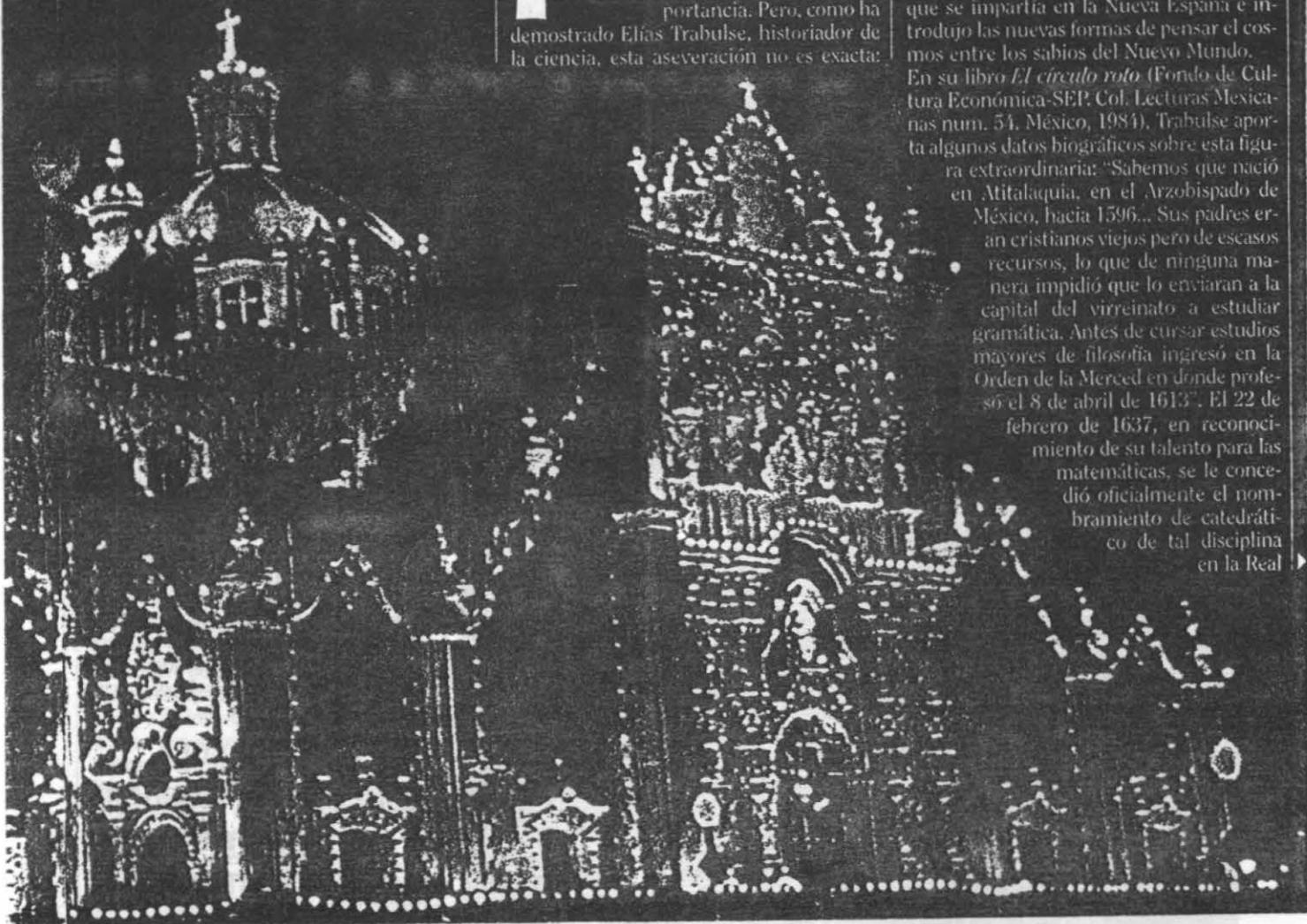
Fuente: Davies et al., 1979.

Un sabio mexicano del siglo XVII

Para muchos especialistas, durante el largo periodo colonial mexicano no aparecieron figuras científicas importantes ni se dieron movimientos intelectuales de importancia. Pero, como ha demostrado Elías Trabulse, historiador de la ciencia, esta aseveración no es exacta:

nuestro país atestiguó los trabajos de sabios como Carlos de Sigüenza y Góngora, Juan Benito Díaz de Gamarra y Antonio de León y Gama. Pero el pionero y antecesor de estos eruditos mexicanos fue el padre mercedario Diego Rodríguez, quien encabezó la primera cátedra de matemáticas que se impartía en la Nueva España e introdujo las nuevas formas de pensar el cosmos entre los sabios del Nuevo Mundo.

En su libro *El círculo roto* (Fondo de Cultura Económica-SEP, Col. Lecturas Mexicanas num. 54, México, 1984), Trabulse aporta algunos datos biográficos sobre esta figura extraordinaria: "Sabemos que nació en Atitalaquia, en el Arzobispado de México, hacia 1596... Sus padres eran cristianos viejos pero de escasos recursos, lo que de ninguna manera impidió que lo enviaran a la capital del virreinato a estudiar gramática. Antes de cursar estudios mayores de filosofía ingresó en la Orden de la Merced en donde profesó el 8 de abril de 1613". El 22 de febrero de 1637, en reconocimiento de su talento para las matemáticas, se le concedió oficialmente el nombramiento de catedrático de tal disciplina en la Real



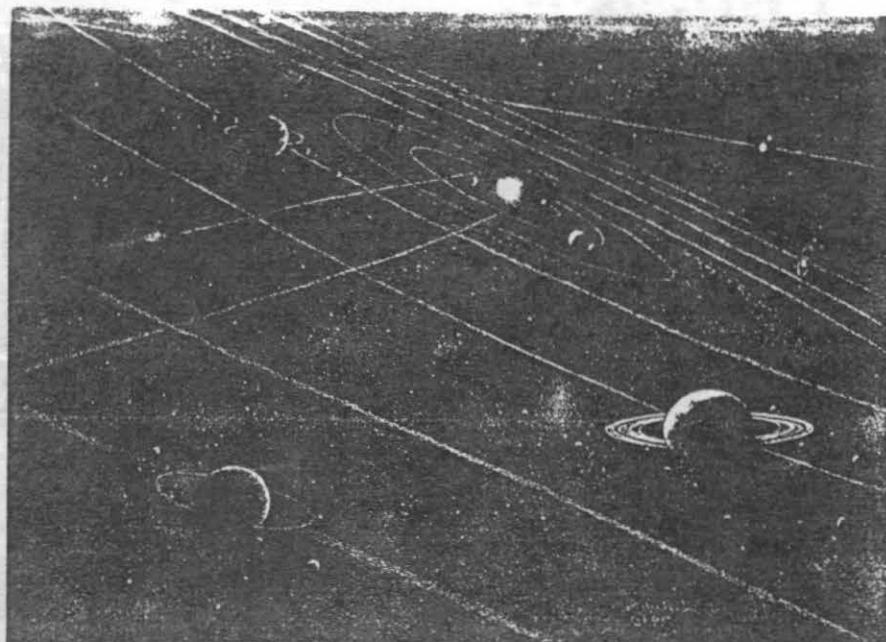
Como Descartes, descubrió los números imaginarios y los rechazó

practicaba, lo convertían en un hombre de soluciones nuevas a viejos problemas.

Uno de los grandes problemas que abordó fue la manera de evitar las inundaciones crónicas de la Ciudad de México. En 1635, el marqués de Cadereyta, el nuevo virrey de la Nueva España, buscó solucionar de alguna manera esta situación, pues la última inundación -en 1629- había sido una de las peores de "todas aquellas de que se guardaba memoria", apunta el historiador. Por más de cinco años, la urbe estuvo cubierta por las aguas.

El padre Rodríguez, junto con un grupo de expertos, revisó proyectos y supervisó el trabajo en varios canales que permitieron un mejor drenaje de la capital virreinal. Su pericia en las matemáticas le permitió, por ejemplo, calcular la cantidad de tierra, arena y lajas que habría que remover para liberar el paso de un desagüe conocido como la Guiñada.

"Dentro de esa línea de actividades técnicas -cuenta el historiador- caen también los trabajos que realizó en 1654 en la Catedral Metropolitana. En marzo de este año el 'ingeniero mayor del reino', Juan de Lozano, había logrado terminar, después de tres años de labores, el cuerpo de la torre oriental de dicho templo. Solamente dejó sin concluir la bóveda, ya que era conveniente e primero introducir las campanas mayores e incluso, de ser posible, también las menores. La tarea estaba lejos de ser sencilla pues primero había que bajar las ocho pesadísimas campanas que aún se encontraban en el campanario antiguo, trasladarlas cerca del nuevo edificio, para subirlas, por último, a la torre recién terminada. Como la labor precisaba conocimientos de ingeniería, el virrey duque de Albuquerque, siempre preocupado con las obras de Catedral, había convocado semanas antes a diversos maestros que fuesen peritos en tales actividades. Se presentaron cinco proyectos entre los cuales estaba el de fray Diego Rodríguez... Salió premiado el estudio del fraile quien de inmediato se puso a la tarea de construir los aparatos de madera necesarios para la maniobra". 24 días después, una vez que esos aparatos eran una realidad, Rodríguez comen-



Como Kepler, el astrónomo que hizo de las órbitas planetarias elipses (arriba), fray Diego Rodríguez fue un hombre de ciencia influido por el mecanicismo, que postulaba la explicación del cosmos como una maquinaria, y el hermetismo, una corriente filosófico-científico que encontraba relaciones mágicas en las fuerzas de la naturaleza.

zó las labores de ascenso y descenso. Para desgracia de la historia de la ciencia y la tecnología mexicanas, no sobrevivieron los planos de los aparatos creados por el mercedario para llevar a cabo tan desafiante encomienda.

Como astrónomo, uno de los hitos del padre Rodríguez fue la determinación exacta, con apenas ayuda de los conocimientos de su época, de la longitud geográfica de la Ciudad de México. El fraile la obtuvo en 1638 por medio de un eclipse de Luna ocurrido el 20 de diciembre de 1638. Después pudo afinar sus resultados con un eclipse de Sol ocurrido el 9 de mayo de 1641 y observado por un discípulo suyo en la ciudad de Lima, en el virreinato del Perú: "En el año 1859, al hacer un recuento comparativo de las determinaciones de la longitud del Valle de México, realizadas por sabios mexicanos en los siglos XVII y XVIII... Díaz Covarrubias [astrónomo mexicano del siglo XIX. *N. del A.*] no dejó de sorprenderse ante los resultados obtenidos por el padre Rodríguez más de dos siglos atrás, resultados que no habían podido ser superados prácticamente en todo ese lapso, en que las técnicas de observación y medición habían alcanzado enormes avances", explica el doctor Trábulse.

Otro de los intereses del fraile mercedario relacionado con la astronomía fue la *gnomónica*, es decir, el arte de hacer relojes de Sol. Éste es un arte que

exige, por supuesto, una buena cantidad de conocimientos geográficos, matemáticos y astronómicos. Una de las obras capitales del padre Rodríguez, todavía manuscrita, fue un texto sobre estos artilugios: *Tratado del modo de fabricar Reloxes Horizontales, Verticales, Orientales, etc. Con declinación, inclinación, o sin ella: Por Senos rectos, tangentes, etc. Para, por vía de números, fabricarlos con facilidad*. Varios motivos impulsaron al fraile a redactar ese texto, en el que de manera colateral describe otros tipos de instrumentos astronómicos. "En primer término mencionaremos el deseo que tuvo de contar con aparatos confiables para sus propias observaciones astronómicas; en segundo lugar su interés en calcular con precisión las coordenadas de la Ciudad de México y, por extensión, las de los principales puertos y ciudades del virreinato, y por último su intención de dotar a los novohispanos de relojes precisos para sus labores cotidianas". Entre los otros artefactos que el clérigo describió en su tratado estaban el astrolabio y las esferas armilares.

Hoy, como muestra de la incansable y genial mente del primer gran científico e ingeniero mexicano, queda un reloj de Sol en el claustro de Santo Domingo en Oaxaca, construido en 1639. Declara Trábulse en *El círculo rojo*: "Fue seguramente el más destacado matemático y astrónomo del siglo XVII y uno de los mejores exponentes de las ciencias exactas de la época colonial".

Diego Rodríguez introdujo la ciencia moderna en el México de la época colonial



Durante el siglo XVII, las enseñanzas universitarias estuvieron dominadas por las ideas galénicas, ptolemaicas y aristotélicas (arriba el filósofo griego). El fraile mercedario Diego Rodríguez, desde su cátedra de "matemáticas y astrología" en la Real y Pontificia Universidad de México, introdujo las nuevas ideas de la ciencia de su época. Ideas de gente como Kepler, Brahe, Copérnico y Neper, por ejemplo. Izquierda, alegoría de las nuevas matemáticas.

tas teorías de Aristóteles, Ptolomeo y Galeno". Y señala: "El enfrentamiento no era sólo conceptual sino también lingüístico: las nuevas teorías (en realidad tan viejas como las de Aristóteles), conocidas bajo los rubros de demasiado generalizados de hermetismo y mecanicismo, proponían y utilizaban un lenguaje distinto que reflejaba claramente esta nueva mentalidad científica: en la primera, saturado de concepciones mágicas, alquimistas y cabalísticas; en la segunda de relaciones dinámicas perfectamente cuantificables".

Sin embargo, hay que puntualizar que en lo que toca al siglo XVII es muy difícil, por no decir imposible, deslindar los campos: hermetismo y mecanicismo vivie-

marca un hito en la historia de la ciencia novohispana. Fue el primer curso que incorporaba a los estudios tradicionales otros de corte totalmente moderno".

Otro de sus logros como matemático fue su descubrimiento de los números imaginarios, independiente y casi simultáneamente que René Descartes, el filósofo francés -padre del racionalismo moderno- que al igual que el erudito mexicano, los dedujo y luego descartó porque no cabían en la lógica de la época. Al respecto, Trabulse escribe en *La ciencia perdida*: "Cuando fray Diego Rodríguez resolvió un cierto caso de la ecuación de tercer grado encontró que existían raíces que no eran reales, es decir que estaban formadas por la raíz cuadrada de un número negativo. Como lo hiciera Descartes por esas



y Pontificia Universidad de México; aunque en rigor, las lecciones comenzarían en 1638. Este cargo sería ejercido por Diego Rodríguez hasta su muerte en 1668.

Apunta Elías Trabulse en *La ciencia perdida* (Fondo de Cultura Económica, México, 1985), un texto que se acerca somera, pero puntualmente a la obra del sabio novohispano: "Gracias a su labor docente y de investigación las ciencias modernas penetraron en la Nueva España trayendo consigo toda una nueva mentalidad -la del empirismo y la cuantificación- acerca de cómo enfocar el estudio del mundo físico. Ello implicó una lucha lenta y dura contra los viejos conceptos escolásticos que permeaban toda la educación científica superior con las obsole-

ron mucho tiempo entrelazando sus conceptos y enhebrando sus tesis una sobre la otra", aclara Trabulse.

Así, el padre Rodríguez introdujo desde su cátedra las enseñanzas de astrónomos tan modernos como Kepler, Brahe y Copérnico y, en matemáticas, así como explicaba a Euclides y a Teodosio, exponía los trabajos de Tartaglia, Bombelli y Neper, por mencionar algunos de los modernos matemáticos que conocía. Explica el historiador: "La asignatura era obligatoria para los estudiantes de la Facultad de Medicina... ya que era indudable la importancia de los cursos que se impartían. Éstos se dictaron algún tiempo en latín pero posteriormente lo fueron en 'romance'... La apertura de esta cátedra

las mismas fechas, el padre Rodríguez las declaró 'falsas' y las rechazó por imposibles. Pero a medida que avanzaba en sus estudios algebraicos se dio cuenta que los números no reales eran difíciles de evitar y derrotado-terminó, como sus colegas del otro lado del Atlántico, por aceptar su existencia... Así entraron en México los números 'imaginarios', es decir, aquellos números que no eran reales pero que paradójicamente sí existían". Más adelante, el clérigo propuso ciertas soluciones a ecuaciones de cuarto grado en las cuales, ya sin reservas, incluía raíces imaginarias.

El padre Rodríguez además de matemático, se hizo de fama de ingeniero y técnico. Los conocimientos que había adquirido por el nuevo enfoque científico que

QUINTA UNIDAD
"Tecnología y ética; Hacia un nuevo
proyecto de vida"

VII. LOS CONFLICTOS DE VALORES Y LAS INSTITUCIONES

LAS BABELS DE LA CONFUSIÓN

ARNOLD PACEY

“Los conflictos de los valores y
las Instituciones”, Cap. VII.

EL HOMBRE moderno a menudo da la apariencia de estar dividido. No existen objetivos universalmente aceptados, ni sistemas de valores comprensivos en absoluto: “la mente moderna está dividida, por la tensión”. Una y otra vez se ha intentado resolver esa tensión sugiriendo el rechazo a la alta tecnología y la vuelta a formas de vida más sencillas y rústicas. Pero muchas de las proezas más sublimes de la cultura occidental son productos de la alta tecnología y de los valores de virtuosismo que la han animado. Recordemos la ingeniería idealista de las catedrales medievales, las obras de los artistas-ingenieros del Renacimiento, las construcciones de Brunel y Eiffel y las maravillas de la microelectrónica y la exploración del espacio; repudiarlos sería un gesto filisteo y ludita. Empero, recalcar la importancia de la satisfacción de las necesidades básicas humanas es una obligación ineludible. Es vital, igualmente, reconocer la necesidad de tener conciencia del ambiente e interés por su conservación. Aquellos que abogan por un estilo de vida rústico y rechazan la tecnología moderna no tienen una respuesta. Ni tampoco, en el extremo opuesto, los que apoyan “el materialismo total (e implícitamente totalitario)... todas estas opciones simples han fracasado”.¹

Uno de los escritores con mayor sensibilidad que se han ocupado de la ingeniería, L. T. C. Rolt,² ha descrito la forma en que estos conflictos se suscitaron en él cuando

¹James Bellini, William Pfaff, Laurence Schloesing y Edmund Stillman, *The United Kingdom in 1980: The Hudson Report*, Londres: Associated Business Programmes, 1974, pp. 59-60.

²L. T. C. Rolt, *Landscape with Machines*, Londres: Longman, 1971, pp. 154-155, 201, 226; sobre el disfrute de la movilidad, pp. 172-173.

trabajaba como aprendiz en una empresa fabricante de locomotoras y en una de motores diesel. Su interés por las cuestiones mecánicas y el entusiasmo por su trabajo eran generosos, y en su relato se ilustran muchas facetas de lo que he denominado valores del virtuosismo, particularmente el atractivo estético de las máquinas, la "sensibilidad" de los artesanos por su trabajo y el gozo de la movilidad elemental en los automóviles que eran la novedad de los años veinte y treinta. Sin embargo, había frecuentes conflictos con otros valores. Cuando el negocio de las locomotras cerró y los trabajadores fueron despedidos, Rolt acusó al mundo comercial de "despojar a esos hombres de su único tesoro y fuente de satisfacción genuina: su destreza". Tal experiencia, sumada a su visión de los escualidos y contaminados barrios industriales, lo llevó a declarar que los contadores, con sus estrechos valores económicos, eran "incapaces de percibir que su lógica financiera poseía una insensatez brutal en términos humanos y naturales".

En su trabajo como ingeniero agrícola en la provincia de Wiltshire, Rolt encontró aminorados esos conflictos. Descubrió, posteriormente, en el sistema de canales del centro de Inglaterra, "el único trabajo de ingeniería que lejos de entrar en conflicto con las bellezas del mundo natural, las enaltece". De cualquier forma, creía, junto con Thomas Traherne, que el mundo del hombre era "una Babel de confusiones: vanidades, pompa y riquezas inventadas".

Este conflicto es un tema recurrente en la literatura sobre el mundo industrial. La tradición de la literatura rural en Estados Unidos describe vivamente la intromisión de valores en los que "el ferrocarril constituía su emblema favorito" y la locomotora "asociada al fuego, el humo, la velocidad, el hierro y el ruido, es el símbolo máximo". Leo Marx³ ha señalado la "tensión entre los dos sistemas de valores", el rural y el industrial, que ha existido durante

³Leo Marx, *The Machine in the Garden: Technology and the Pastoral Ideal in America*, Nueva York: Oxford University Press, 1964, pp. 26-27, y sobre Jefferson, pp. 127-135, 139, 141.

más de un siglo. Según él, el ideal que Thomas Jefferson vislumbró para los Estados Unidos era de tipo rural: el continente sería un territorio no industrial de agricultores y granjeros cuyo objetivo consistiría en "la eficiencia y no en el desarrollo económico". Pero al mismo tiempo Jefferson era "devoto del avance de la ciencia, la tecnología y las artes", entusiasta de las máquinas de vapor, y en su paso por el gobierno puso especial atención en crear las condiciones que alentaran el desarrollo de la industria. Tal "dualidad... de perspectiva", lejos de ponerlo en desventaja le confirió fuerza política y forma parte de la importancia perdurable de Jefferson: expresa "contradicciones decisivas" de nuestra cultura. El problema de cómo nos enfrentamos a estas contradicciones es fundamental en la disciplina ética que necesitamos para la tecnología, como se sugiere en el capítulo anterior; su peso en la conducta individual y en las instituciones que administran la tecnología es el tema del presente capítulo.

¿Cómo surgen las contradicciones decisivas? Stephen Cotgrove⁴ argumenta que los valores tienden a agruparse en "racimos" en torno a los diversos aspectos de la experiencia. De esta forma, mientras un industrial opera principalmente con "valores materiales", especialmente en su trabajo cotidiano en el mundo de los negocios, en otras circunstancias —específicamente cuando se encuentra en su hogar— puede utilizar páginas muy diferentes de su "diccionario" mental de valores. Casi todos hacemos esto, afirma Cotgrove, sintiendo inconformidad aguda y conflicto, cuando nos damos cuenta que los valores de una página invaden otra. Cotgrove plantea situaciones en las cuales se comercializa el arte o el sexo, como ejemplo de la forma en que partes de la experiencia gobernadas normalmente por valores no materiales pueden verse atrapadas por móviles de tipo económico o material. En forma similar, cuando L. T. C. Rolt observó a los trabajadores desempleados y la destreza humana eliminada por capri-

⁴Stephen Cotgrove, *Catastrophe or Cornucopia: The Environment, Politics and the Future*, Chichester y Nueva York: John Wiley, 1982, pp. 29, 37.

cho, pensó en ello como un ejemplo de los atributos humanos que son juzgados, inadecuadamente, sobre la base de valores económicos.

