

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***

SEGUNDA REIMPRESION REVISADA Y ACTUALIZADA

LECTURAS VOLUMEN II

SELECCIONADO Y ELABORADO POR:
DRA. MARÍA CONCEPCIÓN CARO GARCÍA.
CON LOS APOYOS DE LA DIVISION DE CIENCIAS
SOCIALES Y HUMANIDADES Y EL DEPARTAMENTO DE
APOYO EDITORIAL DE LA FACULTAD DE INGENIERIA



MÉXICO, D.F. CIUDAD UNIVERSITARIA .NOVIEMBRE DEL2005



CAJA
215-A BIS
V. II

FACULTAD DE INGENIERIA UNAM.



611341

G.- 611341

Caja
215-A BIS
V. II
G- 611341



FACULTAD DE INGENIERIA UNAM.

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**.
Mtro. Jorge Islas López **abogado general**.

Facultad de Ingeniería.

M. en C. Gerardo Ferrando Bravo, **director**;
Ing. Gonzalo López de Haro, **secretario general**;
Lic. Miguel Figueroa Bustos, **secretario de servicios Académicos**;
Lic. Federico Valle Rodríguez **secretario administrativo**.

División de Ciencias Sociales y Humanidades.
M en I. Sergio Tirado Ledesma, **jefe de la división**;
Lic. Enrique Fabián Cervantes, **secretario académico**.

P R E S E N T A C I O N

Los materiales que aquí se presentan, han sido seleccionados y elaborados por la DRA. María Concepción Caro García, con los apoyos de la División de Ciencias Sociales y Humanidades y del Departamento de Apoyo Editorial de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

Las lecturas propuestas, están basadas en el Programa de la materia de TEMAS SELECTOS DE FILOSOFIA DE LA CIENCIA Y DE LA TECNOLOGIA: CIENCIA, TECNOLOGIA Y SOCIEDAD, emanado de la División (véase anexo). Pero además, en los ajustes que el proceso de enseñanza aprendizaje nos ha ido exigiendo en el transcurso de varios años. Por eso, en la presente y segunda reimpresión de estos materiales que ponemos a disposición de los alumnos se ha procedido a su revisión y actualización.

Las lecturas se han recopilado en dos volúmenes para hacer más fácil su uso por parte de los estudiantes. El primer volumen abarca un prólogo y una introducción conceptual a la materia como también la Primera y Segunda Unidades del total cuatro consideradas en el Programa. El volumen dos, contiene los materiales alusivos a la tercera y cuarta Unidades.

Conviene anotar que para los temas relacionados con las Revoluciones burguesas del siglo XVIII (Revolución industrial de Inglaterra y Revolución Francesa), no fueron incluidas lecturas específicas, porque éstas pueden ser fácilmente consultadas por los estudiantes en diversas bibliotecas.

DRA. MARIA CONCEPCION CARO GARCIA
Otoño del 2005
Facultad de Ingeniería UNAM.



INDICE DE LA TERCERA Y CUARTA UNIDADES

PAG.

PAG.

TERCERA UNIDAD:PROGRESO Y DESEQUILIBRIO
ECOLOGICO Y POBLACIONAL. 148

17 Arnold Pacey, la cultura de la especialidad, la tecnología insuficiente, cap. III..... 149 a 165

18 Jacinto Viqueira, Hacia un desarrollo sustentable, cap. 17..... 166 a 181

19 Miguel León Garza, Desequilibrio mundial de la población, Cap. 1 182 a 201

20 Arnold Pacey, Las creencias sobre el progreso..... 202 a 219

21. José Luis Talancón, Adrián Chavero, otros, Principales aportaciones de los pueblos tecnocráticos..... 220 a 228

22. Marisol Pérez Lizaur, Desarrollo tecnológico en la industria, aprendizaje y Redes Sociales..... 229 a 237

23 Miguel León Garza, Un futuro incierto ante los cambios tecnológicos, Cap. 2 228 a 260

24 Octavio Licona Segura, Un sabio mexicano del siglo XVII..... 261 a 264

CUARTA UNIDAD:TECNOLOGIA Y ETICA 265

25 Arnold Pacey, Los conflictos de valores y las instituciones, Cap. VII 266 a 278

26 Alberto Vargas, La ética de Platón 279-a 283

27 Alberto Beuchot, Etica y justicia de Tomás de Aquino..... 284 a 291

28 Paulette Dieterlen, La ética de J.S. Mill..... 292 a 301

29 Ramón Queraltó, el rostro del hombre en la sociedad tecnológica, Cap. VI 302 a 312

PROGRAMA:

UNIDADES III Y IV

III. TERCERA UNIDAD: Progreso y desequilibrio ecológico y poblacional.

3.1 OBJETIVO ESPECIFICO: Se trata de que el estudiante sepa en qué consiste el desequilibrio del mundo actual, entendido como la diferenciación, no sólo poblacional, sino también de las ventajas comparativas entre países tecnológicamente avanzados y países en desarrollo. Asimismo, de los impactos del uso de la tecnología en el medio ambiente y en los medios de comunicación y cómo estos últimos son al mismo tiempo causa y efecto de los diversos procesos que se llevan a cabo en el mundo globalizado.

3.2 CONTENIDOS TEMATICOS:

- Tecnología e investigación
- Tecnología y medio ambiente
- Desequilibrio mundial de la población
- Cómo debe ser entendido el progreso
- Ciencia y tecnología en México

3.3 BIBLIOGRAFIA:

- * Arnold Pacey, "La Cultura de la especialidad, la tecnología insuficiente", op.cit. Cap. III.
- * Jacinto Viqueira, Landa, "Hacia un desarrollo sustentable", Cap. 17, en Introducción a la Ingeniería, sociedad y Medio Ambiente, Limusa-- Noriega Editores, México 1994.
- * Miguel León Garza, "Desequilibrio mundial de la Población", Cap. 1 en, Vocación industrial en México.
- * Arnold Pacey, "Las creencias sobre el Progreso", Cap. II. OP. CIT.
- * José Luis Talancón, Adrián Chavero González-- María Luisa Rodríguez Sala, "Principales aportaciones de los pueblos teocráticos del período clásico 200(a.C.) al 900(d.de C.), en Ciencia, Tecnología y Sociedad: Antología de Estudios Interdisciplinarios.
- * Marisol Pérez Lizaur, "desarrollo tecnológico en la industria: aprendizaje y redes sociales", en el Sistema de Ciencia y Tecnología en México, Instituto de Investigaciones matemáticas aplicadas y en Sistemas, Miguel Angel Campos y Jaime Jiménez, UNAM, 1991.
- * Miguel León Garza, "Un futuro incierto entre los cambios tecnológicos", Cap. 2 en OP. Cit. (bibliografía complementaria).
- * Octavio Licona Segura, "Un sabio mexicano del siglo XVII", en Historia de la tecnología, Revista MUY Especial, publicación Edit. Televisa. (bibliografía complementaria).

IV. UNIDAD : Tecnología y Etica.

4.1 OBJETIVO ESPECIFICO: Unidad concluyente en la que es estudiante reflexionará la técnica de cara con la ética. En consecuencia el compromiso que de este binomio se desprende para consigo mismo y para con la sociedad. Para esto, aprenderá a conjugar el conocimiento y su profesionalización con los valores de la cultura y de la sociedad.

4.2 CONTENIDOS TEMATICOS:

- El profesional de la técnica de cara con la ética.
- El conflicto de valores y sus alternativas.
- Los valores a través de la historia
- La búsqueda de lo humano en la sociedad tecnológica.

4.3 BIBLIOGRAFIA:

- * Arnold Pacey "Los conflictos de valores y las instituciones", OP.CIT, Cap.VII.
- * Alberto Vargas, "La Etica de Platón", en La Etica a través de la Historia, Mark Platts (compilador). Universidad Nacional Autónoma de México, 1988, Instituto de Investigaciones filosóficas.
- * Mauricio Beuchot, "Etica y justicia de Tomás de Aquino", en, La Etica a través de su historia, IBID.
- * Paulette Dieterlen, "La Etica de J.S.Mill, en La Etica a través de la historia, IBID.
- * Ramón Queraltó, "El rostro del hombre en la sociedad tecnológica", en Etica, tecnología y valores en la sociedad global", El caballo de Troya al revés, Cap.VI. Edit.- Tecnos, Madrid, España 2003.
- * María Concepción Caro García, "La crisis en la ciencia. Y la ciencia en la crisis", en Revista Economía Informa, nro.216, F.E. UNAM, abril de 1993 (bibliografía complementaria).