Mi sugerencia es que la práctica tecnológica abarca una gran variedad de experiencias: técnica, organizativa y cultural humana, de manera similar a los contrastes que hemos observado entre la experiencia del hombre y la de la mujer. Muchos conjuntos de valores diferentes están asociados a este rango de experiencia y no todos ellos son compatibles. Por ello, los individuos sienten el conflicto y toda la sociedad se divide periódicamente por la controversia sobre los problemas que conciernen a la tecnología.

Lo que realmente interesa, tanto a la sociedad como al individuo, no es necesariamente qué valores predominan, sino cómo se enfrentan los conflictos. En este punto, dos estrategias contienden de manera particularmente elocuente. La primera es convertir a un grupo de valores en dominantes; las demandas competitivas hechas por otros valores pueden subordinarse entonces al valor o grupo de valores arquetípicos. Si el conflicto no se resuelve por completo de esta manera, puede generalmente mantenerse bajo control recurriendo a un estilo de pensamiento parcelizado en el cual a los valores rebeldes se les confina a una parte de la vida definida en términos estrechos. Esto lleva a una actitud obstinada y fundamentalista, en donde hay muy poco espacio para los compromisos.

J. K. Galbraith afirma que el virtuosismo tecnológico es uno de los valores arquetípicos de la sociedad occidental, pero que está separado de otros objetivos. No hay, por tanto, una forma aceptable de "medir las ventajas de las proezas espaciales en contraposición con la ayuda a los pobres... pues la virtud absoluta del avance tecnológico es asumida de nueva cuenta".⁵

Una estrategia opuesta, que encarna una especie distinta de disciplina ética, es característica de las personas que están dispuestas a vivir en una situación en la cual valores diversos toman caminos distintos. Estas personas es-

⁵ J. K. Galbraith, *The New Industrial State*, Londres: André Deutsch, 1972, capítulo 15.

tán preparadas para tolerar la ambigüedad y buscar el compromiso. El individuo que posee este estilo de pensamiento permite la coexistencia de varias series de valores en su mente, haciendo constantemente referencias cruzadas para hacer convivir unos con otros. Quien tolere la ambigüedad en este sentido, no percibirá los problemas como una elección llana entre blanco y negro, sino entre diferentes tonalidades del gris; en la política, no le atraerán los extremos de izquierda o derecha y se situará en alguna parte del centro. Sus críticos le dirán que quiere representar todas las cosas para todos los hombres y que pretende viajar por todos los caminos.

La tolerancia a la ambigüedad fue característica de la posición de Jefferson ante la tecnología; no es posible suprimir su devoción ardiente al ideal rústico ni su interés profundo en el progreso de la técnica y la ciencia. Ocultas "ambigüedades yacen en el centro de su temperamento" y todas sus empresas invocan polaridades desconcertantes. Era admirador de los estilos de vida rurales, sencillos, alejados de la mundanidad, pero buscó las posiciones supremas de autoridad y cultivó las artes superiores. Leo Marx plantea que una forma de comprender estos rasgos es la de observar el principio dominante del pensamiento de Jefferson, no como "una imagen fija de la sociedad sino como algo dialéctico", que tiene su base en la redefinición constante de su ideal, "empujándolo, por decirlo así, hacia un futuro desconocido para ajustarse a las circunstancias que constantemente cambian".

En mi opinión, es precisamente este tipo de dialéctica la que se requiere para reflexionar sobre la tecnología moderna; la hemos visto ya en la disciplina de la inversión: la práctica de dar un giro periódico a las actitudes convencionales y considerar al mundo en términos de las necesidades básicas y de las ocupaciones de baja categoría. También la hemos constatado en los argumentos respecto a que las perspectivas de progreso en la tecnología no deben fijarse en imágenes lineales, sino sujetarse, como el ideal de Jefferson, al cambio de dirección y a la redefinición constantes.

Existe gran evidencia, sin embargo, de que muchos científicos e ingenieros poseen una mentalidad de molde distinto, pues tienden a ser intolerantes ante la ambigüedad. Les gusta atacar los problemas que tienen soluciones definitivas y se sienten incómodos con las cuestiones más abiertas. "No me gusta el debate... prefiero el análisis", dijo uno de los tecnólogos más famosos al felicitar un informe sobre cierto proyecto de energía nuclear "por su falta de ambivalencia".⁶

Actitudes similares han sido observadas por los educadores⁷ entre los estudiantes que muestran aptitudes para la ciencia y la tecnología. Estas personas disfrutaban de los problemas matemáticos pero por lo general no gustan de los ensayos escritos, no porque carezcan de capacidad literaria sino porque el ensayo representa una instancia abierta: no contiene reglas precisas ni respuestas que excluyan la ambigüedad. Esto suena razonable, pues los ingenieros deben evitar las cuestiones abiertas en su trabajo. El cometido de ser práctico y poner a funcionar las cosas significa identificar una solución viable al problema que se enfrenta y concentrarse en ese punto. La exploración de varias alternativas por lo común disparará el esfuerzo sin obtener resultados. De esta forma, en tanto que un buen científico debe tener la capacidad de producir ideas originales, un "buen ingeniero es la persona que elabora un diseño que funciona con la menor cantidad de ideas originales posible".⁸

De lo anterior se deduce que los ingenieros más efectivos son en general los que trabajan desmedidamente con un solo propósito, y que son capaces de dedicarse con firmeza a su tarea y evitar que los problemas emocionales afecten su trabajo al separar gran parte de su vida de otra. Un ejemplo notable de este enfoque de propósito

⁶ Sir John Hill, citado por Robert Walgate, "The Windscale Report", *Nature* (Londres), 272 (23 de marzo de 1978), p. 301.

⁷ Liam Hudson, *Contrary Imaginations*, Harmondsworth: Penguin Books, 1967, p. 104.

⁸ Freeman J. Dyson, *Disturbing the Universe*, Nueva York: Harper & Row, 1979, p. 114.

único es la trayectoria profesional de Wernher von Braun, que en su adolescencia soñara con los viajes espaciales y la ingeniería de cohetes, para convertirse 40 años después en uno de los principales participantes en el programa norteamericano que depositó a los primeros hombres en la Luna. En cada punto decisivo de su carrera, desde sus días de estudiante en Berlín, tomó la senda que le permitía la realización de su sueño. Aunque su cometido es admirable, se puede sentir que demostró una indiferencia casi inhumana por los problemas ordinarios. En los años treinta, trabajó con cohetes para el ejército alemán, considerando esa labor como un "escalón" al espacio. En 1942, después de las pruebas de vuelo iniciales de los cohetes V-2, casi se olvidó de la guerra en su entusiasmo por la primera excursión al espacio de un objeto hecho por el hombre. Se le oyó decir que el V-2 "no fue concebido como arma para la guerra"⁹ por lo cual fue arrestado brevemente por la Gestapo. Aun cuando Alemania encaró la derrota final, Von Braun calculaba que sus oportunidades de proseguir en la investigación de cohetes serían mejores si su equipo de trabajo era capturado por los norteamericanos en vez de los rusos o los británicos, y se las arregló para que así sucediera. Pero al llegar a los Estados Unidos se decepcionó ante el interés norteamericano por los cohetes concebidos únicamente como armas, y se dio a la tarea de "evangelizar" en favor de la idea de exploración espacial como posibilidad real.

EL VALOR TECNOCRÁTICO DOMINANTE

La visión de Wernher von Braun de la aventura espacial del hombre fue una idea que provocó excitación entre muchas personas. La visión de los científicos nucleares era más esotérica, aunque no menos intensa, y gran número de ellos había participado también en la investigación sobre el armamento como un "escalón" hacia la realiza-

⁹ F. I. Ordway y M. R. Sharpe, *The Rocket Team*, Londres: William Heinemann, 1979, pp. 42, 47, 361.

ción de ideales técnicos. Herbert York habla de cómo fue "firmemente inspirado... y motivado para participar en el programa de la bomba de hidrógeno" a principios de los años cincuenta, por "su desafío tecnológico y científico". Pero en la opinión arrepentida de York, años después, el efecto del programa fue que "se perdió la última excelente oportunidad de apoyar la política exterior norteamericana en algo mejor que las armas de destrucción masiva".¹⁰

El idealismo técnico jugó también su parte en la oposición de Edward Teller al Tratado de Prohibición de Pruebas Nucleares de 1963. Teller se sentía motivado, en parte, por el "deseo apasionado de explorar hasta sus últimas consecuencias la tecnología termonuclear en la cual él había sido pionero".¹¹ Para este fin, era necesaria la continuación de explosiones experimentales. Algunos se opusieron al tratado debido a que detendría el desarrollo de un vehículo espacial de propulsión nuclear sobre el cual laboraban. Estos motivos eran de curiosidad científica y entusiasmo por el virtuosismo tecnológico fundamentalmente, y no bélicos, en particular.

Pero la obstinación de la mente que atribuye a estos objetivos una prioridad superior al interés nacional o al beneficio de la humanidad, puede ser también alarmante. Uno siente lo mismo que en el caso de Von Braun: ¿qué hacer ante un hombre que, mientras su país sigue aún en guerra, se prepara para ofrecer sus servicios a uno de sus enemigos?

Entre quienes estuvieron implicados en las primeras fases de la carrera armamentista nuclear, la excepción más brillante de esa tendencia fue Robert Oppenheimer. Tan intrigado por la ciencia nuclear como cualquier otro, se sentía también profundamente perturbado por las armas atómicas por lo que intentó retrasar el programa de la bomba de hidrógeno en tanto se exploraban nuevos caminos para el control de armas. A diferencia de muchos

¹⁰ Herbert York, *The Advisors: Oppenheimer, Teller and the Superbomb*, San Francisco: W. H. Freeman, 1976, pp. 106, 121.

¹¹ Dyson, *Disturbing the Universe*, pp. 87, 127.

otros tecnólogos, su mente no estaba dividida de tal manera que la creatividad técnica y la conciencia social se mantuvieran alejadas. Para el obcecado Teller, la ambigüedad de la actitud de Oppenheimer y los valores conflictivos que animaban sus acciones "daban una apariencia... confusa y complicada. En este punto... me gustaría ver los intereses vitales de la nación en manos de quien yo pudiera comprender mejor."

En Teller y Von Braun observamos otro planteamiento del imperativo tecnológico que complementa los que sugerimos en el capítulo v: no se trata solamente de que hayan sido hombres entusiasmados por el virtuosismo tecnológico, sino de que éste se convirtió en un valor dominante hasta trocarse obsesivo. Todos nos sentimos impresionados, en ocasiones, por las proezas tecnológicas y apreciamos las cualidades estéticas y el sentido de movilidad asociado a ciertas máquinas. Los valores del virtuosismo son, por ende, valores que todos compartimos. Lo que separa a estos hombres es la forma en que colocan el virtuosismo como un sistema de valores omnipotente, utilizando una disciplina ética que evita cualquier tipo de compromiso con sus objetivos centrales.

En los capítulos anteriores, he mencionado personajes ficticios que ilustran valores particulares: Odisco, Fausto, el Capitán Ahab. Todos ellos tenían en común que realizaban una búsqueda o misión que puede considerarse como la prosecución tenaz de un objetivo definido estrechamente. A ninguno de ellos se les puede calificar de tecnólogos, pero la compulsividad y disciplina de la práctica tecnológica parece reflejar el mismo sentido de misión; la prosecución de cuarenta años de Von Braun a su visión del vuelo espacial, fue en sí misma una búsqueda notable. Von Braun —o Brunel, un siglo antes— pudo haber expresado su propósito inalterable en las palabras de Ahab: "La senda de mi propósito fijo está hecho con rieles de hierro, sobre los cuales avanzará mi alma... no hay obstáculo ni barrera en el camino del hierro."¹²

¹² Herman Melville, *Moby Dick*, Londres: Richard Bentley, y Nueva York: Harper & Row, 1851, capítulo 37.

Con moderación, estas actitudes desembocan en una determinación y firmeza que, aunque reticentes, admiramos. Pero pueden también conducir a la obsesión y la irresponsabilidad, y en el caso de Ahab a una "monomanía" al borde de la locura. En las sociedades occidentales, se afirma que el crecimiento económico es un valor dominante, siendo un punto sobre el cual uno tiene sentimientos muy confusos. En muchos aspectos, es un objetivo que ha acarreado muchos beneficios. En cambio, cuando deriva en la exclusividad de pensamiento y el deseo de "derrubar la última secoya, contaminar las playas más hermosas, inventar máquinas para dañar y destruir la vida humana y la flora", entonces debemos estar de acuerdo en que tener "un solo valor es, en términos humanos, una locura".¹³ No es que algún valor en particular —crecimiento o virtuosismo— sea completamente equívoco, sino que sencillamente, por sí solo, es inadecuado e incompleto. La multiplicidad de valores es un requisito previo para la vida equilibrada.

Por tanto, mis argumentos en favor de las necesidades básicas y los usuarios, no persiguen convertir la satisfacción de las necesidades básicas de la humanidad en un valor dominante y apartar las sanciones morales de la alta tecnología. Con ello, sencillamente sustituirá la búsqueda obstinada del virtuosismo por las acciones igualmente desbalanceadas de los "bienintencionados". Es esencial la tolerancia a un amplio rango de valores y la determinación de utilizar creativamente las tensiones entre los objetivos orientados a las necesidades básicas, la conservación de la naturaleza y el virtuosismo.

La tolerancia resulta ser una idea difícil para muchos tecnólogos, no sólo porque no quieren conjuntos de valores divergentes que los distraigan de sus labores, sino también por ser herederos de una sabiduría convencional diseñada para disminuir la ambigüedad y el debate al que ésta conduce. Por esta razón, la sabiduría convencional alienta implícitamente la idea de un valor dominante como

el crecimiento económico, así como el enfoque exento de ambigüedad de la resolución de problemas, favoreciendo, por lo general, la noción del ajuste técnico debido a que puede eludir las enredadas complejidades de una solución más humana y ubicándose dentro de la capacidad de una profesión especializada autosuficiente.

En esa sabiduría convencional, las creencias sobre el progreso son nítidas y se refiere a él como uniforme y de una lógica que no da lugar a las ambigüedades, poseyendo una dimensión singular de avance. Prevé que las necesidades futuras se plegarán a la dirección a la que se dirigen los imperativos tecnológicos. De esta forma, cuando los expertos presentan pronósticos que dan la apariencia de una desviación deshonestas, por lo general, no hay deshonestidad alguna —tales proyecciones son una interpretación directa de una visión particular del progreso y sus imperativos. Para quienes son intolerantes frente a la ambigüedad, no hay lugar a debate sobre el futuro: sólo hay una forma de avanzar y el experto sabe mejor que nadie dónde buscarla.

Vemos así que los diversos aspectos de la sabiduría convencional descritos en los capítulos anteriores encajan entre sí, formando un complejo que podemos delinear como un sistema de valores tecnocrático, y dando lugar a lo que con frecuencia se denomina la perspectiva "tecnocrática", que insiste obstinadamente en una visión del progreso, de la resolución de problemas y de los valores, sin ambigüedad alguna. La palabra "tecnocrático" es muy adecuada, puesto que refiere una visión del mundo que casi no deja espacio para la democracia en las decisiones que afectan a la tecnología. Cualquier planteamiento sobre la elección de las técnicas (o de prioridades alteradas o la participación pública en la toma de decisiones) introduce una nota de incertidumbre que es fundamentalmente inaceptable para quienes sostienen esta visión. Para ellos, no pueden haber tecnologías alternativas racionales, ya que sólo existe un camino lógico por el cual avanzar; los críticos de la tecnología son siempre sus oponentes, nunca reformistas. A pesar de eso, los ingenieros y otros exper-

¹³C. Reich, citado por Cotgrove, *Catastrophe*, pp. 80-81.

tos necesitan recibir continuamente la opinión de los críticos reformistas, como recordatorio de que los valores del virtuosismo que tienden a capturar su entusiasmo pueden entrar en conflicto con los de la sociedad.

En la medicina, por ejemplo, el interés técnico en las operaciones o tratamientos altamente especializados aleja a los doctores del trabajo más esencial y básico. Cierta crítica argumenta que, con el fin de mantener algún equilibrio, debemos limitar la tendencia de la medicina a convertirse en "una tecnología cada vez más compleja... debemos mantener a esta ciencia y a sus seguidores, médicos y empresarios comerciales, bajo control".¹⁴ Hemos citado comentarios similares sobre las armas nucleares: Zuckerman ha hecho un llamado por "un control de la investigación y el desarrollo" en este campo "como no ha existido hasta el momento".¹⁵

INSTITUCIONES TOTALITARIAS

En algunas ramas de la tecnología, la inclinación de los expertos por perseguir objetivos propios que los desvían de las metas generales de la sociedad, refleja la incompatibilidad entre los valores del virtuosismo y otros objetivos —entre la tecnología como un fin en sí misma, justificada en "términos culturales", y la tecnología como un medio para otros fines".¹⁶ La sabiduría convencional afirma que la tecnología está básicamente al servicio de los intereses económicos. Galbraith opina que el virtuosismo tecnológico es únicamente un objetivo subsidiario de la industria. Para asegurar su sobrevivencia y expansión, la industria debe alcanzar primero el éxito econó-

¹⁴ Ian Kennedy, *The Unmasking of Medicine*, Londres, Allen & Unwin, 1981, p. 54.

¹⁵ Solly Zuckerman, "The West must halt the nuclear arms race now", *The Listener*, 104 (16 de octubre de 1980), p. 492.

¹⁶ Dixon Thompson, "Technology with a human face — some Canadian examples", *Summary Proceedings: Human-Scale Alternatives Conference*, Regina (Saskatchewan): University of Regina, 1977, pp. 62-63.

mico. Por lo general, a los tecnólogos se les concibe como "siervos del poder".¹⁷

No obstante, sectores muy extensos de la alta tecnología en los Estados Unidos y Europa han escapado a las restricciones económicas normales de la industria privada, para acceder a las industrias de la defensa, la navegación espacial y la energía nuclear apoyadas o subsidiadas por los gobiernos. En estas circunstancias, si los tecnólogos son siervos del poder, la situación es, no obstante, muy distinta a la de la industria privada. Al disfrazar los objetivos relacionados con el virtuosismo tecnológico con el lenguaje de las exigencias militares o el prestigio político, y señalar ajustes para la economía, se torna más fácil que en la industria la influencia sobre la toma de decisiones. Pero la historia de la carrera armamentista y de la energía nuclear y los comentarios de algunos políticos sobre el manejo de la información por parte de ciertos científicos y empleados civiles,¹⁸ sugiere que más allá de los argumentos económicos y militares con que disfrazan sus acciones orientadas al virtuosismo, dichas personas utilizan en ocasiones su conocimiento especializado, en formas que los vuelven secuestradores del poder, y no sus siervos. Aun en la industria privada, donde es menor la posibilidad de que esto ocurra, el desarrollo de algunos productos debe mucho a las actividades y apoyo obstinado de algún elemento del personal, que trabaja en favor de las decisiones favorables en cada etapa de su desarrollo. Estos individuos, conocidos como campeones del producto, fueron identificados en un estudio como responsables del 40% de todas las innovaciones examinadas.¹⁹

¹⁷ David Elliott y Ruth Elliott, *The Control of Technology*, Londres y Winchester: Wykeham Science Series, 1976; un buen análisis de la noción de "siervos del poder" se encuentra en las pp. 92-98.

¹⁸ Tony Benn, *The Case for a Constitutional Civil Service*, conferencia en el Royal Institute of Public Administration, 28 de enero de 1980, Nottingham, Institute for Worker's Control, panfleto núm. 69, 1980.

¹⁹ J. Langrish, M. Gibbons, W. G. Evans y F. R. Jevons, *Wealth from Knowledge*, Londres: Macmillan, 1972, pp. 10, 67.

Von Braun y los primeros científicos de las armas nucleares fueron campeones del producto en gran escala; si bien su importancia reside también en las nuevas instituciones para el manejo de la tecnología que crecieron en torno a los proyectos que dirigieron, y cuyas estructuras orientadas a una misión reflejaron el sentido de búsqueda personal de estos hombres. Los ejemplos principales fueron, por supuesto, el centro para el desarrollo de cohetes militares alemán abierto en Peenemünde, en 1936, y el programa de armas atómicas norteamericano establecido en Los Alamos. Sus descendientes en el mundo moderno incluyen a la NASA, numerosos laboratorios de armas y a las Comisiones de Energía Atómica de naciones tan diversas como los Estados Unidos, la India, Francia y Argentina.

En el capítulo II vimos que la primera Revolución Industrial se originó con una innovación organizativa: la fábrica como institución de control de la fuerza de trabajo. La nueva oleada de industrialización originada un poco antes y durante la segunda Guerra Mundial dependió también de una innovación organizativa, que afectó particularmente la forma de la investigación y el desarrollo. Hubo un veloz desarrollo de las estaciones experimentales y los laboratorios industriales, así como de los proyectos de navegación espacial y de investigación nuclear.

En estas instituciones, los científicos e ingenieros tenían un nuevo predominio, por lo cual surge de nueva cuenta la cuestión de si podía considerárseles todavía siervos del poder. Es posible hacer diversas interpretaciones, pero mucha gente ha señalado que la administración de algunas de las nuevas instituciones se ha entrelazado de tal manera con los departamentos del gobierno y del servicio civil, que los expertos han sido identificados, en última instancia, con el poder de toma de decisiones.

Para comprender el papel de los expertos técnicos, sin embargo, sería provechoso hacer una distinción entre dos clases de poder. El campo de acción de los políticos es el poder en sociedad, lo cual, en sí mismo, probablemente resulta poco atractivo para los tecnólogos, cuyo interés

no es el poder general sobre la gente sino el poder sobre proyectos específicos y la capacidad de excluir la intervención de la gente en ellos. En cierto *test* psicológico, cuando se pidió a varios aspirantes a científicos que describieran una escena callejera, mostraron la tendencia a omitir a las personas y reflejaron su preferencia por paisajes de tipo lunar, sin figuras humanas.²⁰ Igualmente, la fábrica ideal sería la automatizada por completo, sin trabajadores. En otras áreas, asimismo, el mundo de la idea técnica se contiene a sí mismo, excluyendo la participación de personas ordinarias y la cooperación con otros expertos. En efecto, los intereses especializados y departamentalizados son tan fuertes que los expertos están listos a poner en riesgo la paz mundial por ellos —o, como en el caso de los expertos en cohetes alemanes en 1945, a trabajar para cualquier país que diera apoyo a sus proyectos. Al sentir amenazados sus mundos idealistas, los tecnólogos caen entonces en la tentación de la manipulación del conocimiento y, a través de ello, del secuestro del poder.

Existen muchas situaciones, por supuesto, en las cuales los “problemas de la gente” y la esfera del usuario irrumpen inevitablemente en el pensamiento técnico idealizado. En tal caso, los expertos pueden quizá ceder al impulso de creer que aun entonces la racionalidad técnica se puede lograr recurriendo al enfoque de sistemas o a la planeación en una escala lo suficientemente grande. Durante los años treinta y cuarenta, los científicos socialistas y humanistas hablaron con entusiasmo sobre la planeación en gran escala. En uno de los comentarios más reveladores, C. H. Waddington citó las autopistas alemanas y la Autoridad del Valle del Tennessee (AVT) como buenos ejemplos de la conducción de la planeación racional. En su opinión, estos ejemplos ilustraban la tendencia a la organización totalitaria, arguyendo que eso constituía una parte inevitable y deseable del desarrollo técnico.²¹

²⁰ Hudson, *Contrary Imaginations*, p. 69.

²¹ C. H. Waddington, *The Scientific Attitude*, Harmondsworth: Penguin Books, 1941, pp. 19, 109-111.

Waddington publicó estos comentarios en 1941, en medio de la guerra en contra del fascismo. No pudo, por tanto, eludir el señalamiento de que los sistemas totalitarios tenían mala reputación. Pero las características objetables que admitió con toda libertad para los regímenes soviético y nazi no parecían inevitables. Pensaba que lo que necesitábamos era elaborar una manera de "combinar el totalitarismo con la libertad de pensamiento". Otros autores comentaron sobre lo mismo durante los años cuarenta: J. D. Bernal a favor y George Orwell vehementemente en contra. La importancia de estos escritos reside, no sólo en la franqueza con la cual discuten el totalitarismo, sino también en que revelan que éste fue un periodo formativo de las nuevas instituciones tecnológicas, y que las presiones de la guerra exacerbaron las tendencias totalitarias.

Si bien el origen de esas organizaciones está ligado al descubrimiento científico, por otra parte representan la fusión entre la ciencia y la tecnología y los cambios en las normas aceptadas de conducta profesional entre científicos e ingenieros. El trabajo en equipo era esencial, al igual que el secreto. Notablemente, sin embargo, el hábito del secreto persistió en los tiempos de paz y en los programas no militares. En ningún país de los que ahora poseen un programa nuclear, la decisión para embarcarse en el mismo fue tomada abiertamente con la aprobación democrática y parlamentaria. Esto era razonable en época de guerra. No obstante, en los Estados Unidos, la Comisión de Energía Atómica (CEA) funcionó, en sus primeros años, bajo un manto de secreto que incluía a los proyectos de energía civiles.

Herbert Marks, funcionario de la Comisión, advirtió que de seguir esta tendencia, el programa de energía atómica perdería contacto con el *ethos* social norteamericano, de tal modo que "cuando las fuerzas de la crítica empiecen finalmente a operar con su vigor acostumbrado, producirán trastornos drásticos".²²

²² Hal Dunkelmann, *Science Policy*, Milton Keynes: The Open University Press, Curso TD 342, unidades 9/10, p. 29.

Una función del mantenimiento del secreto ha sido la de reforzar la reflexión lineal y con sentido de misión, al asegurar que las ideas, innovaciones y dudas se expresen únicamente a través de los propios canales burocráticos de la institución y no en la prensa, el Congreso o el Parlamento. Así, se protegen los objetivos centrales de la institución de la ambigüedad o la incertidumbre, al cerciorarse que las críticas y los inventos divergentes, quizá poco importantes, sean departamentalizados por los procedimientos burocráticos. Los mismos procedimientos garantizan que ningún individuo se atribuya responsabilidades únicas, fomentando en ellos la noción de que no es de su incumbencia plantear interrogantes. Todo esto, desde luego, se va al traste cuando las dudas y contrapropuestas surgen en el más alto nivel de esas organizaciones —cuando, por ejemplo, un Oppenheimer comienza a mostrar ambigüedad sobre las armas que le parecen al mismo tiempo técnicamente atractivas y repugnantes en cuanto a lo moral.

Uno de los resultados de esta tendencia es que los errores, una vez cometidos, se refuerzan con la misma frecuencia con que son cuestionados; y a la inversa, la innovación tecnológica puede ser suprimida. Las burocracias totalitarias de la tecnología británica han tenido un desempeño particularmente deplorable a este respecto. En la industria de la energía nuclear y en las decisiones sobre la aeronave Concorde, se diseñaron procedimientos con la aparente intención de eludir la consideración de demasiados puntos de vista, y el secreto fue aplicado hasta el punto en que dificultó el aprendizaje de los errores pasados. David Henderson ha señalado adicionalmente un gusto peculiarmente británico por el decoro y la administración metódica que pretenden evitar el dualismo —justamente en el punto en que una evaluación o valoración por duplicado podrían proporcionar una confirmación alternativa esencial. En la aviación y los programas nucleares británicos, un resultado notable es que el consejo de los expertos se obtiene solamente de "las partes implicadas en la decisión... el decoro inhibe cualquier intento serio de

utilizar fuentes alternativas de asesoría". Para contrarrestar esta tendencia, Henderson propone instituciones nuevas e independientes que se encarguen de evaluar los proyectos públicos desde puntos de vista no gubernamentales.²³

LA AMBIGÜEDAD INSTITUCIONALIZADA

Todo lo dicho arriba se aplica exclusivamente a un sector de la práctica tecnológica. Existen numerosas empresas pequeñas e incluso laboratorios académicos que de ninguna manera son burocráticos y en los cuales es posible encontrar un enfoque abierto a la innovación. Muchos ingenieros tienen individualmente una perspectiva mucho más flexible que la que he descrito, y hay científicos responsables que nadan contra la corriente. Pero la compatibilidad entre el individuo, cuya mentalidad tiene un propósito único, y la burocracia, con su labor concentrada, es desconcertante y significativa, y plantea la interrogante de si estas similitudes surgen debido a que los individuos asimilan los valores de las instituciones con las cuales viven y trabajan, o si son ellos los que amoldan las instituciones según sus propios valores.

Los sociólogos gustan de describir los valores del individuo como un desarrollo que los acomoda en la comunidad en la cual tienen que vivir, subrayando las formas en que los valores son utilizados, por consiguiente, para dar legitimidad a las instituciones. Los marxistas afirman, por su parte, que los valores se derivan de las condiciones económicas y sociales, por lo que la clave del cambio es la reforma de las estructuras sociales.²⁴

Por el contrario, es posible considerar a los valores como fundamentales para el individuo: el criterio personal que aplicamos al mundo que percibimos. Algunos psicólogos y otros autores citan evidencias para demostrar que el sis-

²³ P. D. Henderson, "Two British errors... some possible lessons", *Oxford Economic Papers*, 29 (1977), pp. 159-205.

²⁴ Por ejemplo, Raymond Williams, *Problems in Materialism and Culture*, Londres: Verso Editions y New Left Books, 1980, p. 225.

tema de valores del individuo es resultado, en parte, de su temperamento. El tipo de instituciones para las cuales busca trabajar son, por tanto, aquellas en las cuales sus rasgos de personalidad encajan armónicamente.²⁵ Esto valora el hecho de que las instituciones se desarrollan, por lo menos en una parte, bajo la influencia de los valores y acciones de los individuos.

El hincapié de la mayor parte de lo que se escribe sobre la tecnología se hace sobre las instituciones y no sobre los individuos. Eso resulta valioso, pero es solamente la mitad del panorama. Mi interés por la otra mitad y el enfoque que uso no es, con toda intención, ni sociológico ni marxista, y no por el afán de estar en desacuerdo con estos tipos de análisis, sino con el fin de tomar en cuenta valores personales elementales que rara vez son atendidos y para reflexionar, en términos sencillos, sobre las disciplinas éticas vinculadas en la resolución de los conflictos de valores.

Hasta aquí hemos examinado principalmente el enfoque obsesivo y de propósito único que subordina todo a un valor dominante. Sin embargo, existen también hábitos muy distintos de pensamiento especificados en las palabras dialéctica e inversión. Por ello, de Jefferson se dice que su visión se derivó de valores conflictivos —rurales por una parte y técnicos e intelectuales por la otra— y que permitió a ambos dar sustancia a sus acciones. Lo notable es que este creador de instituciones democráticas no tenía, a diferencia de los creadores de los programas totalitarios mencionados páginas atrás, un valor dominante o la búsqueda de un objetivo fijo. En cambio, sus objetivos fueron redefinidos progresivamente a la luz de los acontecimientos y bajo la interacción de los valores.²⁶ Dicho estilo de pensamiento dialéctico, con sus inversiones de punto de vista y redefiniciones, es precisamente lo opuesto al enfoque de propósito único, al permitir que

²⁵ Hudson, *Contrary Imaginations*, pp. 93-118; Cotgrove, *Catastrophe*, pp. 37, 50-53.

²⁶ Mis ideas sobre Jefferson se derivan de Leo Marx, *Machine in the Garden*, pp. 127-141.

se abran opciones y direcciones al cambio en lugar de buscar el progreso exclusivamente en términos lineales.

Es evidente, entonces, que tanto en el pensamiento de los individuos como en los niveles más amplios de política, el enfoque exclusivo es básicamente inflexible. Las instituciones de libertad de expresión, los congresos y consejos, en oposición, están diseñadas con el propósito explícito de permitir espacio al proceso dialéctico en la sociedad, no sólo para que los derechos de la gente se salvaguarden, sino para que sea posible el ajuste continuo de objetivos.

No obstante que las instituciones de la libre expresión fomentan la coexistencia de una gran variedad de valores, dependen en gran medida de una perspectiva común respecto a la forma de enfrentar los conflictos axiológicos, y, en este sentido, de un sistema de valores claramente definido. En efecto, podríamos describirlo como un sistema de valores "democrático", en contraste con el sistema tecnocrático mencionado párrafos arriba (p. 206). Las implicaciones de un enfoque democrático en este contexto son la importancia puesta en la diversidad, la flexibilidad y la participación. Esto último no significa meramente la participación pública formal en la toma de decisiones (lo cual será discutido en el capítulo ix); se refiere también a un estilo de creatividad innovadora en la tecnología mediante el cual surgen nuevas perspectivas en la interacción de ideas e intereses (examinados en el capítulo viii).

La diversidad y flexibilidad pueden interpretarse como el aliento a las pequeñas compañías más que a las grandes. La diversidad se ve favorecida también por las empresas comunitarias y las formas de propiedad pública regionales o municipales en oposición a la forma centralizadora de la nacionalización. Aunque, de igual manera, la flexibilidad podría significar que una nación camina sobre dos piernas, con un puñado de empresas de gran escala operando junto a muchas otras más pequeñas; debería existir una diversidad equivalente en la agricultura, el suministro de energía y las técnicas de manufactura. En relación con estas áreas, el enfoque a evitar es el que busca

la respuesta correcta convencional y sencilla. Ya sea que las soluciones convencionales de esta especie se conciban en términos de una economía electrificada por completo o de una revolución verde técnica en todo el Tercer Mundo, invariablemente conducen a graves distorsiones.

Con un enfoque más diverso y flexible en la tecnología, será posible una actitud más responsable hacia la participación pública y la democracia en la toma de decisiones. Pero para que las decisiones sean inteligentes a la vez que democráticas, es preciso aplicar a la investigación la idea de la diversidad y de las fuentes de la información y asesoría. La tendencia a pensar que siempre hay una respuesta mejor a cualquier problema técnico ha originado el supuesto muy arraigado de que solamente es posible un tipo de investigación. No obstante, en el capítulo ix se argumentará que es necesario algo más en beneficio de la investigación de interés público. Esto debe cuestionar —pero no desplazar— la investigación ortodoxa que se realiza en los laboratorios oficiales de investigación y en la industria.

Al reflexionar sobre estos problemas, podríamos concluir que el problema del control de la práctica tecnológica en Occidente, es que ninguna nación es democrática y libre por completo; por todas partes, las instituciones totalitarias han tomado el mando de grandes sectores del quehacer tecnológico, limitando sin necesidad alguna la diversidad y la participación. Si los años cuarenta y las calamidades de la guerra aportaron las circunstancias que permitieron el despegue de gran parte de esas instituciones tecnológicas totalitarias, los años cincuenta, en especial los últimos años de la administración Eisenhower (1953-1961), fueron testigos del reconocimiento, en el más alto nivel político, de la amenaza totalitaria sobre el proceso político.

El último discurso a la nación de Eisenhower como presidente, transmitido por televisión en enero de 1961, es célebre por su advertencia en contra del complejo industrial-militar. En especial, advirtió sobre el peligro de que "la política pública pudiera tornarse en prisionera

de la élite científico-tecnológica". Fue en relación al control de armas que Eisenhower vivió más intensamente el problema: "concluyo mis responsabilidades oficiales en este campo con un claro sentimiento de decepción", expresó.

Al día siguiente de su discurso, la gente se preguntaba si Eisenhower se había vuelto opositor de la ciencia, por lo que subrayó —como lo había hecho ya en la televisión— que estaba a favor de la investigación científica "y temía solamente el poder creciente de la ciencia militar".²⁷ En 1958, después de que el primer satélite norteamericano fue puesto en órbita por un cohete militar construido bajo la supervisión de Von Braun, Eisenhower insistió en que la NASA se constituyera en agencia espacial civil. Su trabajo debería tener un carácter enteramente abierto, para contar "con la cooperación total de la comunidad científica en casa y en el extranjero" y para garantizar que "el espacio exterior sea destinado a propósitos científicos y pacíficos". Pero esto fue otro ideal frustrado: de los 12 satélites puestos en órbita por la NASA en 1980, 10 eran para el Departamento de la Defensa.

Una forma de expresar los problemas suscitados por la tecnología basada en la burocracia, y por las grandes compañías multinacionales, sería afirmar que las naciones que formalmente son democráticas están descubriendo que grandes sectores que tomaban decisiones han caído bajo el control de las instituciones totalitarias. En un análisis de la función económica de esas instituciones, Ralf Dahrendorf argumenta que ya que el crecimiento económico carece de sentido como valor dominante, es preciso pensar en una "sociedad perfectible" más que en una sociedad en expansión, y en una "economía del buen gobierno". En su concepción, las instituciones de una sociedad perfectible tienen que ser "públicas, generales y abiertas"; y no está a favor "de la simple reconstrucción del gobierno representativo tal y como lo conocimos en el pasado". En las confrontaciones con las grandes organi-

²⁷ George B. Kistiakowsky, *A Scientist at the White House*, Cambridge (Mass.): Harvard University Press, 1976, p. 425.

zaciones, se debe "encontrar asambleas electas sobre el brazo menor de la balanza". Por tanto, para equilibrar las cosas, necesitamos un público informado y organizado.²⁸

Es sorprendente que dicho autor por lo menos reconozca el problema; aunque es preciso todavía hacer algo al respecto. En Europa, los movimientos políticos ecológicos de Francia y Alemania han cobrado una influencia importante. Entre sus seguidores existe la tendencia a identificar el creciente sector totalitario de la sociedad occidental, no sólo con las grandes corporaciones o el complejo industrial-militar, sino en forma general con el poder de la tecnocracia basado en el conocimiento.

Las instituciones responsables del suministro de energía —en especial de la energía nuclear— son consideradas como unas de las organizaciones tecnocráticas de mayor fuerza. Así que en una visión general del conocimiento basado en el poder en la tecnología, los ecologistas políticos han encontrado el principal blanco para su acción en las campañas que se oponen a la energía nuclear. "Rechazan el modelo de sociedad implícito en la forma en que se manejan las plantas de energía nuclear y su efecto sobre la sociedad." Con esto se refieren a la estructura totalitaria de la industria nuclear, a su carácter secreto, a las extremas medidas de seguridad que la rodean y, sobre todo, "al poder tecnocrático que impone una política nuclear total [en Francia] con un mínimo debate público".²⁹

Muchas personas que se han opuesto a la energía nuclear son "protestantes defensivos", que reaccionan ante las instalaciones nucleares como objetos que plantean amenazas particulares a la salud y problemas específicos sobre los desperdicios. Éstos son problemas reales, pero no necesariamente peores que los riesgos a la salud y los desperdicios en la industria química. Por esto, después del accidente de la planta nuclear de Harrisburg (Pennsylvania

²⁸ Ralf Dahrendorf, *The New Liberty*, Londres: Routledge & Kegan Paul, 1975, p. 81.

²⁹ Tony Chafer, "The Anti Nuclear Movement", en *Social Movements and Protest in France*, comp. por Philips G. Cerny, Londres: Frances Pinter, 1982, pp. 202-220.

nia), que dio a los protestantes defensivos en todas partes renovado brío contra los riesgos de la energía nuclear, poco hicieron los ecologistas políticos por capitalizar el suceso. El simple temor, en su opinión, no sería provechoso al entendimiento del problema central, el poder tecnocrático, y la utilización del riesgo como problema relativo podría desviar la atención del primero.

Al combatir los problemas institucionales subyacentes en la tecnología, la ecología política es claramente un movimiento radical, aunque rechaza el radicalismo tradicional de la izquierda y no simpatiza con la mentalidad dogmática del marxismo. En el plano práctico, hay también dificultades en torno a la táctica: la violencia usada por algunos grupos izquierdistas en las manifestaciones anti-nucleares ha desanimado a los ecologistas no violentos, a quienes se les ha hecho más fácil trabajar con grupos feministas y con sindicatos franceses; también han colaborado con grupos interesados en la autogestión de la industria, y en Gran Bretaña ayudaron en un plan local de energía y tecnología al *Projet Alter-Breton*.

En un plano teórico, además, se dificulta la cooperación con la izquierda tradicional en tanto ésta conserva su "devota fe" en la planeación central, la organización en gran escala y la "revolución científica y tecnológica" que supuestamente "conlleva el progreso social".⁴⁰ Este último tipo de socialismo concibe sus problemas en términos de instituciones económicas y de la necesidad de transformar las relaciones de producción; pero al llevar a cabo sus programas, tiende realmente a reforzar el uso totalitario del conocimiento. Algunos marxistas empiezan a darse cuenta de esto y alegan que es preciso subrayar el papel del conocimiento, vale decir de "la revolución cultural... orientada a la apropiación de... las fuerzas intelectuales del conocimiento y de la decisión consciente".⁴¹

⁴⁰ Alain Touraine, "Political Ecology", *New Society*, 50 (8 de noviembre de 1979), pp. 307-309.

⁴¹ Williams, *Problems*, p. 257; para comentarios adicionales sobre las divergencias entre la ecología política o ambientalismo y la izquierda tradicional, véase Cotgrove, *Catastrophe*, pp. 89-92.

Penetrar en la jerga marxista siempre es complicado, pero si la "revolución cultural" significa el desafío al conocimiento convencional de los expertos, entonces podría haber en ello un terreno común no sólo con los ecologistas sino también con los argumentos de este libro. Si la revolución cultural implica el fomento de la dialéctica y la inversión, para equilibrar los valores de las necesidades básicas y del usuario con los de la alta tecnología, eso nos abrirá terreno en común. Si trac como consecuencia el reto a las organizaciones que descansan en una ideología del progreso lineal y del ajuste técnico, el terreno se haría más extenso. Dejo abiertas estas cuestiones y paso al siguiente capítulo para explorar la dialéctica y el diálogo en la práctica de la tecnología.

ALBERTO VARGAS
"La ética de Platón"

LA ÉTICA DE PLATÓN

ALBERTO VARGAS

En los diálogos de Platón encontramos una señalada preocupación por los problemas de la moralidad. Ellos están presididos por la pregunta acerca de cómo debe ser vivida la vida humana digna de este nombre, cómo hay que elegir entre las varias opciones de vida que se le presentan al humano. Frecuentemente Platón afirma que ésta es la pregunta más importante de cuantas hay (*Gorgias* 458b, 472c-d, 487e; *República* 578c). Y añade que una vida bien vivida es una vida feliz.

La formulación de ciertos problemas morales y las diversas soluciones que los diálogos exploran —ya sea en forma de argumentos en favor o en contra de ciertas tesis, ya sea por otros recursos: mitos escatológicos, prédica política, afán educativo o legislativo— constituyen la doctrina moral de Platón. Es notable que un filósofo que tantas cosas tiene que decir sobre tan diversos temas en filosofía (y no olvidemos, por otro lado, que es Platón justamente el que inaugura muchos de ellos) le asigne tal centralidad a los problemas éticos. Debido a la naturaleza del texto platónico y al desarrollo en las concepciones que pueden discernirse a lo largo de los diálogos, encontramos, no obstante la uniformidad en esta doctrina, que no hay un único lugar en la obra en que ella sea expuesta, sino que hay más bien formulaciones incrustadas aquí y allá, en contextos diversos y en ocasiones haciendo eco a preocupaciones diversas (religiosas, epistemológicas, educativas, metafísicas, políticas), lo

cual es característico del rico y variado tapiz que es el texto platónico. En verdad uno podría siempre empezar una exposición del pensamiento de Platón, o de una parte de su pensamiento, diciendo que la imagen que mejor describe su discurso es la que él mismo utiliza en el diálogo *El sofista* y en otras partes: combinar, entrelazar, tejer. En efecto, cuando leemos los diálogos no podemos menos que sorprendernos ante la pericia y el arte de Platón para presentar con suma naturalidad diversas preocupaciones, hilvanándolas a la manera de conversaciones dialogadas. Nuestro problema es pues extraer de este discurso los temas centrales de la ética platónica, sin olvidar que de este modo mutilamos el texto y, tal vez, el sentido del mensaje platónico, pues sin duda parte de la intención de convencimiento que es inherente a todo texto filosófico va inscrita, en el caso de Platón, en la forma misma en que lo presenta, a saber, con los elementos que conforman cada diálogo en particular.

Por otro lado, hay cuestiones internas que marcan, en la serie de los diálogos, diversos agrupamientos de ellos. Tienen ellas que ver con el enfoque dado a la problemática que tratan y a la formulación de la doctrina positiva que exponen. Ellas afectan en general a los contenidos de la filosofía de Platón. En lo que respecta a la ética, encontramos que hay a lo largo de la serie de diálogos (digamos de la *Apología de Sócrates* a *Las leyes*) un alto índice de uniformidad en las preocupaciones y unidad en el enfoque general. No obstante, también es cierto que hay cambios —y no sólo de detalle— en la doctrina, por lo que se podrían señalar dos soluciones éticas generales: una, la del grupo de diálogos llamados socráticos o tempranos, y otra, la del período tardío, fuertemente influida por las doctrinas metafísicas típicas del platonismo: el dualismo mente/cuerpo, la doctrina de las formas y de los grados de realidad, la creencia en la inmortalidad del alma, por una parte, y por una voluntad educativa y política, ausente en los diálogos tempranos, por la otra. Sin embargo, tal vez no sería erróneo decir que esas doctrinas metafísicas fueron elaboradas por Platón a raíz de los problemas suscitados por la doctrina ética de los diálogos tempranos, esto es, por la filosofía de Sócrates, si es que aceptamos que ellos exponen lo que fue su pensamiento. Son cuatro, a mi parecer, los rubros en que se presenta la proble-

mática ética: (1) la idea de fundamentar la moralidad en un valor último y objetivo, y entenderlo como un fin; (2) la identificación de la virtud con el conocimiento, es decir, el intelectualismo ético; (3) la doctrina de la acción moral y la motivación; (4) la ecuación de la virtud con la felicidad. En la exposición que sigue procuraremos mantener esta separación entre diálogos socráticos y tardíos, pues cada una de las soluciones exhibe características y méritos propios.