TERCERA UNIDAD:

PROGRESO TECNOLOGICO, DESEQUILIBRIO ECOLOGICO
DESEQUILIBRIO POBLACIONAL.

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 acuifera, 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.

ticular 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 Feachem, 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 I). 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 previsible. 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.	
2. Desconfianza por la mala comunicación o por las experiencias del pasado.	Incrementar intercambio de información; turismo e intercambios científicos libres; medidas "que inspiren confianza", como el acuerdo de Helsinki (1975).
3. Competencia ideológica; deseo de dominio de las superpotencias.	
4. Competencia técnica.	Desviar la rivalidad de los proyectos militares a la exploración espacial, etcétera.
5. Desequilibrio de la balanza de poder como resultado de innovaciones en el armamento o la defensa.	Acordar nuevas prohibiciones de pruebas para disminuir la innovación; compartir más información técnica.
6. Proliferación de armas nucleares entre otros estados.	Consolidar y reforzar el Tratado de No Proliferación Nuclear (firmado en 1968; ratificado en 1970).

Nacionales

1. Presiones industriales (Eisenhower previno, en 1961, contra el "complejo militar-industrial").	
2. Utilización de la industria armamentista como regulador económico y estimulante del crecimiento.	Presiones de los sindicatos para la "conversión hacia la paz" de la industria.
3. Influencia de los científicos armamentistas (Eisenhower advirtió sobre la "élite científico-tecnológica").	Presiones de los científicos comprometidos y del movimiento pacifista; acordar nuevas prohibiciones para limitar la investigación.
4. "Falsa Inteligencia" (Zuckerman).	Promover la inteligencia independiente y grupos investigadores de interés público, p. ej., Instituto Internacional de Investigación para la Paz de Estocolmo.
5. Rivalidad entre servicios de inteligencia.	
6. Obsolescencia de las armas convencionales de la OTAN.	Perfeccionar la capacidad defensiva convencional, por ejemplo, las armas antitanque.

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 congestiones 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 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 alquitranadas). 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

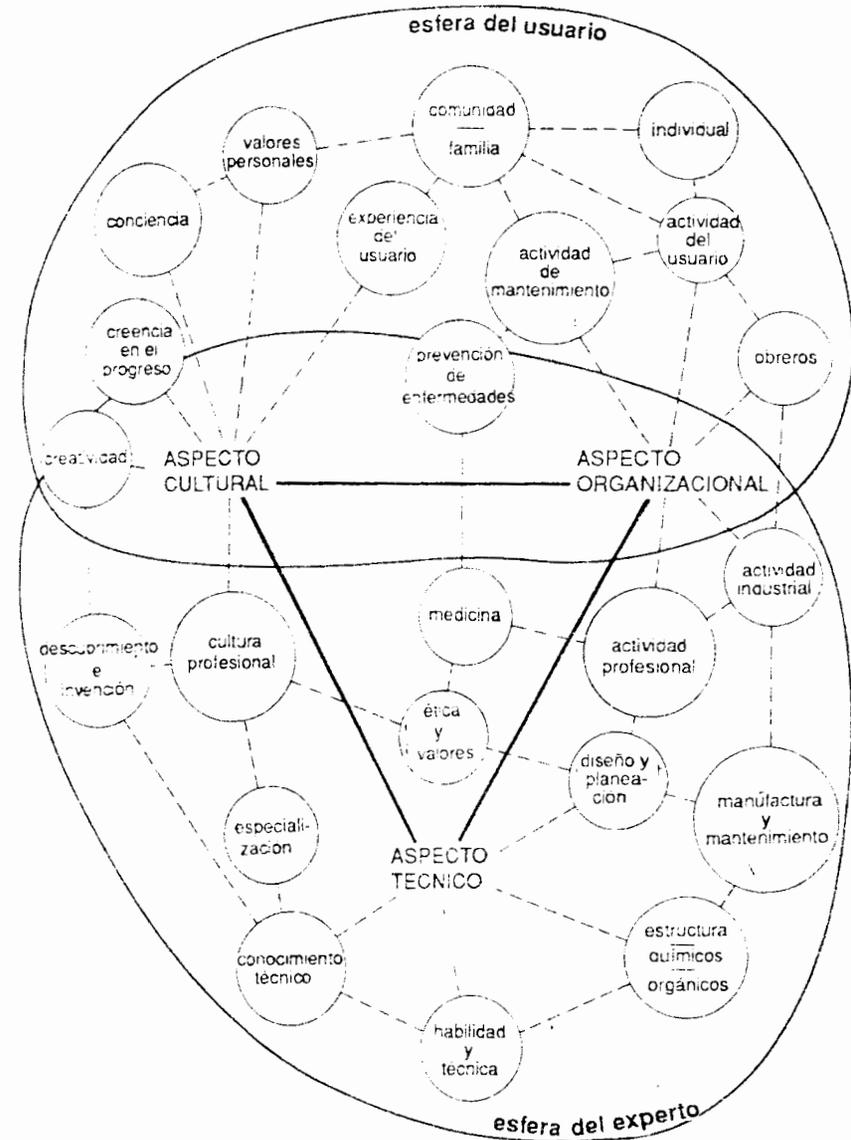
de la utilización del agua; no es sorprendente, por tanto, que los expertos médicos hayan olvidado considerar la documentación sobre los aspectos ocupacionales de una enfermedad, al preferir el estudio de los aspectos médicos más especializados.

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 1 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.

Michael 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 Carroll 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".³³ 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.

³³ John Kyle, *Changing Disciplines*, p. 114.

JACINTO 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 no renovables 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.

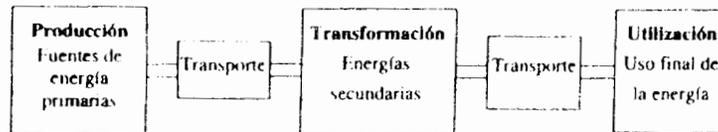
Considérese ahora el problema de la energía. Desde el punto de vista energético nuestro planeta es un sistema abierto: recibe diariamente del sol una cantidad de energía enorme. Si fuéramos capaces de utilizar económicamente una fracción de esa energía renovable, en sus diversas formas, podrían satisfacerse 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:

- a) Contaminación material del aire, el agua, o el suelo.
- b) Contaminación energética: calor de desecho, ruido.
- c) 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 aun 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 aun 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 gama, 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 gama.

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 periodo, como la producida por las bombas atómicas lanzadas sobre Hiroshima y Nagasaki, causa la muerte inmediata.

Los efectos tardíos pueden manifestarse al cabo de periodos 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 yodo, 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 nucleoelectrica 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 diversos 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 periodos 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 nucleoelectrica 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 nucleoelectrica de la Isla de las Tres Millas y la catástrofe de Chernobyl han puesto seriamente en duda la seguridad de las instalaciones nucleoelectricas 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 suceso 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	NO _x	SO _x	Partículas
	Ton/TJ	Ton/TJ	Ton/TJ	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 combustóleo 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 combustóleo 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 combustóleo 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 combustóleo, 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 nucleoelectrica; 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 enfriadas 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.



FACULTAD DE INGENIERIA

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
Thailandia	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	965	6.0
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 ²

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
Oceanía	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
Oceanía	1.9	1.3	1.5
Unión Soviética	0.9	0.9	0.9
Total 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	4 061	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.

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.

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	248.0	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	236.7	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	1976	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	15 370	17 880	0.2
Emiratos Arabes Unidos	23 770	22 870	—

(1) Tasa de incremento promedio anual real.

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

(3) 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, Africa 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	746.4	3.3	226	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
Thailandia	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	14.4	0.04	160	9 910
Polonia	11.3	0.3	123	3 900 ⁽¹⁾
Costa de Marfil	5.7	0.3	32	720
Etiopía	32.0	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).