De principio a fin, pues, la filosofía moral de Platón pretende dar soluciones al problema acerca de cuáles son las condiciones para elegir correctamente la vida que vale la pena ser vivida. Esta idea está ya presente en el *dictum* de Sócrates, recogido por Platón (*Apología* 28e ss.), en el sentido de que una vida distinta a la que llevaba, la del examen continuo a él y a sus conciudadanos atenienses, no valía la pena ser vivida, no era una vida valiosa. Si esto es así, entonces un buen punto de partida para conocer el pensamiento moral de Platón será saber qué entiende él por "vida valiosa", puesto que es con respecto a una cierta idea del valor y de la valoración que se construyen las distintas exposiciones morales en los diálogos.

Tal vez no sea demasiado aventurado decir que Platón encontró en la sociedad de su tiempo un campo de creencias morales y valoraciones que si bien es cierto que fueron transformadas en su elaboración filosófica, también lo es que constituyeron su punto de partida y alimento. Seguramente, y así lo registra Platón (*Protágoras* 319c; *Hippias mayor* 294d; *República* 505d), este campo no era ni homogéneo —sin duda alguna debían existir concepciones diversas e incluso opuestas del ideal de vida y conflicto entre ellas— ni transparente, es decir, elaborado en algún código y accesible a todos. Los diálogos mismos (en particular los tempranos) son testigos de algunos de los elementos de este campo ideológico; para mencionar algunos: las características de la existencia humana que han ensalzado los poetas, la idea de cultura y excelencia que pregonan los sofistas, las creencias acerca de la valla de las personas entre los ciudadanos comunes y corrientes, las nuevas creencias místico-religiosas acerca del alma y su destino, etc. Y también ahí encontró como elemento fundamental las enseñanzas de Sócrates: que el alma constituye el yo de las personas, que el objetivo fundamental de la vida es su cuidado y que el bien —el único y

auténtico bien— es el conocimiento. Sobre este campo Platón va a desplegar su análisis, una de cuyas partes estará constituida por el análisis conceptual y la construcción de estructuras argumentativas; otras partes serán las diversas estrategias (literarias, retóricas) que Platón emplea en su texto con el fin de persuadir (cfr. los comentarios sobre los usos legítimos de la retórica en el *Fedro* 269d ss.). Este análisis va a enfocar como componente central en la noción de vida valiosa el concepto de excelencia humana o virtud (*areté*). Entre los griegos, esta noción apuntaba ya a la máxima perfección que el individuo como tal puede lograr; virtuosa era aquella persona en quien encarnaba el máximo valor (cfr. C.M. Bowra, *The Greek Experience*, Londres, Sphere Books, 1973, cap. V, pp. 102 ss.). En el análisis de Platón, la virtud está en íntima conexión con la concepción del bien: la virtud de una cosa cualquiera es aquello que está presente cuando tal cosa se encuentra en su mejor estado, cuando sus potencialidades se actualizan óptimamente — cuando en ella está presente el bien, dice Platón.

Pero esta manera de conectar la virtud con el bien (con lo óptimo) sólo le es posible a Platón gracias a que encuentra que esa noción está permeada de valoración, y ello se expresa en los juicios acerca de cuáles son las actitudes y acciones buenas, valiosas, virtuosas. Platón recrea este fenómeno en los juicios que tienen los interlocutores de Sócrates en los diálogos. Pero estos juicios son índice de que las creencias morales son incoherentes puesto que no aparecen como elementos de un sistema racional de creencias. Y es normal que eso sea así. Seguramente las creencias de una época no tienen una formulación exenta de ambigüedad ni forman una estructura consistente; e incluso se podría sospechar que las que Platón consigna en sus escritos como punto de partida para su crítica y su exposición positiva ya han sufrido, en sus manos, un proceso de abstracción que les permite ser objetos de consideración reflexiva. El punto de partida, pues, es la noción de virtud, entendida como la cualidad que hace admirable a la persona y por cuya posesión la vida de ésta se convierte en algo valioso. Las cuatro virtudes cardinales de los griegos (—valentía, templanza, justicia y sabiduría—) ejemplifican los rasgos de carácter reconocidos como virtuosos, y Platón parte de su análisis para buscar un esclarecimiento de la noción de virtud. El conjunto de estas cuatro virtudes revela

dos corrientes, tal vez antagónicas, en el proceso de valoración que las configuró como tales: si la virtud es la excelencia del individuo, ¿es esta excelencia algo que atañe solamente al individuo, que sólo a él beneficia? O, por el contrario, ¿atañe también a la sociedad en que se desenvuelve? La valentía (la cualidad básica del hombre, del guerrero), la de más ancestral arraigo debido tal vez a la influencia homérica, aparece como una virtud completamente individualista; la excelencia del guerrero valiente es idéntica al honor que ella le confiere, a su gloria, y en ella se agota (cfr. M. I. Finley, *El mundo de Odiseo*, México, F.C.E., 1978, cap. V). La templanza tiene múltiples connotaciones que van desde la de un contenido cognitivo — corrección en el juicio — hasta la de un estado emocional — la tranquilidad — (véanse las distintas definiciones propuestas en el *Cármides*); a pesar del espectro de significación, es también una cualidad del individuo y para el individuo — en una concepción de individuo distinta de la homérica y tal vez opuesta a ella. La justicia es una virtud definitivamente social, encomia los rasgos individuales que mejor contribuyen a la preservación de la vida comunitaria (preocupación y respeto por los demás, altruismo, etc.). La sabiduría, por su parte, se encuentra asociada a la tradición de los siete sabios que sobresalieron como individuos y obtuvieron como tales beneficios individuales (la fama, el respeto, etc.), pero que también beneficiaron a la sociedad en la que vivieron. Veremos que Platón va a privilegiar la idea de la virtud como logro individual y que piensa que sus repercusiones sociales son algo secundario.

El *elenco* o refutación socrática es el método en ética favorecido en los diálogos tempranos. Platón nos dice que Sócrates encontró que nadie sabía en qué consistía la humana virtud, ni si era susceptible de enseñarse. El método expone la confusión que rodea a la noción de virtud (confusión que se expresa en la ausencia de una racionalización acerca de ella, aunada a un deseo de valoración de algún tipo de vida y su comparación competitiva con otros tipos); de ahí parte la justificación que Sócrates daba para practicarla y su exigencia de proporcionar una base racional a las creencias acerca de la moralidad. Y encontramos así lo que tendemos a pensar como más característico de Sócrates: el investigador racional en el campo de la moral, el crítico implacable de las pretensiones de sabiduría, aquel

que no se rinde sino ante la fuerza del argumento (*Crítón* 46b-c; *Gorgias* 458a). Entre las características más visibles del método socrático podemos señalar las siguientes: los argumentos son todos refutatorios, buscan examinar una cierta opinión o tesis y mostrar su implausibilidad; están contruidos como una conversación dialogada a base de preguntas y respuestas, en la que uno de los dialogantes pregunta y el otro responde; su forma más general es la de reducción al absurdo: la implausibilidad que el argumento quiere mostrar se logra encontrando inconsistencias, contradicciones; el papel del que responde consiste en dar o negar asentimiento a las proposiciones que por medio de preguntas se le proponen, en cada paso del argumento, dando como respuestas 'sí' o 'no', según el caso; una refutación se considera exitosa cuando, logrado el asentimiento a las proposiciones adecuadas, se deduce una contradicción de la tesis que se busca examinar y refutar. Cuando una refutación tiene lugar, lo que se muestra es que hay un conjunto de creencias de una persona que favorecen alguna otra creencia, entrañándola, a la vez que es inconsistente con su contraria, la creencia que es objeto de la refutación. Se ve entonces la importancia que tiene elegir adecuadamente las premisas de la refutación si es que ésta ha de obtener los resultados que Sócrates quiere que tenga: su probabilidad de asentimiento debe ser alta y deben ser, en algún sentido, objetos de creencias básicas y, por consiguiente, difícilmente rechazables. Es precisamente en la elección de estas premisas que se introducen las valoraciones platónicas. En los diálogos tempranos, las refutaciones se aplican a dos tipos de tesis: (a) a intentos de definición de virtudes específicas (templanza, valentía, etc.), esto es, a concepciones generales de esas cualidades —ellas son respuestas a la pregunta socrática "¿Qué es X?"—; y (b) a tesis morales más directamente relacionadas con la acción, por ejemplo, si los principios que rigen la acción moral aceptan excepciones (*Crítón*), si es preferible la justicia a la injusticia, si debe evadirse el castigo a una injusticia cometida (*Gorgias*). Pues bien, para ambos tipos de cuestiones, las refutaciones proceden utilizando criterios axiológicos; las premisas ofrecen caracterizaciones de las nociones valorativas máximas: lo admirable (*to kalon*) y el bien (*to agathon*) en términos de beneficio, utilidad o placer, y encuentran que las tesis (creencias) examinadas no se adecuan a

esos criterios de valoración (cfr. el *Cármides* 159e-160b y el *Laques* 192c-d, donde se toman como creencias básicas y compartidas las consideraciones socráticas acerca de lo admirable, lo bueno y lo benéfico en el examen de candidatos propuestos para definiciones de la templanza y la valentía, respectivamente). Que tales concepciones aparezcan como premisas en argumentos cuya finalidad es negativa (refutar), aunado al hecho que un diálogo temprano (el *Hippias mayor*) se dedica a investigar concepciones de lo admirable, nos indica que en este período Platón considera su doctrina axiológica como algo tentativo y sujeto a investigación. Pero ello no le impide desarrollar una doctrina moral basada en una concepción plausible (o que así lo parece) del valor; dicho con la terminología de los diálogos tempranos: la doctrina que mejor resiste a la refutación —a ser autocontradictoria (*Gorgias* 508e-509a). Lo que Platón no pone en absoluto en duda es que las cuestiones de la moralidad deban resolverse apelando a una justificación valorativa extramoral, a un fin último, al bien en su concepción.

El tema del valor último es abordado en los diálogos medios y tardíos de Platón en el contexto de la doctrina ontológica de las formas. Esta doctrina, que aquí solamente puede ser mencionada, le proporciona la clave para unificar su visión del mundo, para presentar un sistema coherente y explicativo en el sentido de la tradición griega. Pensador teleológico, Platón piensa que hay en las cosas y eventos del universo un orden racional, que exhiben orden y armonía y que manifiestan una tendencia a la perfección. En el libro VI de la *República* (509a ss.; cfr. 517b-c), se encuentra la identificación del valor último y causa final con la forma del Bien, de la cual se dice que es causa de la existencia y la esencia de las otras formas y, por ende, de la realidad toda entera. El pasaje está precedido por la advertencia de que es imposible entender esto, a no ser por un muy largo rodeo, y con ello la justificación última de la moralidad, y en verdad de todo fenómeno, queda confinada a una región fronteriza entre lo místico y lo racional. (Una exposición de la doctrina de las formas se encuentra en I.M. Crombie, *Análisis de las doctrinas de Platón*, vol. II, Madrid, Alianza Editorial, 1979, cap. 3.)

Una idea que está presente a lo largo de toda la obra platónica es la de la identificación de la virtud con el conocimiento.

La tesis recibe distintas formulaciones y matices y se sujeta a reinterpretaciones según se va desarrollando la noción de conocimiento. Tal vez Platón concibió esta idea como resultado de la conjunción de dos líneas de pensamiento. Por un lado, la creencia en la valía del individuo se convierte en la creencia en la valía de lo que él consideraba que era la parte fundamental de la persona, lo que constituía su identidad: el alma humana. Y aunado a ello, la creencia de que era la mente y sus capacidades racionales lo característico del alma, y por cuya posesión el ser humano se emparentaba con lo divino. Producto de la ilustración del siglo V, es la confianza en los poderes ilimitados de la razón lo que va a llevar a Platón a privilegiar de esa manera el alma y a concebirla como el centro de todo lo que es valioso en la existencia humana, puesto que posee la capacidad de entender el orden del mundo, de planear y dirigir. Por otro lado, a Platón nunca le cupo duda de que hay criterios efectivos para distinguir entre los hombres que son mejores de los que no lo son. Insiste frecuentemente que la auténtica virtud es privilegio de pocos y que esos pocos son objetivamente mejores. En los diálogos tempranos recurre a un modelo de racionalidad, que se basa en una interpretación de las artes (*technai*), para argumentar en favor de la idea de que la virtud en los individuos debe tener los mismos resultados objetivos que los que tienen los que practican un arte. En primer lugar, es índice de los que saben que satisfacen un requisito de competencia —en el campo específico al que se aplica un arte determinado, es el entendido el que sabe y puede decidir acerca de las cosas de ese campo (*Protágoras* 318b; *cfr. Leyes* 961e-962c). En segundo lugar, el que ejerce un arte, lo hace por un principio de racionalidad, su competencia —y la obtención del resultado requerido— revela su posesión de un conocimiento estable, y no de un mero azar o experiencia. En tercer lugar, el que posee conocimientos de este tipo tiene la capacidad de transmitirlos, pues las artes pueden ser enseñadas (*Menón* 87c). Platón aplica uno de sus criterios axiológicos para argumentar que si la virtud es algo bueno, debe ser benéfica e infaliblemente benéfica para el que la posee. Y encuentra que sólo el conocimiento puede satisfacer este requisito, puesto que sólo él está exento de error en la obtención del beneficio. De esta manera justifica también la idea socrática de la unidad de las virtudes: en todo

aquello que llamamos virtud, el único elemento que sistemáticamente aparece, y que debe ser considerado como la causa de que lo que se considera virtuoso efectivamente lo sea, es el elemento intelectual (*Protágoras* 352b-c).

Un momento crucial en el desarrollo de la ética platónica ocurre cuando se hace la distinción entre conocimiento y opinión. Platón afirma que en lo que respecta a resultados prácticos, la creencia verdadera es tan buena guía como el conocimiento, y que ahí en nada difieren (*Menón* 97b-c). Si esto es así, la tesis de que la virtud es (sólo) conocimiento tiene que ser reconsiderada. El cambio ocurre en el libro IV de la *República*, donde expresamente Platón hace una distinción entre la virtud auténtica (basada en el conocimiento) y la virtud inducida por la educación (basada en la creencia verdadera). Ello ocurre porque el modelo de conocimiento como *techné*, que suponía una simetría entre estado cognitivo y resultados prácticos, se ha visto debilitado por la introducción de una doctrina de la división del alma en elementos racionales (cognitivos) e irracionales (apetitivos), con la eventual disfunción que esto trae consigo, lo que se convierte en una amenaza para el enfoque intelectualista de la moralidad. Platón va a explorar este conflicto de manera diversa: la exaltada defensa de la vida filosófica entendida como una radical separación de lo racional con respecto a lo carnal —representante de los apetitos (*Fedón, passim; Teeteto* 172c-177c)—; los dos programas educativo-políticos tendientes a formar dos tipos de virtud en los individuos con las consecuencias divisionistas en la sociedad que son de esperarse (*República, Las leyes*); los intentos de mostrar la supremacía del elemento racional sobre los apetitos y emociones por medio de un control racional (*Protágoras, Filebo*), etc. La ética de Platón es una ética de estados (en especial de estados cognitivos), la cuestión de las acciones es para él algo secundario; confiaba en que el estado moral correcto automáticamente produciría la acción moral correcta. Gran parte de la doctrina moral de Platón está encaminada a hacer de esta tesis algo plausible.

ALBERTO BEUCHOT
"Ética y justicia de Tomás de Aquino"

ÉTICA Y JUSTICIA EN TOMÁS DE AQUINO

MAURICIO BEUCHOT

Introducción

En lo que sigue trataré de exponer lo más esencial de los elementos que configuran la ética de Santo Tomás, indicando su conexión estructural o sistemática, en una síntesis que forzosamente será muy apretada y de la que faltarán muchas cosas que he sacrificado por la exigencia de la brevedad. Primeramente iré detallando y relacionando los elementos de su filosofía moral, y al final discutiré a favor de un aspecto relativo a la justicia que considero valioso para las reflexiones filosóficas de hoy en día.

Los elementos o ingredientes principales que involucra la filosofía moral de Santo Tomás son siete. Tendremos que explorar su naturaleza y su trabazón sistemática. En efecto, hay que tomar en cuenta *el fin último* de la vida humana, que determina toda la ética, pues según él se orientarán las facultades y actos humanos, y con arreglo a él surgirán las normas de moralidad; esto nos conduce a *la felicidad* suprema, que consiste en la consecución del fin último y que impulsa a las facultades y a los actos humanos a realizarse; las normas de moralidad serán las que rijan esa consecución de la felicidad mediante los actos o la conducta; y tenemos que tratar también acerca de *los actos humanos*, que son todo el movimiento del hombre

que ha de encauzarse a ese fin y esa felicidad supremos; otro elemento de indudable importancia son las pasiones, que son el impulso más básico hacia esa felicidad; ellas no se equivocan en esa búsqueda de la felicidad, pero nuestra asimilación concreta de ellas al actuar puede equivocarse y por ello requiere algo que la dirija; a ellas se suman las virtudes, que son esas actitudes que aprovecha el impulso de las pasiones para darles la conveniente dirección; y, finalmente, hay que analizar la ley y además la conciencia, que son los principios directores o normas de moralidad — la primera objetiva y la segunda subjetiva — para orientar debidamente los actos humanos hacia el fin y la felicidad.

Pues bien, una vez enumerados los elementos, veamos su naturaleza e interconexiones.

El fin último

La ética de Tomás de Aquino es una ética de fines, intenta esclarecer al hombre cuál es su fin supremo y darle los medios buenos para conseguirlo. Este fin del hombre es, objetivamente hablando, la perfección humana y, subjetivamente hablando, la felicidad, que todos deseamos. Y la perfección humana es la vida virtuosa, en la cual encuentra el hombre su máxima felicidad, pues así es como realiza su naturaleza. Por eso, habrá que estudiar las virtudes con relación a esa felicidad suprema.

El argumento que Tomás ofrece para apoyar esta perfección ética del hombre hacia un fin está basado en un axioma metafísico de la concepción teleológica aristotélico-escolástica: "todo agente actúa por un fin",¹ al que añade que principalmente esto ocurre en el agente humano, y más principalmente aún en la actividad más importante para él, que es la acción moral, en la cual le va el sentido de su vida, le va en ello su vida misma. El hombre, por lo tanto, en su actuar, y específicamente en su actuar moral, está polarizado por un fin, y su actuación es moralmente buena en la medida en que siga él mis-

mo, y ayude a los otros a seguir, el camino hacia ese bien. Porque el fin de una cosa es para ella su bien (como se pensaba un tanto antropomórficamente en la filosofía aristotélica), y el fin al que ella tiende naturalmente es para ella su máximo bien, y no puede ser vacío o inalcanzable lo que se desea naturalmente (pues sería una burla de la naturaleza, lo cual es imposible que suceda en toda la especie humana o en su mayoría). El problema es ahora: ¿cuál es el fin último o el soberano bien del hombre?

Tomás piensa que el fin supremo, el bien máximo, en el que confluyen todas nuestras virtudes y en el que se encuentra la máxima felicidad, debe superar a los bienes particulares y efímeros; su argumento es que dicho fin que da la felicidad debe ser un bien suficiente y completo, es decir, que colme las aspiraciones humanas sin dejar que continúe el deseo, y debe ser algo seguro y estable, porque la felicidad inestable y efímera no puede satisfacer al hombre. De acuerdo con estas exigencias, analiza diversas cosas que parecen hacer feliz al hombre y concluye que la felicidad humana no puede consistir en las riquezas, porque tienen más carácter de medio que de fin y no excluyen el mal ni el hastío; ni puede consistir en el honor ni la fama, porque éstos a veces pueden ser ficticios o falsos; ni en el poder, porque también es un medio y se puede usar mal; tampoco en el placer, porque también es efímero, por lo cual es un bien parcial y por lo mismo es también un medio, no un estado definitivo; tampoco son los bienes del alma sin más, porque no cualquiera da la plenitud; ni siquiera el conjunto de los bienes creados. La razón es que Tomás cree en Dios, y, de acuerdo con su experiencia, argumenta que sólo Él puede colmar el deseo de felicidad del hombre de manera infinita. En Dios encuentra el hombre su perfección y su bien absolutos.² Pero podemos distinguir dos niveles o aspectos en este bien supremo para los hombres. En el nivel trascendente, Dios es el bien común de los hombres; pero Tomás sabe que hemos de aspirar a este bien en lo concreto y desde lo terreno. Por eso se añade en el tomismo que la representación concreta de ese bien supremo trascendente es el bien supremo inmanente, el cual es el bien

¹ Santo Tomás de Aquino, *Summa Theologiae*, I-II, q. 1, a. 1, c. Sobre la cadena de los fines, que no puede ir al infinito, *cfr. ibid.*, a. 4, c.

² *Ibid.*, q. 2, a. 1, ad 3m.

³ *Ibid.*, a. 8, c.

común de la comunidad o sociedad. Y como para alcanzar uno y otro bien son necesarias las virtudes, como consecuencia lógica se presenta la vida virtuosa como perfección del hombre. En la misma búsqueda del bien común de la sociedad y para la convivencia correcta, el hombre necesita de las virtudes; por eso la vida virtuosa es su perfección y ella es también el proceso de la consecución de su fin, su felicidad.

Los actos humanos

Todo el vivir del hombre ha de ser, pues, dirigir su conducta o sus actos hacia el fin último y supremo bien que ha encontrado conveniente a él. Por eso Tomás examina el actuar moral y principalmente las condiciones de éste. Se fija en las condiciones del actuar moral porque descubre que no todo acto que efectúa el hombre es objeto de moralidad. En efecto, distingue dos tipos diferentes de acto en el hombre —y debe decirse cuál de ellos es el propio de la moral—: actos del hombre y actos humanos. Veamos: (i) *actos del hombre* son los que se ejercen sin inteligencia ni voluntad, y, por lo tanto, sin libertad; por consiguiente, sin responsabilidad moral. Por ejemplo, respirar, rasarse la barba, etc. (ii) *Actos humanos*, propiamente hablando, llama Tomás a los actos dirigidos por la voluntad que es iluminada por la inteligencia —en lo cual consiste la libertad.⁴

Tomás hace todo un análisis psicológico-filosófico de esos actos, que es sumamente detallado e imposible de sintetizar aquí. Sólo los trataremos en cuanto compete a la moral: en aquellos constitutivos que sean relevantes para verlos como buenos, malos o indiferentes. Hay tres aspectos en el acto humano de los cuales depende básicamente la bondad o maldad morales; en efecto, éstas dependen del objeto, del fin y de las circunstancias del acto. El objeto es aquello a lo que por su naturaleza tiende el acto, por ejemplo, apoderarse de lo ajeno es el objeto del robo. El fin es aquello a lo que tiende el que efectúa el acto, por ejemplo, el robo puede tener como finalidad enriquecerse injustamente o ayudar al oprimido dándole lo

⁴ *Ibid.*, q. 6, a. 4, c.; q. 18, a. 6, c. y q. 19, a. 5, c.

que necesita. Y las circunstancias son las condiciones accidentales que rodean al acto, por ejemplo, la acción de robar adquiere diferente matiz si se efectúa en tiempo de hambre, de guerra injusta, de desastre, etc.