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 habrían 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 decrecimiento 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 podrán 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 daban 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 aquellos 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
Thailandia	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 constituían 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 Africa. 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 desaffo 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 vivientes, 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 otra parte, 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
Turquia	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. 815.

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 relativamente 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)
Paises desar- rollados ⁽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)
Paises 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)
Paises 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)
Paises 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	783.0	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. 318.

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
Paises desarrollados ⁽¹⁾	6.0	5.6	5.7	5.3	5.3	5.4
Paises en vías de desarrollo ⁽²⁾	5.6	5.4	6.0	5.5	5.4	5.1
Paises de la OTAN ⁽³⁾	5.1	4.6	4.7	4.3	4.2	4.4
Paises 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.

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. Wedgwood 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 Wedgwood 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.

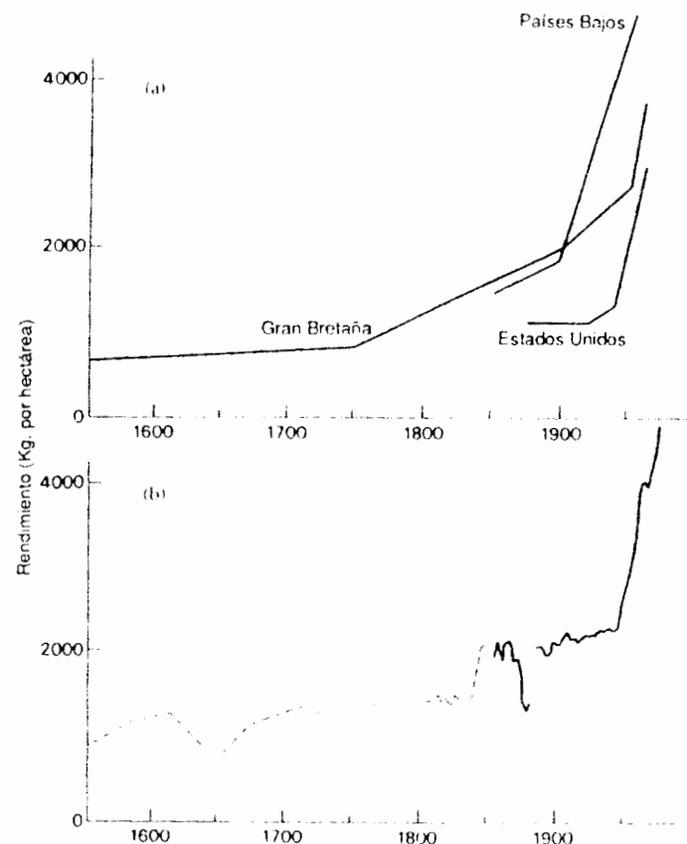
⁵ Gerald Leach, "Energy and food production", *Food Policy*, 1 (1975), en especial la p. 64.

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".⁶

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

⁶ 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 inferior

- 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. Jenstna, "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. Jensma, "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 paecer 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 apearse 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,

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

¹³ D. 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

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

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

¹⁶ D. 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.

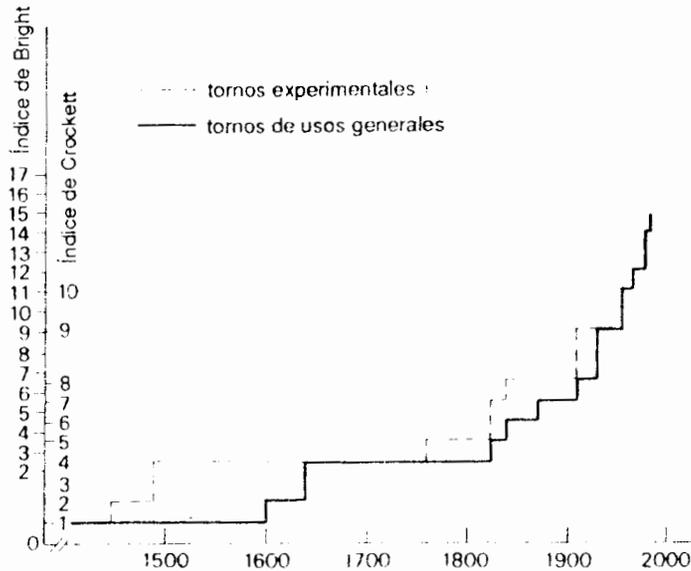
La influencia de la mecanización en la simplificación del trabajo ha sido discutida frecuentemente en relación con el desarrollo de las máquinas herramientas, de las cuales el torno es un buen ejemplo. Los primeros tornos sólo sostenían el material sobre el que se iba a trabajar, para hacerlo girar lenta 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 Cherns, "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. Éstos, 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, vidas 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.