Primariamente, la bondad y la malicia morales dependen del objeto y del fin, y secundariamente de las circunstancias, que sólo atenúan la bondad o maldad, pero no la quitan. Así, hay dos bondades y maldades (o fuentes de ellas): la del objeto y la del fin. Pues un acto puede ser bueno por el objeto y malo por el fin, y viceversa. Por ejemplo, un acto puede ser bueno por su objeto, como ayudar a un enfermo, pero malo por su fin, como en el caso de que tal ayuda sea para buscar la vanagloria delante de los demás, ya que tal cosa es hipocresía. Por eso, para Tomás, lo ideal es que coincidan en un acto la bondad del objeto y la bondad del fin.⁵

Sobre todo el fin del acto debe ser bueno, y tanto él como el objeto de éste son buenos por su adecuación a la norma de moralidad, que es doble: la ley y la conciencia.

La ley y la conciencia

La norma remota de moralidad es la ley, y la norma próxima es la conciencia. En el pensamiento de Tomás, la ley es una orientación objetiva encontrada por la inteligencia y la razón, orientación que debe seguirse porque dirige al hombre a la consecución de su fin propio. La conciencia, en cambio, es una orientación o norma subjetiva, que aplica la ley al caso concreto —y se dice subjetiva porque incluye la interpretación por parte del sujeto.

La ley es definida por Tomás así: “es la ordenación de la razón dirigida al bien común y promulgada por quien tiene el cuidado de la comunidad”.⁶ Se dice de la razón (práctica) y no de la voluntad, para no dar lugar a lo irracional o no-razonable. El estar dirigida al bien común significa que está orientada y orienta al hombre hacia el fin (supremo). Ha de ser promulga-

⁵ *Ibid.*, q. 18, a. 5, c. y q. 19, a. 9, c.

⁶ *Ibid.*, q. 90, a. 4, c.

da suficientemente (*i.e.*, en cuanto a la intensidad o contenido, teniendo claridad, y, en cuanto a la extensión o difusión, llegando a todos los súbditos que han de obedecerla); y ha de serlo por el que tiene el cuidado de la comunidad, ya que de lo contrario sería una usurpación de la autoridad. Lo que vaya en contra de estas características no puede ser una ley.

A nivel humano, hay dos clases principales de ley, según Santo Tomás, a saber, la ley natural y la ley positiva.⁷ La ley natural es la que expresa como preceptos las exigencias de la naturaleza humana. La razón penetra las exigencias de la naturaleza humana y las erige como imperativos: derecho a la vida, al trabajo, a la libertad, etc. Son principios morales que surgen de la misma naturaleza del hombre, *i.e.* aluden a propiedades y características esenciales del hombre, y la razón las encuentra o descubre al estudiar y analizar detenidamente esa naturaleza humana. La ley positiva o civil es la que corresponde más fácilmente a la definición de la ley dada por Tomás, y es la que promulgan los legisladores o las imponen (por eso se llaman "positivas"). La exigencia de Santo Tomás es que la ley positiva siempre respete y promueva lo preceptuado por la ley natural. Si va en contra de la ley natural, es una ley injusta;⁸ de hecho no es ley. No podemos detenernos aquí a revisar la justificación de la ley natural por parte de Santo Tomás; sólo indicaremos que forma un capítulo interesante de la polémica iusnaturalismo-iuspositivismo.

La conciencia moral, para Tomás, es el dictamen del entendimiento práctico acerca de la moralidad del acto que se va a realizar o que ya se ha realizado, según los principios morales. No es, pues, otra facultad, sino un acto del propio intelecto, en su aspecto práctico. Ve la moralidad y no lo meramente psicológico del acto. Primeramente juzga el acto que se va a realizar, como conciencia antecedente, pero también el ya realizado, como conciencia consecuente o consiguiente al acto. En ambos casos es la regla próxima y subjetiva, pero recibe objetividad de los principios o leyes morales. Por eso se ha dicho que la conciencia correcta está animada por los principios y las le-

yes; y es que la ley es entendida por Tomás como una invitación (no como una esclavitud) para la conciencia.⁹

Las pasiones

El acto humano es dirigido por la ley y la conciencia. Pero el acto humano hunde sus raíces en las mismas pasiones del hombre. En efecto, la pasión es el sustrato básico del acto libre, porque es una pulsión que tiende hacia el fin y se realiza de maneras variables, dando lugar a la incorrección con respecto a ese fin; ello hace que puedan ser dirigidas por la razón al aflorar como actos libres por virtud de la inteligencia y la voluntad. Están en la raíz de los actos humanos o actos libres, pero todavía pertenecen a los apetitos sensibles. Y es que las pasiones son actos del apetito humano, en los que el hombre se comunica con el animal, aunque no coincide completamente con él, ya que estas pasiones o actos del apetito pueden ser dirigidos por la razón (*i.e.* promovidos o reprimidos) de acuerdo con lo que conviene para el bien y el fin del hombre.¹⁰ La inteligencia y la voluntad se sirven de esos actos para orientar el dinamismo de la conducta hacia las virtudes, hacia lo virtuoso. La sensibilidad o apetito sensitivo es entonces regido por la inteligencia y la voluntad aprovechándolo para el bien moral. Son las pasiones desordenadas las que conducen a los vicios y al mal moral. Por eso las pasiones — que de suyo son neutras moralmente, simplemente naturales — han de ser bien orientadas por la inteligencia del hombre, y para ello han de revestirse de las virtudes, y de esa manera darán normalmente actos proporcionados y adecuados al bien o fin que pretenden alcanzar.

Tomás divide las pasiones según las dos clases de apetito sensible que postula en su antropología filosófica, pues en ellas se incardinan aquéllas, según lo toma de Aristóteles. Ya que las pasiones son afecciones del ser humano que se transforman en energía para actuar, es necesario conocer bien sus clases para poder aprovechar su influjo en el actuar moral. Y las dos clases

⁷ *Ibid.*, q. 91, a. 2, c.; q. 94, a. 2, c. y q. 97, a. 1, c.

⁸ *Ibid.*, q. 96, a. 4, c.

⁹ *Ibid.*, 1, q. 79, a. 19, c.

¹⁰ *Cfr. idem, Qu. disp. de virtute*, q. 26, a. 2, c.

la voluntad humana a que dé a cada quien lo que le es debido;¹⁶ junta a todas las virtudes, polarizándolas hacia el bien común o social. Nos centraremos, para terminar, en esta última virtud, a saber, la justicia.

*Doctrina de Santo Tomás sobre la justicia:
su vigencia en la actualidad*

Un tema de gran actualidad para nuestra época es el de la justicia. Me parece que hay algunas ideas de Santo Tomás que pueden ayudar a la polémica actual sobre la justicia. Argüiré a favor de una de ellas, a saber, que la justicia es proporcional (y no unívoca o la misma para todos), al igual que el bien común; a diferencia de algunos filósofos que han propuesto y manejado la idea de igualdad sin más.

En primer lugar, trataré de hacer ver cómo se apoya la idea de Tomás de que la justicia está orientada a lograr el bien común con equidad proporcional, aludiendo a la naturaleza del bien común o social. En efecto, el bien común es de suyo el bien de la sociedad. Pero la sociedad no es un conjunto homogéneo, sino que sus partes, las personas (y sus grupos), tienen diferentes necesidades y pueden aportar distinta colaboración. Por tanto, se les ha de aplicar diferentemente el bien común, *i. e.* de manera proporcional. No es la misma la necesidad de un enfermo y la de un sano, la de un niño y la de un adulto, la de un joven y la de un anciano. Ni pueden ofrecer el mismo trabajo o tener la misma participación en la actividad social. En consecuencia, el bien común no es algo que se reparta "en la misma cantidad" a todos por igual, exige una igualdad o equidad proporcional. Pues bien, esta equidad proporcional es la justicia.

La justicia se aprecia primeramente en sus manifestaciones exteriores, como una relación equitativa, según proporción, entre las distintas partes de la sociedad. Se muestra, pues, como cierta "igualdad proporcional", en el sentido de no permi-

tir, ya de entrada, esos contrastes tan hirientes como el que se da cuando muy pocos tienen en abundancia y la mayoría no alcanza a tener siquiera lo necesario e indispensable. Tal disparidad quedaría eliminada al existir la justicia, sería su primera manifestación. Y esta manifestación de la justicia, para que sea propiamente justicia, exige que sea una relación duradera y estable entre los hombres, por lo que debe ser un hábito, el cual la constituye en virtud. Por consiguiente, la justicia es una virtud, y resulta un mérito de la doctrina tomista el haber integrado la justicia en la misma ontología de la persona, bajo la forma de un hábito-virtud que rige las relaciones interpersonales. Da constancia a esa buena relación entre los seres humanos. Esta permanencia y continuidad del hábito virtuoso que es la justicia atañe a la voluntad, la cual es un querer conforme a la razón (la voluntad es un apetito racional, no meramente sensitivo), por lo que se hace con conciencia y libertad. De acuerdo con ello, como conclusión de todo lo anterior, por la justicia se concede a todas las personas de la sociedad el lugar o la atención que les es debida en el orden de la misma. Y se sigue entonces la definición que da Santo Tomás de la justicia: "si se quiere poner esto en una definición formalmente correcta, se puede decir que la justicia es el hábito según el cual una persona, impulsada por una voluntad constante y firme, respeta a cada cual su derecho",¹⁷ es decir, da a cada quien el bien que le es proporcional.

Ahora, en segundo lugar, trataré de hacer ver cómo se apoya la idea de Tomás de que la justicia está orientada al bien común con una equidad proporcional según las relaciones entre las personas y la sociedad. De acuerdo con esas relaciones surgen tres tipos de justicia y en todos ellos hay proporcionalidad. En efecto, la justicia se divide, según Tomás de Aquino, en justicia general o legal y justicia particular, que a su vez se subdivide en conmutativa y distributiva. La justicia general o legal rige la ordenación de las personas a la sociedad (*ordo partium ad totum*); la justicia particular rige en primer lugar la ordenación de las personas entre sí dentro de la sociedad (*ordo partium ad partes*), según la cual surge la justicia conmutativa, y

¹⁶ Cfr. *idem*, *Summa Theologiae*, I-II, q. 61, a. 2, c. y *Qu. disp. de virtutibus cardinalibus*, q. ética, a. 1, c.

¹⁷ *Idem*, *Summa Theologiae*, II-II, q. 58, a. 1, c.

de apetito según las cuales se dividen son el apetito concupiscible y el apetito irascible, ya que en el hombre hay un impulso a lo grato y otro a lo arduo, violento o agresivo. En efecto, el apetito concupiscible tiene como objeto tender a lo agradable para apropiárselo y rechazar lo desagradable, y las pasiones que se incardinan en él son: amor y odio, deseo y aversión, gozo y tristeza. En cambio, el apetito irascible tiene como objeto tender a lo difícil, para superarlo y vencerlo, y las pasiones que se incardinan a él son la esperanza y la desesperación, la audacia y el temor, el coraje o la ira.¹¹

Para defender esta clasificación Santo Tomás argumenta diciendo que estas pasiones surgen de las posibles relaciones de los apetitos con sus objetos. Efectivamente, en el apetito concupiscible, el bien, captado de manera simple e inmediata, engendra *amor*; el mal, que es opuesto al bien, considerado de manera simple, engendra *odio*; el bien, considerado como futuro, engendra *deseo*; el mal, considerado como futuro, engendra *aversión* o fuga; el bien, considerado como poseído en el presente, engendra *gozo*; y el mal, considerado como tenido en el presente, engendra *tristeza*. Con ello se muestra una parte de la clasificación que ha dado Tomás. Para la otra parte argumenta *asimismo* por las relaciones del apetito irascible con sus objetos —el bien y el mal—, así: en el apetito irascible el bien arduo ausente, si es posible, engendra *esperanza*; si es imposible, engendra *desesperación*; el mal arduo ausente, si es superable, engendra *audacia*; si es insuperable, engendra *temor*; y el mal arduo presente engendra *ira*. De esta manera Tomás arguye a favor de la clasificación que ha efectuado de las pasiones.¹²

Pues bien, ya los apetitos y las pasiones determinan ciertos elementos de la moralidad, que la ética debe tener en cuenta (pues representan rasgos de la naturaleza humana que deben ser salvaguardados, pero todo debe hacerse conforme a la recta razón —pues la razón es la verdadera naturaleza del hombre, junto con la animalidad—, y en ese sentido deben ser orientadas por ella). Pero el influjo de los apetitos y de las pasiones en el acto humano moral es encauzado por la razón, sobre todo

mediante las virtudes éticas que se añaden a ellos¹³ y que dependen de la voluntad —orientada por el intelecto.

Las virtudes

¿Qué es una virtud? La virtud, en la filosofía aristotélico-escolástica, tiene dos aspectos: por una parte es el término medio entre dos extremos; algo puede pecar por exceso o por defecto, y es virtud si se mantiene en cierto medio o moderación. Este término medio no debe entenderse como punto equidistante de dos extremos, es variable, dinámico y continuamente ajustable. Por otra parte, está el modo como la virtud inhiere en el hombre, *i.e.* como hábito. Los hábitos son cualidades que disponen al sujeto a la acción, ayudando y reforzando a la acción de una facultad.¹⁴ Si los hábitos son buenos —dice Tomás—, constituyen virtudes; si son malos, constituyen su opuesto, que son los vicios. Las virtudes son, pues, hábitos que orientan a obrar bien.

Las virtudes tienen la siguiente división: pueden ser intelectuales o morales. Las intelectuales perfeccionan la inteligencia.¹⁵ Las morales perfeccionan la voluntad. Hay cuatro virtudes principales, a las que Tomás llama "cardinales": la prudencia, la templanza, la fortaleza y la justicia. Santo Tomás ubica la virtud, al igual que Aristóteles, como término medio equilibrado. Pues bien, la prudencia es la puerta y la clave de todas las virtudes, pues es la virtud que nos hace elegir el medio adecuado, tanto el medio (o moderación) de una acción como el medio (o instrumento) conveniente a un fin. La templanza modera al apetito concupiscible, aplicando el dictamen de la prudencia a las pasiones de dicho apetito, evitando excesos y defectos. La fortaleza afianza al apetito irascible, protegiéndolo contra el temor irracional y contra la temeridad también irracional, y además ayuda al hombre a mantenerse firme en el seguimiento de la templanza. Y, finalmente, la justicia inclina a

¹¹ *Ibid.*, q. 24, a. 2, c.

¹² *Ibid.*, q. 55, a. 2, c.

¹³ *Cfr. idem, In VI Ethicorum, lect. 3, n. 1143.*

¹¹ *Idem, Summa Theologiae*, I-II, q. 25, a. 1, c.; *Qu. disp. de veritate*, q. 26, a. 4, c.

¹² *Idem, Summa Theologiae*, I-II, q. 25, a. 2, c. y a. 4, c.

en segundo lugar rige la ordenación de la sociedad a las personas (*ordo totius ad partes*).

El bien común, o el derecho que surge de él y que se ha de ordenar, es un requisito para la justicia. Y el derecho se ordena según las relaciones que tienen la sociedad y las personas. Y tales relaciones son la conmutación y la distribución; y en la conmutación se debe proteger el derecho del más débil, así como en la distribución se ha de salvaguardar la proporción adecuada a cada quien. Veamos cómo argumenta el propio Santo Tomás a favor de la división de la justicia particular en conmutativa y distributiva, tomando a las personas como partes y a la sociedad como el todo. Surge una doble ordenación que es objeto de la justicia particular.

La justicia particular se ordena a la persona privada, que se relaciona con la sociedad como las partes con el todo. Ahora bien, el orden a la parte se puede considerar como doble. Uno es el que se da entre una parte y otra parte: como el orden que se da entre una persona privada y otra. Y este orden es regido por la justicia conmutativa, que consiste en las cosas que se ejercen entre dos personas recíprocamente. Otro orden es el que relaciona el todo con las partes: como el orden que es común a las personas individuales. Y ese orden es regido por la justicia distributiva, que distribuye lo común según proporcionalidad. Por lo tanto, hay dos especies de justicia, a saber, conmutativa y distributiva.¹⁸

De ello resulta que hay una relación de conmutación y otra de distribución que forman parte de la justicia. Ahora bien, ni la conmutación ni la distribución pueden ser unívocos, y han de ser, por tanto, proporcionales. La conmutación, porque el derecho debe proteger al más débil o desvalido en las transacciones, pues de otro modo se propiciará el abuso. Asimismo, la distribución ha de ser proporcional, pues a cada quien la sociedad debe darle según sus necesidades, su trabajo y sus méritos.

A esos tipos de justicia se añade la justicia general o legal, que también es proporcional. Ella rige la ordenación de las personas como partes con relación al todo que es la sociedad. Y esa relación es proporcional. Por consiguiente, también la jus-

ticia general o legal es proporcional. Santo Tomás prueba así que la justicia general o legal rige la ordenación de las personas como partes del todo social:

Es manifiesto que todos los que se contienen en una comunidad se relacionan con la comunidad como la parte con el todo. Y como la parte en cuanto tal es del todo, se sigue que cualquier bien de la parte es ordenable al bien del todo. Según esto, el bien de cada virtud, ya ordene al hombre a sí mismo, ya lo ordene a otras personas singulares, es referible al bien común, al que ordena la justicia. Y así los actos de todas las virtudes pueden pertenecer a la justicia, en cuanto ésta ordena al hombre al bien común. En este sentido es llamada la justicia "virtud general". Y, puesto que a la ley pertenece ordenar al bien común, según lo expuesto, se sigue que tal justicia, denominada "general" en el sentido expresado, es llamada "justicia legal", esto es, por la que el hombre concuerda con la ley que ordena los actos de todas las virtudes al bien común.¹⁹

Además, es una relación proporcional la que entabla la justicia legal o general. En efecto, si hemos dicho que el bien común no es unívoco a todas las personas de la sociedad, es evidente que es proporcional.

Todo lo anterior nos aporta, creo yo, una discusión del bien común y de la justicia como sujetos a la proporcionalidad, que resulta de interés hoy en día, que tanto se busca la "igualdad". Es más difícil mantener el equilibrio y la proporción que la mera univocidad. Inclusive, en el fondo, Tomás sugiere que la proporción (*proportio, proportionalitas*) es el término medio que constituye la virtud misma en su esencia. La prudencia se hace presente en la justicia porque hay una prudencia del gobernante y una prudencia del gobernado que se deben conjuntar para lograr el justo equilibrio. La templanza se hace presente porque el control de la ambición por el poder es otro elemento indispensable para la equidad. Y la fortaleza se hace presente porque ella es necesaria para que haya constancia en esa voluntad de equidad proporcional, *i. e.* de dar a cada quien lo que le corresponde. Pues bien, como la virtud de la justicia, en su modalidad de justicia general o legal, es la que orienta todos los

¹⁸ *Ibid.*, q. 61, a. 1, c.

¹⁹ *Ibid.*, q. 58, a. 5, c.

actos humanos hacia el bien común con una equidad proporcional, se sigue que todas las virtudes morales en cierta manera convergen y se unen en la justicia general o legal. Tomás lo dice bellamente:

Puede, no obstante, llamarse justicia legal a cualquier virtud, en cuanto que es ordenada al bien común por la virtud de que hemos tratado, que es especial en su esencia, pero general por su potencialidad; y en este sentido la justicia legal es en su esencia idéntica a toda otra virtud, aunque difiere de ella según la razón [o según el pensamiento].²⁰

JUAN REBOLLO GOUT,
"Notas sobre la concepción moral
de Kant"

NOTAS SOBRE LA CONCEPCIÓN MORAL DE KANT

JUAN REBOLLEDO GOUT

Un objetivo fundamental de Kant, explícitamente expresado en los *Fundamentos de la metafísica de las costumbres*, es formular y establecer el principio supremo de la moralidad, y hacerlo de una manera apropiada para la metafísica de la moral. Esto significa que la investigación debe ser llevada a cabo de una manera distintiva y diferente de otros tipos de investigación. En particular, no incluye referencias especiales a elementos de la psicología humana o aplicaciones de los primeros principios de la moral a la vida cotidiana de los seres humanos.

Kant nos dice que los *Fundamentos* es una introducción a la metafísica de la moral que publicó una década después. No se trata de una introducción a la segunda *Crítica*, aunque sus objetivos sean semejantes a los de ese libro. El objetivo de la segunda *Crítica* es mostrar la unidad de la razón práctica con la razón teórica en un principio común; Kant piensa que sólo puede existir una y la misma razón, que se expresa a través de principios diferentes y especializados de acuerdo con su aplicación (ya sea al conocimiento de los objetos o aplicado a la producción de objetos de acuerdo con una concepción formulada *a priori* de éstos). Llevar a cabo dicho objetivo habría obligado a Kant a tratar asuntos que quería evitar en una introducción, razón por la que llamó a su libro *Fundamentos*, en lugar de *Crítica de la razón práctica pura*, texto que nunca escribió.

En estas notas quisiera comentar varias ideas relevantes para

entender la concepción moral de Kant. Entre ellas, fundamentalmente, la idea de la unidad de la razón; la del papel de la razón práctica; la de la estructura de los motivos y los deseos y, sobre todo, la del procedimiento del imperativo categórico. No pretendo, por razones obvias, hacer un recuento completo, o siquiera profundo, de ninguno de estos importantes temas. El objetivo es otro: hacer comprensible, a partir de ciertas ideas fundamentales, la lectura de las varias obras en donde Kant expresa su teoría moral.

1. *La unidad de la razón*

Ésta es sin duda una de las nociones más importantes en la filosofía crítica de Kant. Bertrand Russell¹ distingue entre dos tipos de motivos que hacen que nos planteemos preguntas filosóficas: aquellos que derivan de la religión y la ética, y aquellos que derivan de las matemáticas y la ciencia. Russell incluye a Aristóteles y a Kant entre quienes fueron poderosamente influidos por ambos motivos. Creo que estaba en lo correcto. Sin embargo, Kant hubiera rechazado la convicción de Russell de que los motivos éticos y religiosos deben dejarse de lado cuando se quiere descubrir la verdad filosófica y también rechazaría que la filosofía se inspira principalmente en la ciencia.