derna, 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 atrasada".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 *microológicos* 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. Ésta 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.

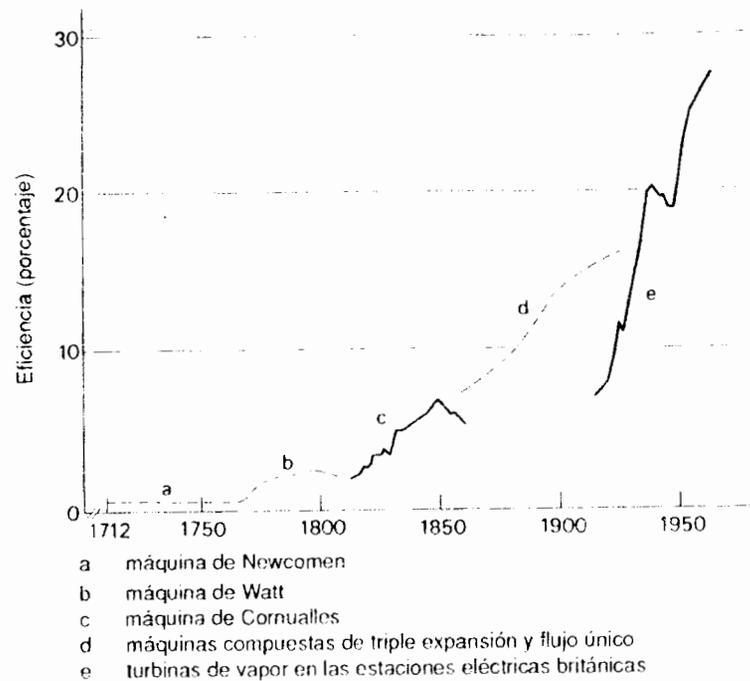
Un examen de las gráficas como las que aparecen en este capítulo, permite que algunos de estos momentos iniciales sean identificados. La gráfica v, por ejemplo, ilustra los efectos de varios movimientos innovadores en el uso del poder del vapor. Los dos pasos ascendentes en el funcionamiento asociados 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-

³⁴Leslie 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>Fechas 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

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.

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 ecologistas) 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

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.

JOSE LUIS TALANCON

ADRIAN CHAVERO GONZALEZ

MARIA LUISA RODRIGUEZ SALA

"PRINCIPALES APORTACIONES DE LOS

PUEBLOS TEOCRATICOS"

Principales aportaciones de los pueblos teocráticos del período clásico 200 (a. de C.) al 900 (d. de C.)

La astronomía

En todos los pueblos culturalmente avanzados de la región conocida como Mesoamérica fue indispensable dentro del ejercicio de la función sacerdotal el conocimiento del calendario, encontrándose que las festividades religiosas estaban bajo la advocación de algún dios gobernante en una determinada fecha, generalmente representado por algún astro. En la construcción de todo templo cuidaban de orientarlo de modo que sus ejes, sirvieran para determinar, con precisión, el cenit del sol y los solsticios y equinoccios; también clasificaban en grupos algunas estrellas, una constelación muy importante para los aztecas, fue "La Pléyade". Otro ejemplo de la importancia del calendario lo constituye la fiesta religiosa del Fuego Nuevo al final del siglo de 52 años solares, durante la cual se observaba el firmamento con todo cuidado y si el sol después de llegar al cenit, seguía su ruta esto constituía una prueba dentro de su cosmogonía de que los dioses seguirían favoreciendo a su creación.