Para Russell, la doctrina de Kant sobre la fe razonable era un intento enmascarado de legislar para todo el universo sobre la base de nuestros deseos presentes.² Frente a objeciones como éstas, Kant diría que nuestros juicios morales pueden ser genuinos trabajos de la razón y que no deben tomarse como expresiones sofisticadas de nuestros deseos naturales, ni como instrumentos para lograr fines en la competencia con los demás hombres. Así, para Kant existen *dos* formas de razonamiento, y es un requisito de la razón misma que estén unificadas en un esquema coherente. Para que esto sea posible, la razón práctica pura, que tiene primacía bajo ciertas condiciones especiales,

debe respetar los intereses legítimos de la razón teórica (especulativa). Por otro lado, para Kant parece no ser importante responder a la pregunta de por qué debe uno ser moral. Kant parte del hecho de que hemos llegado al momento en que somos conscientes de estar influidos por consideraciones morales cuya naturaleza especial reconocemos intuitivamente, y busca, entre otras cosas, dejar claramente asentado el supremo principio de la moralidad, que considera se encuentra implícito en nuestro pensamiento moral cotidiano.

Kant piensa que una vez que veamos con toda lucidez y claridad lo que es este principio y cómo se conecta con la unidad de la razón, adquirirá poder y estabilidad suficientes para influir sobre toda nuestra vida, en virtud del fuerte interés práctico que tenemos en dicho principio como seres racionales y razonables. La filosofía moral kantiana es un intento por establecer estas convicciones de una manera contundente y clara y, de este modo, afianzar nuestra alianza con la ley moral.

Kant define la voluntad de la siguiente manera:

Toda la naturaleza trabaja de acuerdo con leyes. Sólo un ser razonable tiene el poder de actuar de acuerdo con su concepción de ley (esto es, de acuerdo con principios); y por tanto sólo [seres razonables] tienen voluntad. Siendo que la razón es necesaria para poder derivar acciones de los principios, la voluntad no es más que razón práctica.³

De este modo, la voluntad no es más que el poder de actuar de acuerdo con los principios de la razón práctica. Bajo este supuesto, resulta pertinente distinguir entre: a) la voluntad como un poder de escoger (el poder de actuar — o no actuar — a partir del principio de la razón práctica), y b) la razón y los principios de la razón, donde de nuevo distinguimos entre la capacidad de razonar (como facultad del razonamiento) y los principios de la razón (como ley moral). Con estas distinciones en mente podemos entonces separar la voluntad como poder de escoger, y la razón como facultad y como principios.

Ahora bien, Kant no hace esas distinciones; de hecho, frecuentemente parece que ve el poder de escoger, la capacidad de razonar e incluso los principios de la razón, como si fuesen

¹ Véase *El método científico en la filosofía*, 1914.

² Véase *Misticismo y lógica*, 1917.

³ *Fundamentos*, capítulo segundo, párrafo 12.

la misma cosa; como si la razón fuese una especie de motor de principios que actúa en nuestro pensamiento, y que al despertar sentimientos morales, adquiere expresión en nuestras acciones. Si es así, resulta que la psicología moral de los *Fundamentos* es inadecuada para las intenciones de Kant. No sería sino hasta *Religión bajo los límites de la razón* y, más adelante, hasta la *Introducción a la metafísica de las costumbres*, cuando Kant formularía expresamente una psicología más adecuada a su concepción entendida en su totalidad. Lo que hay que subrayar es que para Kant tener razón quiere decir tener los poderes que nos permiten introducir unidad sistemática tanto en los sujetos de conocimiento como en la persecución de todos los fines posibles de carácter individual.

Podríamos hacer otra distinción entre lo razonable y lo racional, que resultará de gran importancia para comprender el proceso del imperativo categórico. Ser razonable indica el interés práctico que tenemos en la ley moral, por ejemplo. Ser racional indica el interés práctico que tenemos en seguir los principios de la razón práctica empírica representada por el imperativo hipotético.

Es bien conocida la frase con que abre el primer capítulo de los *Fundamentos*: habla del valor de la buena voluntad. Aunque Kant no define el término "buena voluntad" podemos comprenderlo examinando los primeros párrafos de este texto, en los que se distingue entre: a) bienes que lo son con reservas (y que incluso pueden disminuir el valor de las personas que los poseen cuando no son regulados por una buena voluntad), y b) bienes deseados para satisfacer las inclinaciones.

Una persona sin buena voluntad hace de (a) algo malo. Se trata de bienes que son valiosos sólo bajo la condición de que la voluntad que los usa lo haga de manera correcta y ajustada a los fines universales. De igual manera, la buena voluntad debe corregir el uso de las ventajas fortuitas para llegar a los fines universales. Sólo así podemos calificar a (b) como buenos; aun la felicidad no es buena incondicionalmente. Para Kant, la prosperidad y la felicidad de un ser sin buena voluntad no pueden dar placer o satisfacción a un espectador imparcial. Pero:

La buena voluntad parece constituir [es] la condición indispensable de nuestro merecimiento de ser felices.⁴

Así, la buena voluntad (o un buen carácter seguro) es siempre buena en sí misma y por ello bajo todas las condiciones, mientras que todo lo demás puede tener valor como bien en sí mismo o como medio a un bien o a lo que sea, sólo bajo ciertas condiciones restrictivas.

Aproximando una definición: la buena voluntad es el carácter estable y seguro de una persona como ser racional y razonable exhibido en el poder de actuar, de acuerdo con las circunstancias, a partir de los principios de la razón práctica (pura), de modo que corrijan y ajusten el uso de los talentos naturales y de la fortuna a los fines universales.

De aquí debemos recordar que la buena voluntad no es un bien porque logre o se acople a algún fin dado de antemano y especificado independientemente, y que aun si la persona con buena voluntad no realiza sus intenciones, "brilla como una joya, con pleno valor por sí misma".⁵

Kant quiere decir que es el carácter y la actividad de las personas, cuando actúan a partir de y por la ley moral, lo que es exclusivamente bueno sin calificación. Otras cosas pueden ser fines en sí mismas (la felicidad, por ejemplo), pero sólo la buena voluntad es incomparablemente superior a toda otra forma de valor intrínseco. Tan incomparable, que no se puede equiparar con ellos.

Así, la buena voluntad es lo único que siempre es bueno sin calificación o condición y su valor es incomparable, supremo a

⁴ *Fundamentos*, capítulo primero, párrafo 1. Recordemos que en la primera *Crítica* (B-894) Kant distingue entre la ley práctica derivada del motivo de la felicidad y la ley práctica derivada del motivo de hacerse a uno mismo merecedor de la felicidad (ley pragmática o regla de prudencia y ley moral).

⁵ *Fundamentos*, capítulo primero, párrafo 3. Nótese la diferencia con Hume, quien sostiene que "Virtue in rags is still virtue" (*Treatise*, 584 s.) basado en la asociación que se forma entre virtud y consecuencias placenteras; esta asociación place al espectador juicioso; el mecanismo de asociación fundamenta sus juicios. Para Kant este es inaceptable; considera una consecuencia de la unidad de la razón que los juicios morales no puedan ser explicados por leyes psicológicas de asociación; tampoco la aplicación de las categorías (que hace posible experimentar un mundo público de objetos causalmente relacionados en el tiempo y el espacio) puede ser explicada por leyes psicológicas de asociación (o de cualquier otro tipo).

todo otro valor (sobrepasa todo valor sin importar contenido léxico).

La buena voluntad depende, como ya es obvio, del actuar de acuerdo con los principios de lo correcto. Sin saber cuáles son estos principios no tenemos manera de representar el significado o papel de la buena voluntad. Esos principios han de especificarse independientemente de la buena voluntad para ser útiles o juzgar su papel.

2. El papel de la razón práctica

El siguiente argumento nos ayudará a entender el papel de la razón práctica en la doctrina de Kant.⁶

1. Asumiendo que la naturaleza opera inteligentemente de acuerdo con el principio que asigna a las cosas vivientes aquellas capacidades mejor adaptadas al logro de sus fines, el propósito de la naturaleza de darnos razón no puede ser suministrar meramente satisfacción a nuestras necesidades e inclinaciones (ni aun la ordenada satisfacción de todas nuestras inclinaciones o felicidad).

2. De hecho existe otro mecanismo —el instinto— que puede hacer esto mucho más eficientemente.

3. La razón práctica debe tener entonces otro propósito, y dado que esta razón es un poder práctico y tiene influencia en nuestra voluntad (como poder de escoger), el propósito de la razón debe ser producir una voluntad que sea buena: voluntad que es actuar desde los principios de la razón, y es dirigir el uso de atributos naturales y fortuna al servicio de fines universales (no para lograr algo diferente e independiente, sino en forma suprema e incondicional de valor intrínseco).

3. La estructura del deseo y de los motivos

Para Kant, la estructura del deseo se refiere a la manera en la que los deseos de las personas se ordenan jerárquicamente se-

gún su superioridad o su subordinación. De este modo las personas no sólo tendrían intereses de alto orden sino que éstos pueden ser considerados regulativos de todo otro deseo.

La idea de estructurar los deseos contrasta inmediatamente con las tesis asociadas con Hume —y que Kant atribuye a Leibniz y a Wolff— del balance de deseos. Según éstas, los deseos se distinguen sólo por intensidad y duración; por tanto, en lo que se refiere a la decisión y a la acción moral, se trata de un balance entre ambos criterios.

El interés de Kant es mostrar que existe, por el contrario, un tipo de voluntad especial —la *voluntad pura*— que puede ser determinada por principios de la razón práctica pura independientemente de todo motivo empírico (deseos naturales, inclinaciones propias de las explicaciones causales peculiares de la naturaleza humana). Kant cree que para Wolff o Hume, actuar racionalmente consiste en intentar realizar aquella acción que mejor responda a todos los deseos presentes en la persona en ese momento. Al identificar tal acción, el ser racional ve sus deseos como si éstos fueran homogéneos. En otras palabras, no considera que el lugar de origen (la persona), ni las características específicas de objetivos u objetos, sean capaces de proveer razones independientes en el actuar. Al contrario, al deliberar atribuye a cada deseo un peso de acuerdo con su fuerza relativa *vis à vis* otros deseos. El origen, el objeto y los fines importan sólo indirectamente, en la medida en que afectan la fuerza del deseo.⁷

Nótese que la cuestión es que los sentimientos morales son tratados a la par que otros deseos. Contará poco que los primeros sean vacilantes o débiles: no sería racional dar un peso mayor a estos deseos morales que el garantizado por su fuerza.

En suma, Kant ataca la concepción según la cual la persona se identifica con su capacidad y deseo de actuar de acuerdo con el proceso racional de deliberación. Todo otro deseo se

⁷ Podemos interpretar la fuerza o el poder de un deseo como el grado relativo de aversión o atracción que el agente deliberante experimenta cuando, con el uso pleno y perfecto de los poderes de su razón, alcanza una comprensión completamente lúcida de todos sus deseos existentes, junto con una visión precisa y perspicaz de las consecuencias de sus satisfacciones. Estamos frente a alguna forma de hedonismo cuando la atracción o la aversión es proporcional al placer o a la satisfacción.

⁶ Véase *Fundamentos*, capítulo primero, párrafos 5, 6 y 7.

evalúa de acuerdo con el "balance de razones", y la persona se traiciona o falla únicamente cuando equivoca este principio.

La lógica formal trata toda proposición de manera similar, ignorando la naturaleza de sus objetos, y una persona que razona falla sólo al no suscribir los principios completamente generales del pensamiento abstracto. Esta lógica tiene un uso en la acción práctica: en el balance de deseos. La cuestión importante para Kant es lo que este tipo de razonamiento no puede lograr ni en la lógica ni en la decisión: la voluntad pura, como la lógica trascendental, supone que no podemos dar cuenta de nuestras concepciones morales —del gobierno correcto y justo, de la constitución pública de un orden social, de la conducta— más de lo que la lógica formal puede dar cuenta de los principios por medio de los cuales introducimos un orden común y público de nuestra experiencia de los objetos causalmente relacionados entre sí en el espacio y el tiempo. Las doctrinas de Hume y Wolff son demasiado débiles, abstractas e inadecuadas para poder aplicarse a los fundamentos de la moral.

Veamos esto más de cerca: en la primera *Crítica*, Kant afirma que la manera en la cual llegamos a compartir la experiencia de un mundo público de objetos causalmente conectados entre sí en el espacio y en el tiempo, no puede ser explicada — como Hume pensó — por la operación de las leyes psicológicas de asociación, ya que dichas leyes, siendo causales, presuponen cierto contexto espacio-temporal y la capacidad mental de aplicar activamente ciertos principios de la razón (las categorías) con que la mente ya viene equipada cuando enfrenta la experiencia; y entre estos principios está el principio de causalidad.

Para Kant, los principios de la voluntad pura son los de la razón práctica pura. Estos principios se representan en forma apropiada, para su aplicación a la vida humana, mediante el procedimiento del imperativo categórico.

Así, al comparar los principios de la voluntad pura con la lógica trascendental, Kant debió pensar que éstos construyen las bases de un orden compartido de conductas, de la misma o parecida manera como las categorías construyen un orden público de eventos objetivos.

En el primer caso, la razón pura constituye un marco compartido de preceptos para la consecución compartida de fines

individuales y sociales; en el segundo, la razón construye un marco público para adquirir el conocimiento de objetos. El papel de la razón es construir el contexto esencial.

Kant sugiere que así como la operación psicológica de las leyes de asociación no puede construir el marco para el conocimiento de los objetos, así el principio del balance de razones aplicado por muchas personas separadas, no puede jamás construir un orden apropiado de conducta. Puesto que su aplicación siempre está guiada por las intensidades relativas de varios deseos actuales, cualesquiera preceptos que pudiesen resultar de las numerosas decisiones de muchos individuos parecen, en principio, frágiles y dependientes para su estabilidad de un afortunado balance de fuerzas sociales y de circunstancias históricas.

Se desprende de lo dicho que Kant no necesita argumentar que la voluntad pura no requiere deseo alguno para actuar; más bien, su tesis es que una voluntad pura no procede considerando toda propensión en la persona como si fuera homogénea o como si proveyera razones únicamente de acuerdo con su fuerza. Kant no niega la tesis aristotélica de que toda acción es "movida" por algún deseo. La idea es que los deseos de tal voluntad son caracterizados como intereses que un ser racional y razonable toma en su acción (por sí misma), en virtud de que satisfacen ciertos principios de la razón práctica. La estructura de estos principios define la estructura de los deseos dependientes de tales principios. Así, independientemente de su fuerza *de facto*, los principios de la razón práctica acreditan deseos como absolutamente prioritarios sobre otros.

El interés práctico: natural y puro

Kant afirma⁸ que la voluntad, o el poder de escoger, depende de las sensaciones (*Empfindung*), y que las sensaciones como causas estimulantes dan lugar a las inclinaciones: las inclinaciones indican necesidades. Los hombres son criaturas finitas

⁸ Véase *Fundamentos*, capítulo primero, párrafo 16, nota, y capítulo segundo, párrafo 14, nota.

que generan necesidades por causas naturales y estas necesidades se reflejan en sus inclinaciones. Lo característico de una inclinación es ser causada por elementos externos al sujeto de acuerdo con leyes naturales.

En segundo término, nuestra voluntad se ve afectada también por la razón, cuando reconocemos los principios de la razón práctica. Tener intereses, en lugar de inclinaciones, supone una autodeterminación de la voluntad a actuar con base en la razón (en los principios de la razón). Ni los dioses ni los animales tienen intereses; los primeros siempre actúan conforme a la razón y los segundos carecen de la capacidad de actuar según ésta.

Kant menciona dos clases de intereses. Por un lado, los *intereses prácticos* que tenemos en una acción por sí misma en virtud de que buscamos satisfacer los principios de la razón práctica pura, o como ya conviene llamarlos, los principios que definen el *imperativo categórico*. Por otro lado, los *intereses patológicos*, relacionados con el estado de cosas que genera o causa una acción racional; se trata de intereses que satisfacen los principios de la elección racional y que caen bajo el *imperativo hipotético*.

Por claridad convengamos en llamar *interés práctico empírico* al interés en una acción por virtud de su racionalidad, e *inclinación natural* al deseo de realizar el estado de cosas mismo. Así, *interés* se reserva para deseos superiores prácticos —puros o empíricos— de llevar a cabo acciones por sí mismas en virtud de que responde a los requerimientos de la razón práctica ya sea pura o empírica.

En síntesis, la clasificación de motivos que Kant distingue es la siguiente:

Intereses prácticos: satisfacen los principios de la razón práctica.

1. Principios de la razón práctica pura (definen el imperativo categórico).
2. Principios de la razón práctica empírica (definen el imperativo hipotético).

Inclinaciones naturales: nos mueven a lograr el estado de cosas que causa una acción, proporcionándonos objetos que necesitamos y actividades que nos son placenteras, agradables, etc. (Kant afirma en *Religión bajo los límites de la razón*, que estas inclinaciones pueden ser predisposiciones a la nacionalidad y predisposiciones a la humanidad.)

Para Kant existe una subordinación absoluta del uso de la razón práctica empírica al uso de la razón práctica pura. Para él, las acciones racionales y moralmente correctas deben ser controladas y reguladas por intereses prácticos. Las acciones racionales son reguladas por el principio del imperativo hipotético, que puede formularse como:

Actúa de acuerdo con la máxima que llena los requisitos de los principios del escoger racional; por ejemplo: toma los medios más eficaces para obtener tus fines; o bien: escoge la alternativa que produzca el resultado deseado con mayor probabilidad; o bien: ordena tus actividades y ajusta tus fines de modo tal que la mayor parte de ellos sean satisfechos, etcétera.

Las acciones moralmente correctas se regulan por el imperativo categórico, que Kant define en los *Fundamentos*⁹ como:

Nunca actuar excepto de tal manera que nosotros también queramos que nuestra máxima fuese una ley universal.

Todos estos motivos y su lugar propio en la persona de buena voluntad, tienen así una ordenación en la manera en que intervienen en el proceso de deliberación y en la determinación del resultado de sus acciones.

El ser racional y razonable regula y condiciona absolutamente la persecución de los fines de las inclinaciones naturales por sus intereses prácticos del siguiente modo: actúa sólo de acuerdo con las máximas racionalmente ajustadas (del imperativo hipotético) para satisfacer sus inclinaciones y necesidades. Pero, sobre todo, siendo que tiene un interés práctico regulativo en la ley moral, actúa de acuerdo con la máxima racional *sólo* cuando responde a los requisitos del imperativo categórico.

⁹ *Fundamentos*, capítulo primero, párrafo 17.

Sobre el respeto a la ley moral

Actuar por respeto a la ley moral es actuar por un interés práctico puro; esto es, por un principio de la razón práctica pura. Este motivo, a diferencia de las inclinaciones causadas externamente, es causado en la persona por su razón misma; por tanto, está relacionado íntimamente con nuestra naturaleza de hombres racionales y razonables. La manera en que esto ocurre es menos clara. Aparentemente, el respeto es causado por el reconocimiento de que un principio es una ley para nosotros directamente. Esto es, nuestra subordinación al principio no está mediada por influencias externas vía los sentidos.

Para clarificar consideremos lo siguiente: el derecho público impone sanciones que se nos imponen indirectamente a) obligar nuestra obediencia por medio de la aplicación de la fuerza, si fuese necesario, sobre nuestras inclinaciones naturales y afectaciones. En contraste, la ley moral puede ser cumplida por el reconocimiento de que satisface los principios de la razón práctica.

Además, el respeto es una determinación directa de nuestra voluntad por el reconocimiento de que la ley moral es un principio válido y correcto de regular nuestra conducta. Ese respeto parece incorporar un sentimiento, pero Kant piensa que es causado por el reconocimiento de la autoridad de la ley moral, y siendo esta última un concepto de la razón, no es, por tanto, un objeto natural. Así la "causa" es especial: la comprensión de un concepto (o los principios que la caracterizan). Nótese que el reconocimiento de la validez suprema y regulativa de la ley moral es previa a la causación del sentimiento moral. Contra Hutcheson y otros moralistas ingleses, Kant cree que el criterio de la ley moral no puede ser un *sentido moral*.

4. *El procedimiento del imperativo categórico*

Para entender la ética kantiana es indispensable recordar la preocupación por ofrecer una explicación de cómo una persona ideal —racional y razonable— delibera o determina su voluntad.

Un esquema de lo que implica el procedimiento del imperativo categórico (la determinación de la ley moral o los principios de la razón práctica pura) requiere incorporar lo dicho en páginas anteriores: el fin de la buena voluntad; el uso de la razón práctica (y la unidad de la razón) y la estructura de los motivos y deseos.

En síntesis, podemos entender el procedimiento de la siguiente manera:

Comenzamos por un agente moral en alguna situación familiar de la vida diaria. El proceso de deliberación principia cuando ciertas inclinaciones y necesidades naturales inducen al agente a formular una máxima para su acción, de la siguiente forma:

Debo hacer X (acción) en las circunstancias C para alcanzar Y (algún estado de cosas), a menos que las condiciones Z se realicen.

La máxima se formula en primera persona del singular y como un principio de acción. Encuadrada y apoyada por nuestros poderes de imaginación y conocimientos generales de cómo opera el mundo ahora, la máxima es *probada* por el imperativo hipotético, esto es, por los principios del escoger racional que éste incorpora. Lo que se prueba aquí es una máxima que aspira a ser un imperativo hipotético particular y específico para las circunstancias del agente, si satisface los principios del imperativo hipotético general. Esta máxima, que Kant define como principio subjetivo, puede fallar la prueba de la racionalidad (no ser efectiva para lograr las metas de las inclinaciones o necesidades naturales, por ejemplo), y el agente estará entonces en condiciones de modificarla. Pero suponiendo que la elija con éxito, el agente cuenta con una *máxima racional*.

El siguiente paso —que debe realizarse so pena de no actuar razonablemente— es probar esta máxima racional con el procedimiento del imperativo categórico. Este procedimiento opera sólo sobre máximas

- (1) formuladas en primera persona;
- (2) que se den en condiciones familiares de la vida diaria;

- (3) alcanzadas, típicamente, por un agente sincero y concienzudo, y
- (4) que sean racionales (de acuerdo a los principios del escoger racional).

El procedimiento del imperativo categórico debe entenderse como el criterio de la corrección —moralidad— de una acción, de modo que una acción es correcta si y sólo si puede llevarse a cabo como aplicación de una máxima que satisface el procedimiento.¹⁰

Esta secuencia de etapas es la manera en que Kant unifica la razón; enfoca los principios de la razón práctica pura y empírica, y hace que el interés en ellos sea prioritario sobre los generados por inclinaciones y necesidades, estableciendo con ello una estructura de la motivación. Así, describe la deliberación de una voluntad pura: la voluntad de un ser racional y razonable con una firme y segura buena voluntad. Kant cree que este ideal está implícito en nuestra conciencia moral, como se muestra en nuestros juicios.

Las tres etapas (formulación, prueba frente al imperativo hipotético y prueba frente al procedimiento del imperativo categórico) ilustran la idea básica de Kant: que la estructura de los motivos refleja la estructura de la deliberación (o, en otras palabras, que ésta se proyecta en la primera). Esto sucede porque el interés práctico de más alto orden que tenemos como seres racionales y razonables está en los principios de la razón práctica. Éste es, como Kant lo llama, un *hecho de la razón*.

La forma en que Kant presenta el procedimiento del imperativo categórico es poco feliz. Sin embargo, podemos preservar la idea de fondo, que constituye la auténtica contribución kantiana a la filosofía moral, y realizar algunas modificaciones pertinentes a los tres conjuntos de fórmulas. Las distinciones, diferencias y problemas que generan éstas son temas a considerar en una investigación más escrupulosa; para los propósitos

¹⁰ Toda doctrina moral es falible si se elaboran contra-ejemplos y casos artificiales diseñados para comprometerla. Es difícil creer que existan principios que puedan resolver todo caso posible de comportamiento moral; algunas cuestiones morales son irresolubles. Generalmente una doctrina moral se establece para responder cuestiones fundamentales sobre las cuales pueda alcanzarse un buen acuerdo.

de este escrito basta con lo siguiente (sólo analizaré una de las fórmulas).

Pasos del procedimiento del imperativo categórico

(1) Máxima racional y sincera desde el punto de vista de las inclinaciones y deseos naturales, y de los principios del escoger racional.

“Debe hacer X en circunstancias C para lograr Y.”

(2) Esta máxima se generaliza para obtener:
“Todos deben hacer X en circunstancias C para lograr Y.”

(3) Se transforma el precepto general (2) en una ley de la naturaleza, para obtener:
“Todos siempre hacen X en circunstancias C para obtener Y.”

(4) Salvo algunas complicaciones, que aquí no es lugar de examinar, el cuarto paso consiste en:

a) unir la ley de la naturaleza de (3) al conjunto realmente existente de leyes naturales;

b) calcular de la mejor manera que podamos, qué orden de la naturaleza resultaría una vez que la nueva ley hubiera tenido efectos sobre los demás seres y el mundo;

c) asumir que el orden natural resultante, al agregar la ley de (3) tiene un punto de equilibrio apropiado;

d) intentar realizar la máxima en ese mundo social *modificado*, y

e) ver si podemos consentir o aceptar ese mundo social.

Si no podemos aceptar ese mundo, o si no podemos realizar la acción en él, no podemos actuar de acuerdo con nuestra máxima, aunque ésta sea racional y sincera en nuestras circunstancias presentes.

Pero ¿cómo aplicar este procedimiento? Si lo seguimos como un proceso de reflexión, encontramos que es imposible intentar actuar de acuerdo con la máxima en ese mundo modificado. Kant asume aquí que deben tenerse bases razonables para creer que el acto puede realizarse. Así, en un ejemplo que Kant pone en los *Fundamentos* (prometer engañosamente),¹¹ supone que en el mundo alterado por la universalización de la máxima que resulta de considerarla una ley natural, sería inmediatamente claro y reconocible el instinto de engañar a través de promesas (puesto que sería ley), y por tanto nunca se engañaría, frustrándose el propósito de la promesa. Así el intento de engañar nunca tendría éxito y por ello el agente racional, en dicho mundo, nunca podría intentar actuar de acuerdo con esa máxima.

Nótese que Kant supone que en el mundo modificado todos conocen las leyes de la conducta humana que surgen de la generalización. La operación del paso (3) convierte los preceptos generales del paso (2) en hechos generales conocidos públicamente. Así, la prueba que Kant llama *contradicción en la concepción* requiere que el intento de actuar de acuerdo con la máxima del paso (1) sea una intención que un agente racional pueda tener y ejecutar en el mundo social del paso (4).

En otros casos una máxima puede ser rechazada aun cuando el agente racional sí pueda intentar actuar en el mundo social modificado, ahora porque no pasa la prueba que Kant llama *contradicción de la voluntad*. La idea parece ser que los agentes deberían ser no sólo capaces, como seres racionales, de tener y ejecutar su intención al nivel del paso (4), sino también, *al mismo tiempo*, de querer ese mundo y afirmar que el querer de ese mundo debe existir.

Otro ejemplo de los *Fundamentos*¹² describe la máxima propuesta en el paso (1) como:

Debo ser indiferente respecto del bienestar de otros que necesitan ayuda y asistencia.

No debo hacer nada para ayudar a otros a menos que mi propio interés así lo requiera.

¹¹ Véase *Fundamentos*, capítulo segundo, párrafo 36.

¹² Véase *Fundamentos*, capítulo segundo, párrafo 58.

El mundo modificado asociado con esta máxima es aquel donde nadie ha hecho o hará nada para ayudar a otros. Kant afirma, sin embargo que no podemos querer ese mundo porque —por su misma estructura— es posible que existan en él muchas situaciones en las que necesitemos del amor y la simpatía de los otros, y esto significa que por una ley originada de nuestra propia voluntad, nos privaríamos de lo que necesitamos y deseamos urgentemente. Dado que algunas veces necesitamos amor y simpatía no podemos querer tal mundo social.¹³

La máxima "ayuda siempre al necesitado" se enfrenta al mismo problema que resultaba del ejemplo relativo a nunca prestar ayuda. Tampoco podemos querer ese mundo social porque se darían en él ciertas situaciones en las que nos devastaría la exigencia de un altruismo total.

Aparentemente se requiere de un precepto que en ocasiones se oponga a nuestras inclinaciones morales, pero no siempre y radicalmente. Kant necesita aquí de una concepción apropiada de las *verdaderas necesidades humanas*. De completarse esta concepción, el imperativo categórico podría ser orientado a probar las máximas de la acción; así, la prueba de contradicción en el querer diría algo como: ¿puedo querer un mundo social al que agregue la máxima de la indiferencia (o la de ayuda total) frente a la necesidad de los otros, cuando tomo en cuenta sólo mis verdaderas necesidades (que son las mismas para todos por definición)?

Toda aplicación del procedimiento restringe desde luego nuestras inclinaciones naturales en algunas acciones. Lo que sería relevante es si las consecuencias de seguir la máxima afectan seriamente las necesidades humanas. Aunque Kant tiene una concepción de las necesidades humanas, se halla dispersa en sus escritos y, ciertamente, no se encuentra articulada como tal. Éste no es el lugar para intentar su desarrollo, pero debe quedar claro que en el paso (4) del procedimiento del imperativo categórico las necesidades humanas se consideran como dadas y son utilizadas para la evolución de las máximas.

Al parecer Kant presume también ciertas limitaciones en la unificación posible para efectuar el paso (4). Se trata de limita-

¹³ Kant no aclara cómo opera en este ejemplo la idea de una voluntad racional. Además, la prueba que aplica a la máxima de la *indiferencia* parece demasiado fuerte, al prohibir toda forma del precepto de ayuda a los otros.

ciones relativas a diferencias concretas y personales. Esto es desarrollado en la concepción de Kant del "reino de los fines", donde una totalidad de seres, considerados como *finés en sí mismos* y abstraídos de sus diferencias personales o del contenido de sus fines privados, forman una unión de seres razonables a través de leyes comunes.

Además, cuando Kant formula en la segunda *Crítica* el imperativo categórico, insiste en preguntarse si la acción considerada puede suceder como ley del sistema natural del que uno es parte, y si es posible quererla. Así, dice:

Si perteneciéramos a un orden de cosas en el cual. . . cada uno no mirara con tal indiferencia las necesidades de los demás, daríamos libremente nuestro consentimiento a ser miembros de dicho orden.

Es difícil leer este pasaje sin pensar que Kant presume que al hacer la pregunta carecemos de información acerca de cuál sería nuestro lugar en ese mundo (si seríamos, por ejemplo, de los necesitados permanentemente por razones de clase o pobreza). Así, parece requerirse un punto de vista general apropiado que no tienda a prejuzgar las respuestas en función de la información específica y las inclinaciones naturales.

Es notorio que Kant da por descontado que en el proceso de razonamiento hacemos uso de conocimientos generales sobre la naturaleza y las capacidades humanas (en el paso 2), y ya he mencionado que también usamos la información sobre las verdaderas necesidades humanas (en el paso 4), que asegura la unanimidad en el razonamiento. Los deseos y las motivaciones particulares o las diferencias específicas de conocimiento no afectan al razonamiento. Estas últimas pueden intervenir en la formulación de máximas en el paso (1), aunque Kant supone también que esto no lleva a diferentes evaluaciones del mundo moral modificado del paso (4).

Kant piensa el procedimiento del imperativo categórico como un proceso que cualquiera puede utilizar para construir la *ley moral*. Sin algo como una concepción de las verdaderas necesidades humanas (algo parecido a una concepción de naturaleza humana o personal) y sin poner ciertos límites a la in-

formación, es difícil imaginar cómo el procedimiento puede servir a ese propósito.

Finalmente, quisiera detenerme en algunos puntos del procedimiento del imperativo categórico. La racionalidad prudencial; o sea, la racionalidad desde el punto de vista de las inclinaciones naturales (la razón práctica empírica), aparece en dos momentos. En primer lugar, en las deliberaciones del agente, que lo llevan a formular la máxima en el paso (1); esta máxima es un imperativo hipotético particular afirmado correctamente bajo la luz de los principios del escoger racional (utilizar los medios más eficientes para obtener el fin, por ejemplo). El conjunto de estos principios define al imperativo hipotético (general).

La racionalidad instrumental o prudencial aparece en un segundo momento en el paso (4), cuando examinamos la prueba de la contradicción en el querer. Ahora ese razonamiento instrumental debe ser guiado por la concepción de verdaderos intereses humanos y restricciones de información, que aquí se muestran como fines últimos en una forma especial de razonamiento prudencial. El mundo social no se juzga en (4) a partir de las inclinaciones naturales que dieron lugar al paso (1), sino a partir de esas necesidades profundas desde una perspectiva apropiadamente general.

Por otra parte, un elemento estructural del procedimiento es la manera en que se relacionan la razón práctica pura y la empírica. La primera restringe y subordina absolutamente a la segunda. El procedimiento enmarca las deliberaciones del agente; sus requisitos y resultados son guiados por él y su conclusión es una conclusión de la razón práctica, sin tribunal de apelación alguno. Así, el procedimiento distingue dos formas de razonamiento práctico y las une en un solo esquema, gobernado por una ordenación del uso de ambas.

El esquema, por tanto, no sólo subordina las inclinaciones y el razonamiento que parte de ellas al procedimiento del razonamiento puro, sino que además restringe nuestra búsqueda de fines propios o de felicidad a sólo aquello que pasa la prueba del procedimiento. Nuestros fines y nuestra concepción particular del bien serán así readecuados y revisados de acuerdo con la *ley moral*, producto de la aplicación acuciosa del procedimiento del imperativo categórico. El "reino de los

fines" es el conjunto de todas las máximas que aprueban el procedimiento respecto al mundo social; donde todos siguen la ley moral como una ley natural.

Antes de terminar, quisiera referirme a la descripción del imperativo categórico como un juicio sintético *a priori*. Kant afirma en la segunda *Crítica* que en nuestras reflexiones morales comunes, la ley moral se fuerza sobre nosotros como una proposición práctica, sintética *a priori*. El procedimiento del imperativo categórico es una formulación de cómo la razón práctica pura opera en la experiencia moral humana. Dado que el ejercicio de este procedimiento no nos conduce ni a contradicciones ni a antinomias (prácticas), una crítica de la razón práctica pura parecería ser innecesaria. Todo lo contrario: Kant afirma —en la introducción a la segunda *Crítica*— que la razón práctica empírica excede su propia esfera de acción y presume falsamente poder ser el basamento para determinar la voluntad. Al actuar así, la razón práctica empírica transgrede sus propias fronteras de la misma manera que la razón teórica excede sus fronteras al pretender conocer la naturaleza de las cosas en sí mismas y no contentarse con su papel exclusivamente regulativo en la adquisición del conocimiento. De este modo, el objetivo de la segunda *Crítica* es establecer los límites de la razón práctica empírica y definir su lugar dentro de una estructura unificada de la razón práctica como un todo. El resultado de esta investigación es la doctrina del imperativo categórico, que distingue dos formas de razón práctica; la pura y la empírica, subordinando absolutamente la última a la primera.

Kant llama *a priori* al imperativo categórico porque es el producto del trabajo de la razón pura en la esfera práctica. Kant piensa esto no por entender el *a priori* como un tipo de producto tal que en su derivación no existen justificaciones empíricas. Como hemos visto, el procedimiento del imperativo categórico admite en dos diferentes momentos la intervención del razonamiento que echa mano de las inclinaciones naturales o bien de la concepción de los verdaderos intereses humanos, propios de la razón práctica empírica. Por tanto, en un primer sentido las proposiciones del imperativo categórico son *a priori* respecto a la razón práctica empírica. Esto es, aquí la prueba del procedimiento del imperativo categórico tiene autoridad fi-

nal determinando cuáles inclinaciones tienen y cuáles no tienen valor, y esta decisión no depende de la intensidad o fuerza de las inclinaciones. Por otra parte, el procedimiento también trabaja de tal modo que requiere que se dé sin distinción de inclinaciones particulares, algún peso a aquellos fines que Kant llama obligatorios. Brevemente dicho, se trata de fines que todos podemos desear y querer que tengan cierto peso vistos a la luz de las verdaderas necesidades humanas; en otras palabras, preferimos un mundo donde existan esos fines antes que sus opuestos (Kant incorpora dentro de los fines obligatorios los de nuestra propia perfección moral y natural, y la felicidad de los demás, desde luego hechos conscientes con la ley moral).

El punto esencial es que el procedimiento del imperativo categórico es una proposición práctica *a priori* en el sentido de que especifica un esquema unificado del razonamiento práctico que tiene absoluta prioridad y autoridad moral final sobre el razonamiento práctico empírico. Esta prioridad funciona, por una parte, rechazando algunos de los fines que proponen las inclinaciones naturales como sin valor, y funciona, por otra parte, imponiendo ciertos fines como obligatorios y superiores, cualquiera que sea la configuración de nuestros deseos naturales. Como puede notarse, en esta explicación no se requiere apelar al idealismo trascendental de Kant.

Un segundo punto para entender el carácter *a priori* del imperativo categórico tiene que ver con la comparación entre el procedimiento y la forma en que la razón opera a través de las categorías del entendimiento y las ideas regulativas que hacen posible la experiencia unificada y pública de un orden causal objetivo y compartido por una pluralidad de personas. El papel de las categorías es permitirnos conocer objetos dados a través de la sensibilidad y organizar nuestros conocimientos de ellos en un sistema unificado y coherente. En contraste, el razonamiento práctico se refiere a la producción de objetos de acuerdo con una concepción de estos objetos. La razón práctica pura, trabajando a través del procedimiento, logra construir un orden unificado social y público de la conducta para una pluralidad de individuos, cada uno de los cuales tiene diferentes inclinaciones que surgen de diferentes causas naturales. Así, los trabajos de la razón práctica y de la razón teórica son

en cierto sentido similares: ambos elaboran un orden público común para que sea compartido por muchas personas, que de otro modo quedarían arrinconadas a vivir un mundo de sensibilidad subjetiva y deseos opuestos.

Es claro que para Kant existe en ambos casos una sola manera de estructurar ese orden público común característico de la razón humana. En la primera *Crítica* intenta establecer esto para la razón teórica a través de la deducción trascendental, porque probar la validez objetiva de las categorías es probar que no existe un objeto de la experiencia sensible que además no satisfaga las condiciones del entendimiento. Y aunque Kant intentó mucho tiempo hacer una deducción análoga del imperativo categórico, en la segunda *Crítica* ya había abandonado esta idea. Para Kant es claro que no existe otro método para construir el orden social de cooperación que el procedimiento del imperativo categórico. No puede existir una deducción de la ley moral puesto que esto implica una intuición directa de nuestra libertad, misma que es imposible por la teoría kantiana de la cosa en sí.

De esta forma el imperativo categórico es representado por el procedimiento como *a priori* en tanto constituye la única manera, para nosotros, de construir un orden compartido de cooperación social; por tanto, realiza el trabajo característico de la razón en la esfera práctica. Ni las inclinaciones naturales, ni los principios de la razón práctica empírica pueden proporcionarnos lo indispensable para dicha construcción.

Describir detalladamente estos aspectos requiere una disertación más profunda y extensa. También se advertirá que en este trabajo hemos dejado de lado una serie de temas propios de la ética kantiana (como los deberes de la justicia, los deberes de la virtud, el problema de la supererogación, lo correcto y lo bueno, la idea de la obligación y el valor moral, las diferentes concepciones de lo bueno) y asimismo los grandes debates de la meta-ética. Sin embargo, el trabajo de la razón en la esfera práctica es el concepto que determina el carácter y la personalidad de la ética kantiana, y por eso preferí dedicar lo principal de este trabajo a elucidar sus líneas más singulares. Creo que sobre estas bases pueden enfocarse con mayor claridad los otros problemas mencionados.

La crisis en la ciencia y la ciencia en la crisis

Concepción Caro García*

¿Si yo no soy para mi mismo, quien será para mí?
¿Si yo soy para mi solamente, quién soy yo?
¿Y si no ahora, cuando?

—Refranes del Talmud—
Mishnah Abot

Preámbulo

“La crisis en la ciencia, y la ciencia en la crisis”, no es un juego de palabras, como tampoco, el caprichoso deseo por complicar la temática de la obsolescencia de la teoría respecto de la realidad. Temática que suele vertirse recurrentemente toda vez que —históricamente—, la dinámica social precipita los cambios, a la vez que ésta es alterada por los mismos.

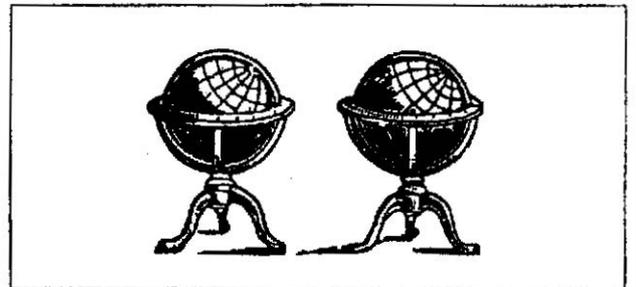
Pero la contradicción entre lo obsoleto y lo progresivo —y su relativa limitación—, si bien, es punto de obligada referencia, no es sin embargo el núcleo de nuestra reflexión. Lo nuestro va más allá de este común denominador para encarar la idea intitulada, bajo otro significado, mismo que se abordará con el desglose de cada uno de los dos puntos implícitos en el enunciado: 1) la crisis en la ciencia, 2) la ciencia en la crisis.

* Profesora de la Universidad Nacional Autónoma de México. Adscrita a la Academia de Historia de la Facultad de Economía y al Departamento de Humanidades de la Facultad de Ingeniería, respectivamente. Maestra en Sociología, en Ciencias de la Comunicación y doctora en Estudios Latinoamericanos.

Cabe agregar que, el significado en cuestión tiene que ver con la constante búsqueda de respuestas a las múltiples interrogantes planteadas por la “transición” en la que nos hallamos protagónicamente inmersos. Y cuyos cambios han alcanzado vertiginosidad tal, que no sólo dificulta asir tan mutante realidad, conceptualizarla, asimilarla e interiorizarla sin dejar de ser nosotros mismos, sino que además obstaculiza nuestra visión del futuro.

En consecuencia, la construcción del devenir (llegar a ser), que es tarea de este sinuoso, pero a la vez enriquecedor presente —enraizado en su propio proceso histórico—, es algo que no podemos eludir quienes, en lo particular, estamos comprometidos con la juventud en el objeto de una proyección social auténticamente humana.

En ese feliz logro está la realización de cada uno, y con cada uno, está la realización de todos en un ya que no admite posposición de tareas, que es lo que de alguna manera reza el Talmud.



Crisis en la ciencia

"Todo aumento en la capacidad de producir se ha visto acompañado, desde hace algunos siglos, por un incremento en la capacidad de destruir".

Raymond Aron

"La maquinización de alguien ajeno a sí mismo, experto en apretar botones y mover palancas" (ha invertido los términos): "máquinas que piensan como hombres y hombres que piensan como máquinas".

Fromm (cita de Aramoni)

La ciencia, entendida como explicación objetiva y racional del universo, y del hombre como parte esencial del cosmos, entra en crisis toda vez que el proceso de conocimiento —conductor por antonomasia de ese proceso— pierde su objetivo, que no es otro distinto al del mismo hombre en la búsqueda de su bidimensionalidad. Esto es, de su visión de la vida y de su formación respecto de ella (Ferriz) que le permita realizarse en los planos material y espiritual que son los soportes de toda cultura humana.¹



El proceso cognoscitivo, que se efectúa por la interacción del hombre con el Universo y del mismo individuo con sus semejantes mediante un proceso de intergénesis,² hace crisis cuando no coinciden la teoría con la realidad, pero sobre todo, cuando hay una desvinculación de la realidad cósmica con lo social. La crisis se manifestará entonces, como una interrupción perturbadora y traumática que

afecta las dimensionalidades hombre-cosmos; hombre-hombre; materia-espíritu. Esto se comprende mejor, si se toma en cuenta que la ciencia no es ella por sí misma, sino que lo es en razón de la capacidad creadora del ser humano que la estatuye como tal para beneficiarse de ella. Por eso, al desviar su rumbo, al perder su centro gravitacional —el hombre y su bidimensionalidad—, la ciencia se desobjetiva (pierde su razón de ser) cayendo en el vacío de la destrucción o en la abrupta inversión de los términos, tal como se puede leer en Aron y Fromm. En otras palabras, esto quiere decir que, la creatividad humana, rebasada por un desequilibrio en el progreso, ha llegado a un grado tal, que el hombre, de creador y centro se ha estado convirtiendo en "servidor y lacayo" de fuerzas extrañas que, ocultas tras su propio producto, lo aprisionan a pesar de él mismo.

En efecto, a través de la historia hemos podido constatar el continuo avance de la ciencia y consecuentemente el innegable progreso de la humanidad en todo sentido. Pero a la vez se han venido manifestando paradójicamente los contrastes negativos de éste.