No hay duda por los ejemplos anteriores de que los conocimientos "científicos" formaban parte de la religión de los pueblos mesoamericanos. Han quedado pruebas del interés que los pobladores de diversas regiones tuvieron hacia el estudio de la astronomía, por ejemplo, en la zona arqueológica de Monte Albán, mientras los demás edificios fueron más o menos orientados, según los puntos cardinales. El eje principal del templo denominado por los arqueólogos como "J" se desvió de su dirección norte 45 de norte a este; a este mismo edificio le hicieron una parte terminada en punta con un pasadizo desviado del norte 17 hacia el oeste. Una desviación similar se observa en "El Caracol" de Chichén Itza, por lo que posiblemente, según Alfonso Caso, este edificio haya servido como observatorio astronómico. Sin embargo, como ya es ampliamente conocido fueron los mayas quienes lograron una precisión asombrosa en sus conocimientos astronómicos, pues calcularon el año tropical en 365 2420 días mientras que los cálculos modernos le asignan una duración de 365 2422 días. O sea que tuvieron un error probable de 2 diezmilésimas por año. Emplearon además varias formas de computar el tiempo con una compleja precisión y éstas fueron:

- a) El Año Solar de 365.2420 días
- b) La duración de la revolución sinódica de Venus.
- c) Los periodos de lunación o calendario ritual de 260 días, y,
- d) La formación de tablas que permitían predecir eclipses.

"Ningún otro pueblo en la historia, ha tenido un interés tan absorbente por el tiempo como los mayas y ninguna otra cultura ha desarrollado jamás en forma semejante una filosofía para abarcar un tema tan desusado".⁵

El calendario

Se sabe de la existencia del calendario entre los pueblos Náhoas (Aztecas, Tlaxcaltecas, Huejotzingas, Chalcas, etcétera), Mayas Zapotecas, Mixtecos, Mixes, Huastecos, Otomies, Totonacas, Matlanzincas y Tarascos y todo parece indicar -según Alfonso Caso- que también los Teotihuacanos tenían conocimientos del calendario. El calendario o forma de medir el tiempo, fue utilizado simultáneamente de dos maneras: 1) El calendario ritual o "Tonalpohualli"; y 2) el calendario civil o "Xihuitl".

El calendario ritual o Tonalpohualli era un calendario lunar, compuesto de 13 meses de 20 ($13 \times 20 = 260$); o sean 9 meses lunares de 29 días, menos un día ($9 \times 29 = 261 - 1 = 260$). Cada día de los 20 que componían el mes, tenía un nombre de algún planeta, objeto, fenómeno natural o idea abstracta.

El año solar o civil era denominado Xihuitl y constaba de 18 Cempohualli (meses) con nombre propio ($18 \times 20 = 360$) más cinco días sobrantes o inútiles (denominados según la lengua de cada pueblo como: "nemantemí", "dupa", "tanyabini", "vayb", etcétera), que indefectiblemente venían después del último mes del año civil.

Cada 4 años entre algunos pueblos, se agregaba un día más al mes de 5 días, cuando se presentaba el año bisiesto. Los mayas y los zapotecas, llamaban a este periodo de tiempo mes errático o menguado. Por su parte los aztecas, la diferencia que corrige el año bisiesto del

⁵ León-Portilla, Miguel, "Tiempo y realidad en el pensamiento maya"

calendario gregoriano, la corregían agregando 10 días después de cada 42 años o 20 días después de cada 84 años.

Estos dos calendarios (el civil y el ritual) coincidían en signo de día y de mes, cada principio del siglo indígena, es decir cada 52 años.

El investigador Alfonso Caso dice que según estudios realizados por Orozco y Berra, por Ramírez, y por Lorenzo Boturini, quienes después de analizar los nombres de los meses en los calendarios Azteca, Matlanzínca y Otomí llegaron a la conclusión de que en términos generales, coincidía el significado de ellos en las tres lenguas. Por lo que Alfonso Caso concluye afirmando que un día se llamó del mismo modo (aunque en diferente lengua) en toda la zona mesoamericana, desde los límites australes de la zona maya hasta el centro del estado de Michoacán, en donde vivían los tarascos y los matlanzincas o pirindas.