Asimismo, los diferentes estadios de la cultura —del salvajismo a la "civilización"— no se han detenido. Su aceleración de vértigo ha impedido en el sujeto la metabolización total de cada cambio afectando su psicología individual y social. Lo nuevo es desplazado cada día por algo más novedoso sin que antes se haya asimilado lo anterior.

Desde el descubrimiento científico del efecto térmico, dice el cientista francés Pierre Chanoit, a la venta comercial de la primera lámpara o bombilla, transcurrieron 35 años; del descubrimiento del neutrón a la construcción de la primera pila atómica, mediaron 10 años; del descubrimiento del átomo a la fabricación de la primera bomba atómica, 5 años; del descubrimiento de los semiconductores a la venta del primer transistor, 3 años. Y de ahí para acá, sin duda alguna, hay otras asombrosas reducciones temporales y espaciales.

La satelización de la comunicación, entre otros ejemplos, "milagrosamente" ha comprimido la inmensidad de la tierra dejando reducido al globo en la aldea simbólica de McLuhan. Sin embargo, el hombre se siente cada vez más solo en el "laberinto de su vida interior".

Asimismo, los adelantos de la física han llevado al hombre a la maravillosa conquista del espacio exterior, pero al interior del planeta el hombre no ha conseguido conquistarse a sí mismo.

La tecnología y en sí la ciencia, desde las dos primeras revoluciones industriales a la actualidad, ha incrementado asombrosamente la potencialidad productiva, y el nuevo mundo del 2001 se está perfilando con la revolución tecnológica de la economía "informacional" o sociedades de in-

formación postindustrial de orden planetario y global (Burgueño).

...Sin embargo, la civilización industrial que ha traído consigo la producción en masa abarata los costos, no sólo ha desplazado mano de obra del proceso productivo, sino que además ha contaminado hasta el exceso el medio en que vivimos. Los hombres del siglo XIX que agilizaron los hilos del progreso, "pensaron en términos de relaciones sociales de producción, pero no pensaron en la interrelación del hombre con la naturaleza". En su desvinculación con ella, no sólo han conseguido "hacer desaparecer la vida, sino que además han transformado en tóxicos un gran número de medios de vida (el agua, el aire, las plantas)".

En aras de la comercialización se ha implementado la depredación originaria de los recursos naturales,³ lo cual se suma en forma importante a lo anterior.

Esta preocupación que ya ha alertado a los grandes, a los estadistas del mundo, no escapa a la gente menuda del planeta, a los niños quienes sensiblemente se han estado manifestando sobre el particular.⁴

Por otra parte, la civilización industrial ha adjetivado el consumo. Consumir, que es un acto económico indispensable para la satisfacción de las necesidades humanas, por obra del mercado se ha convertido en una categoría hiperbólica, el consumismo. O sea el desmedido consumo de productos superfluos que conduce a la irracionalidad en la satisfacción económica de la población en detrimento de lo absolutamente indispensable para la vida de vastos sectores de la colectividad.

La ciencia, en relación con hechos históricamente determinados, ha modificado y ampliado el concepto material de la riqueza, pero también se ha ampliado contrastantemente la distancia entre ricos y pobres, llámense clases, países o grupos. (Bien es cierto que la proporción de pobres en los países atrasados se redujo de un 55% en 1970 a un 44% en 1985, sin embargo, al crecer la población se elevó de 994 a 1156 millones. En América Latina, pasó en ese periodo de 130 a 204 millones (Humanidades) y hay más de 700 millones de personas sin empleo en el mundo (Burgueño)).

A los profundos avances de la química que entre otras cosas ha revolucionado la agricultura y la producción y conservación de alimentos, se oponen los millones de seres humanos que mueren de inanición o que están subalimentados.

La proporción de personas desnutridas se redujo de 27% en 1969-1971 a 11.5% en 1983-1985, pero su número total aumentó de 460 a 512 millones (Humanidades).⁵

A los adelantos de la medicina que desde el último cuarto del siglo XIX han elevado significativamente el pro-

medio de vida (Kaplan), se contraponen las guerras mundiales y regionales que no han cesado de asolar los puntos cardinales del planeta.⁶



Las instituciones que se crearon para promover la paz en el mundo no han logrado evitar las conflagraciones —Liga de Naciones, Naciones Unidas—, hipotéticamente la guerra se ha convertido en un mecanismo para la acumulación de capitales.

La igualdad y la democracia que en sus respectivos enfoques fue tema común de la Revolución Capitalista francesa y de la Revolución Socialista en Rusia, no lograron ni han logrado la superación de la polarizada desigualdad social.

A esta bosquejada lista de las contradicciones entre el progreso y la destrucción cabe agregar, finalmente, en breve descripción el panorama de los umbrales del 2001. Separado de la drogadicción que ha afectado negativamente a una proporción elevada de nuestros jóvenes en el mundo —sin contar funcionarios y personas mayores—, tenemos que admitir que, de cada 1,000 niños que nacen en países en desarrollo, sobreviven 880; un millón de niños en África están contagiados por el SIDA; han aumentado las enfermedades gastrointestinales; ha reaparecido el cólera cobrado sus víctimas en colectividades donde impera la desnutrición y la insalubridad, y el paludismo aún no se ha erradicado.

Sin representar siquiera la más mínima parte de lo que acontece en el mundo, los datos anteriores confirman con

evidencia la idea aroniana del progreso y su directa proporcionalidad con la destrucción. Es lo que también ha llevado al mismo autor a la ponderación de que "la historia es la tragedia de una humanidad que hace su historia pero no sabe la historia que hace", y en parte tiene razón.

El hombre moderno liberado de las ataduras preindustriales dio soltura a su ingenio, pero soslayó el desencadenamiento de otras fuerzas más audaces quizás, que lo han reencadenado a él mismo a la dimensión meramente material. El hombre ha creado múltiples cosas, pero éstas, tomando su lugar, lo han cosificado y "crucificado". O lo que es igual lo han convertido en instrumento destinado, como dice Fromm a servir los propósitos de aquella misma máquina forjada por sus manos.

Lo peor de todo, es que él, a pesar del inmenso sentimiento de insuficiencia e impotencia frente al producto que lo desplaza sigue teniendo la ilusión de constituir el centro del universo, y en consecuencia nada hace para reconquistar su lugar.

El hombre cosificado es unidimensional, y por lo tanto aislado, egoísta e intrascendente por su incapacidad para la intergénesis en y con el fenómeno social.

Perdió valores y ha caído con el vértigo del vacío a un abismo que la ciencia en crisis no puede llenar ni resolver porque ella misma se alejó de él.

En sí, el problema no es la pérdida de valores o las carencias, el problema son las suplencias. De hecho el progreso implica también modificaciones en los patrones de conducta, pero igual que el progreso en sí mismo, los nuevos patrones de comportamiento no pueden ser inferiores a las pautas que se han modificado, porque ello daría como resultado sociedades anómicas (Pratt), sin valores, decadentes.

La ciencia, que es producto de la acción societaria del hombre, ejerce al mismo tiempo una acción definida sobre ésta, y es en esta correlación de fuerzas e inseparable relación dialéctica como el hombre se libera de la ignorancia. Pero a pesar de ello no ha quedado resuelta la contradicción entre el avance y el retroceso, entre el progreso y la destrucción, entre la libertad y el sensato uso de la misma. Porque librarse *de* como apunta Fromm, no es idéntico a liberarse *para*. De ahí que una ciencia desobjetivizada, o lo que es igual, una ciencia que pretenda separarse de su relación dialéctica con el progenitor es una ciencia en crisis.

Entendida así, la crisis en la ciencia nos lleva a inferir, dentro de otra reflexión dialéctica, y con esto entramos en nuestro segundo punto, que, el hombre "creador por naturaleza" no puede ser inferior al fruto de su creación, por lo tanto tendrá que actuar en consecuencia. "La decisión,

como dice Germani está en sus manos; en su capacidad de comprender racionalmente y de dirigir, según sus designios los procesos sociales que se desarrollan a su alrededor".

La ciencia en la crisis

"El hombre se halla en el umbral de un mundo nuevo, un mundo lleno de infinitas e imprevisibles posibilidades; pero está también al borde de una catástrofe total.

La decisión está en sus manos; en su capacidad de comprender racionalmente y de dirigir, según sus designios los procesos sociales que se desarrollan a su alrededor".

Gino Germani

"Las utopías no son solamente las versiones ilusorias de la sociedad, sino los planteamientos de una organización más racional" (en consecuencia), "existe la necesidad de buscar y encontrar un mundo mejor por parte de los intelectuales y hombres de poder".

Careaga

El mundo siempre ha tenido crisis. Las hay de carácter económico, político, social, cultural, de asincronía —entre la teoría y la realidad— y de crecimiento, entre otras. La que hoy padecemos es global, abarca todos los aspectos, unos más agudamente que otros.

Cabe destacar que los desequilibrios provocados por las crisis, paradójicamente traen consigo retos creativos que incitan a la ciencia y en sí al científico a enriquecerse con nuevos conocimientos para poder triunfar sobre ellas. Después del triunfo vendrán otras crisis y desde luego, otros nuevos retos que amplían o acrecientan el progreso.

En este ininterrumpido juego dialéctico, y en todos y en cada uno de sus aspectos críticos, la ciencia juega, pues, un papel de primera importancia. Un papel que, desde luego, y por las limitaciones de tiempo y espacio, no abordaremos en toda su magnitud.

Por eso nos remitiremos solamente, y en forma breve, al papel de la ciencia respecto a la crisis de crecimiento. Dicha crisis, que es el resultado de la "progresiva liberación de las potencialidades materiales y psicológicas del hombre", que es en lo que hemos venido insistiendo, tiene además la particularidad de ser continente de todos los demás aspectos.

El papel que la ciencia está llamada a jugar en la crisis, esta encaminado a la reubicación del hombre en el universo; al reencuentro del hombre consigo mismo; a la supremacía de él sobre las cosas y a la sabia conjugación entre el tener y el ser.

De ello se infiere la urgente idea de una ciencia que, sin perder las características y el estatus que le son inherentes, permita al científico la comprensión de la totalidad humana, y el compromiso de la teoría con la acción social de éste.

Comprensión y compromiso, concieme y compromete por igual (valga la redundancia) a todos los científicos, sean ellos de ciencias naturales (exactas) o sociales. Simplemente porque toda ciencia, directa o indirectamente tiene un referente social. Y aunque la construcción de sus estructuras y los objetivos de las diversas ciencias sean diferentes, está de por medio el ser humano y su felicidad.

El científico de lo natural, de lo "exacto", inventa, crea, domina los elementos mediante un esforzado proceso de conocimiento y habilidad al fin del cual el producto escapa de sus manos para cosificarse muchas veces en otras no tan científicas.

Pero el problema no comienza al final del proceso. En múltiples casos éste se genera desde el inicio del conocimiento mismo, concretamente cuando se trata de las ciencias técnicas; ya que a éstas se les suele despojar de toda filosofía para que el producto sea más funcional, más comercial. En las ciencias sociales se presenta el problema de la neutralidad que veremos en su momento.

Se aprende a hacer botones y a apretarlos, a hacer palancas y a moverlas para transmitir a las mercancías el hechizo de la vida fácil, simplificada. Con la maquinización, el individuo se automatiza y a la vez robotiza a la sociedad, cuando no la destruye. Se autoenajena y enajena; gana en pericia mecánica y en sensualidad, pero aturdido y absorbido por ello, el hombre pierde la capacidad de *sindéresis* —de entendimiento, de juicio, capacidad para juzgar rectamente—. Posee el conocimiento, pero no la sabiduría para hacer uso adecuado de él, para diferenciar entre el tener y el ser, para realizar sabia conjugación entre ambas instancias.

Ante los hechos y conscientes de que el hombre no puede ser inferior al producto de su actividad, ni tampoco quedar sometido al poder de sus fuerzas ocultas, debe preguntarse en primer lugar, ¿cómo resolver esa contradicción? Es decir, ¿cómo compaginar la explicación racional y objetiva del universo con el mundo complejo de lo humano? ¿Cómo establecer el puente entre el mundo concreto de lo científico y el mundo abstracto de lo axiológico, de los valores? ¿Cómo lograr el equilibrio entre lo objetivo y lo subjetivo? ¿Cómo convalidar la bidimensionalidad de la materia con el espíritu?

La respuesta no es simple, pero tampoco es compleja si recordamos en primera instancia que el hombre se hace a sí mismo, pero con el concurso de los demás mediante un

proceso de intergénesis que es al mismo tiempo un proceso de conocimiento que lo identifica plenamente con su universo.

Es aquí donde radica la importancia de la ciencia, ya que ésta al identificar a su gestor con el todo impedirá su desnaturalización. La identidad del hombre con el cosmos resolvería felizmente la múltiple contradicción a que lo ha abocado la crisis de crecimiento. Quedaría resuelta porque con su realización, el hombre trascendería la crisis a un plano superior de conocimiento, vivencia y equilibrio.

La síntesis entre lo científico y lo axiológico fue una de las más connotadas preocupaciones de pensadores como Max Weber. En su intento por crear una ciencia social que se beneficiara de estos dos polos, marcó paulatinamente primero sus diferencias, e infirió en segundo lugar, la posibilidad de esta fusión.



Respecto de lo primero, expresó que la ciencia regida por leyes no podía confundirse con la esfera de los valores⁷ porque éstos eran materia de fe y no de conocimiento. Las ciencias sociales, dice, pueden investigar valores, pero no pueden partir de allí para proporcionar normas de obligatoriedad dirigidas a una actividad práctica; y además, porque la susceptibilidad de los valores al cambio impide la sistematización de ellos. En consecuencia, las ciencias sociales deben estar libres de valores. Apuntó además que no se puede ser al mismo tiempo hombre de acción y hombre de estudio sin faltar a la vocación de ambos.

Lo que hace Weber en este apartado es ponernos en guardia sobre la rigurosidad de lo científico, para con base en ello, encaminarnos a la comprensión y al compromiso del científico con la acción, que es la segunda parte que complementa su reflexión.

Con su razonamiento, Weber, como todos los pensadores, no deja de ser producto del medio en que les toca actuar. Por ello intenta en su momento —inicios del XX—, si no conciliar, por lo menos salvar el abismo infranqueable que se abría con la discusión entre lo material y lo espiritual, entre marxismo y kantismo. La ciencia que él propone es entonces aquella susceptible de servir al hombre de acción. Por eso, con la misma transparencia con que defiende la distinción entre ciencia y valor se referirá en la segunda instancia a la relación entre ciencia y acción. En este sentido afirma que, el científico puede “adoptar actitudes políticas” —y sociales, agregamos nosotros— fuera de la Universidad, fuera de lo académico desde donde la posesión del saber objetivo aunque no indispensable, le será ciertamente favorable para una acción responsable. Vale decir que, aunque las actitudes puedan diferir en su fin, no por ello se afecta negativamente la estructura científica del sujeto cuando asume determinadas acciones.

Es por eso mismo que Raymond Aron en sus comentarios a favor de la obra de Weber afirma que, en la sociología o en la economía política, la conciencia crítica forma parte integrante de la ciencia científica. Para nosotros, con su debida proporción, ello es aplicable a las demás ciencias.

El pensamiento de Weber y su posición intermedia



entre lo material y lo ideal, apoya en forma importante la reflexión que hemos venido sosteniendo en el transcurso de este ensayo. Ya que nos sólo plantea la diferencia entre lo objetivo y lo subjetivo, lo cual garantiza el conocimiento científico, sino que además sintetiza sendas instancias cuando procede a la articulación del conocimiento con la acción social. De ello se infiere, como lo hemos venido reiterando, que la ciencia no es ella por sí misma ni puede ser ajena a las demás actividades de la vida social.

Desde luego, que esto incita a la discusión, máxime si se toma en cuenta el tema sobre la neutralidad en las ciencias sociales que es una polémica siempre vigente. Sobre este problema que toca tangencialmente nuestra reflexión es preciso puntualizar brevemente algunas cuestiones:

Aunque mucho se insiste en la neutralidad de los juicios del investigador social, no deja de admitirse, sin embargo, su dificultad debido al doble carácter del investigador quien es al mismo tiempo autor y protagonista de los hechos sociales que investiga. Muchos autores conscientes de esta dificultad, la aceptan, pero a la vez puntualizan en la importancia de la rectitud de los juicios. Adam Schaff por ejemplo, que es uno de los autores que más ha profundizado en ello expresa que, en el proceso de conocimiento, tanto el sujeto cognoscente —investigador— como el objeto de conocimiento son afectados; pero acaba por aceptar que si bien, la neutralidad es difícil no es del todo imposible.⁶

De acuerdo con los anteriores raciocinios, conviene señalar que la mejor manera de enfrentar la dificultad entre ciencia y acción y su adecuada compaginación, es observando en la investigación: ética; honestidad; reconocimiento de nuestros equívocos; apertura a los nuevos conocimientos; aceptación de la validez de los puntos de vista de los demás; solidez en los criterios para analizar y juzgar; valor para sustentar todo aquello que se ajusta a la verdad.

En suma, lo que hemos querido puntualizar en el transcurso de este trabajo, es que, la crisis en la ciencia obedece al contrastante desequilibrio entre el progreso material y el estancamiento o retroceso de lo humano; o si se quiere de la primacía del tener sobre el ser.

La ciencia —como explicación objetiva y racional del universo y del hombre como parte esencial de ese todo— al desvincularse de su referente humano, deja al hombre a merced de las fuerzas extrañas que se ocultan tras ella.

Invertir este orden significa que el hombre mismo es quien debe resolver la crisis de crecimiento en que está inmerso, colocando la ciencia a su sabio servicio, para no continuar él al servicio de ella.

Esto que de por sí es una conclusión, para finalizar conduce —si se nos permite—, a la siguiente cita:

No te di, Adán, ni un puesto determinado ni un aspecto propio ni función alguna que te fuera peculiar, con el fin de que aquel puesto, aquel aspecto, aquella función por los que te decidieras, los obtengas y conserves según tu deseo y designio. La naturaleza limitada de los otros se halla determinada por leyes que Yo he dictado. La tuya, tu mismo la determinarás sin estar limitado por barrera ninguna, por tu propia voluntad, en cuyas manos te he confiado. Te puse en el centro del mundo con el fin de que pudieras observar desde ahí todo lo que existe en el mundo. No te hice ni celestial ni terrenal, ni mortal ni inmortal, con el fin de que —casi libre y soberano artífice de ti mismo— te plasmaras y te esculpieras en la forma que te hubieras elegido. Podrás degenerar hacia las cosas inferiores que son los brutos; podrás —de acuerdo a la decisión de tu voluntad— regenerarte hacia las cosas superiores que son divinas.

Pico Della Mirandola
Oratio de hominis dignitate

Bibliografía

- Aron, Raymond, "Introducción" a la obra *El político y el científico* de Max Weber, Alianza Editorial, 4ª edic. Madrid, 1975.
- Arredondo Benjamín, Muñoz Ledo, *Historia universal contemporánea*, editada por la UNESCO, 1ª edic., 1968.
- Aramoni, Aniceto, *Viaje al espacio interior y otros ensayos*, Edit. Offset, México, 1984.
- Bagú, Sergio, *Tiempo, realidad social y conocimiento*, Siglo XXI Editores.
- Burgueño, Fausto, "El nuevo orden en el mundo intolerable y desigual cooperación sur y el desafío para el desarrollo", Instituto de Investigaciones Económicas, Torre de Humanidades, UNAM, mayo 1992.
- Careaga, Gabriel, *Los espejismos del desarrollo, entre la utopía y el progreso*, Edic. Océano, México, 1983.
- Caro García, Concepción, "La sociología en la formación del economista", *Revista Economía Informa*, núm. 125, febrero de 1985. Facultad de Economía, UNAM.
- De Gornari, Eli, *Introducción a la lógica dialéctica*, Siglo XXI Editores.
- Enciclopedia Salvat, Edit. Barcelona, 1973.
- Feriz Olivares, David, *El retrato del Maestro Dr. Serge Raynaud de la Ferrière*, Editorial Diana, México, 1986.
- Fromm Erich, *El miedo a la libertad*, Editorial Paidós Estudio, 5ª reimpresión, México, 1984.
- Germani, Gino, "Prefacio" a la obra *El miedo a la libertad*, de Erich Fromm, *op. cit.*
- Gramsci, Antonio, *Política y sociedad*, Editorial Península, Barcelona, 1977.
- Humanidades, *Periódico*, Ciudad Universitaria, UNAM, junio 24 de 1991.
- I. Blauberg, *Diccionario de filosofía marxista*, Ediciones de Cultura Popular, 8ª reimpresión, México, agosto de 1978.
- Kaplan, Marcos, *Formación del Estado nacional en América Latina*, Amorrortu, Buenos Aires, 1978.
- Mc Namara, Robert, "Prólogo al Informe Mundial sobre el Desarrollo", *Banco Mundial*, 1978.
- Pereira, Carlos, Luis Villoro, Luis González, otros, *Historia ¿para qué?*, Siglo XXI Editores, 8ª edic., México, 1986.
- Ploman, Edward W, *Satélites y comunicación. Inicio de una nueva era*, Editorial G. Gili, México, 1985.
- Pratt, Henry et al., *Diccionario de sociología*, Fondo de Cultura Económica, 2ª edic., México, 1960.
- Romero, Héctor Manuel, *Sociopsicología del turismo*, Diamond, México, 1977.
- Schaff, Adam, *Historia y verdad*, Enlace Grijalbo, México, 1974.
- Sedano, Miguel Angel y Roberto Heeler et al., *Historia universal moderna y contemporánea*, t. I, Editora y Distribuidora Nacional de Publicaciones S. de R. L., México, 1975.
- Taborga Fernández, Alfredo, "Reflexionemos —escape ecológico—", Mimeo, Colegio Alemán, 6º año de primaria, México, 1992.
- Timasheff, Nicolás, *La teoría sociológica*, Fondo de Cultura Económica, 5ª edic., México, 1969.
- Weber, Max, *El político y el científico*, Alianza Editorial, 4ª edic., Madrid, 1975.

Notas

¹ Véase I. Blauberg.

² Interpretando a Teilhard de Chardin, Bagú sostiene que, en una magnitud mucho mayor que cualquier otro sistema de materia viva, el sistema nervioso de un ser humano necesita para su desarrollo del constante intercambio con los otros seres humanos. Intercambio que se efectúa por medio

de un orden instrumental formado por un complejo de signos convencionales y de otros órdenes instrumentales o simbólicos. De ahí, entonces, que la personalidad del ser humano sólo pueda lograrse como fenómeno social, es decir, como realidad social que es la *intergenesis* de lo humano; su condición de vida, y a la vez la materia del conocimiento de lo social. Dos polos de la



**Universidad Nacional
Autónoma de México**

**Facultad
de
Ingeniería**