La única dificultad para que hubiesen tenido una concordancia perfecta de fechas entre los calendarios de todos los pueblos mesoamericanos deriva del lugar en que ponían los días sobrantes y así tenemos que mientras el calendario azteca empezaba el día "cipactli" que correspondía al 6 de abril del calendario juliano, el año zapoteco se iniciaba el día 20 de marzo del mismo calendario juliano y así sucesivamente en otros pueblos.

Otra diferencia notable fue la forma o sistema de numerar los días, mientras los pueblos más antiguos como los mayas, zapotecas y teotihuacanos usaban el sistema de puntos y barras (barra igual a 5, punto igual a 1). Los pueblos más "modernos" como los aztecas y los mixtecos usaban el sistema de puntos (sin barras para representar el 5). Pero independientemente de las anteriores diferencias, fue común en todos los pueblos el calendario ritual de 260 días y el calendario civil de 365 días; divididos cada uno en el número de meses ya explicado con anterioridad. También fueron comunes los nombres en meses y días en todos los calendarios de los pueblos mesoamericanos.

Las matemáticas

Los mayas tomaron como punto de partida para su calendario, la fecha correspondiente al año 3 113 (a. de C.), año en el que se supone, hubo un acontecimiento extraordinario en la historia de ese pueblo.

Con las matemáticas como instrumento obvio en el cómputo del calendario les fue posible abordar cualquier fecha, por alejada que ésta estuviera, tanto en dirección al pasado como al futuro; por ejemplo en la estela "D" encontrada en la ciudad de Quiriguá quedó registrada una fecha situada 200 millones de años antes de la creación de ese monumento; en esa misma ciudad erigieron la llamada estela "F" en la que grabaron, computando hacia el pasado, 91,683,930 años.

Según el investigador Miguel León-Portilla los conocimientos más sobresalientes de los mayas en el campo de la matemática fueron:

- 1) El concepto de cero en cuanto a función de completamiento, y,
- 2) Un sistema vigesimal de numeración en el que las unidades adquieren un valor en función de su posición.

Los "congresos científicos"

Fue tan obsesivo el afán de los mayas por determinar con precisión la medida del tiempo que dejaron constancia -cuando menos en dos ocasiones- acerca de reuniones celebradas con el fin de hacer correcciones al calendario: la primera de ellas alrededor del año 700 (d. de C.) en la ciudad de Copán, en donde hubo un "Congreso de Astrónomos" para determinar con precisión, la duración del año solar en el trópico. El acontecimiento se constató en la construcción de dos estelas, las cuales se erigieron en dicha ciudad y en ellas se puede descifrar el registro de los sacerdotes que se reunieron en esa fecha.

La segunda reunión, se celebró en Xochicalco; se grabaron símbolos en el templo principal que hacen pensar en una reunión de sabios y sacerdotes para hacer una reforma al calendario, en la llamada "estela de los 4 grifos" registraron una fecha escrita en maya, zapoteco, mixteco y náhuatl, la fecha anotada corresponde cronológicamente al siglo VIII d. de C.

Este hecho confirma la interrelación entre miembros de la clase dominante de los diferentes pueblos mesoamericanos, y de paso permite ver el desarrollo del conocimiento como un proceso continuo y común a los habitantes del área, independientemente de que en algunos campos de estudios haya destacado en especial algún pueblo más que otro. Por consiguiente los avances obtenidos en astronomía y matemáticas, (más que en otras disciplinas), obedece a que la clase en el poder -la casta sacerdotal- se reforzaba como tal a medida que ampliaba sus conocimientos, los cuales se aprovechaban en la agricultura base económica sobre la que se sustentaba la sociedad indígena. Así fue cómo una sociedad agraria con una organización teocrática escasamente necesitaba, por un lado, disciplinas tales como la Historia cuyo objetivo radica principalmente en exaltar las hazañas de los guerreros, lo que sucedió en la etapa posterior al siglo décimo (d. C.) y por otra parte, tampoco necesitaba de una organización más institucionalizada que entendiera la instrucción para abarcar a capas de la población cada vez más numerosa.

Los Estados teocrático-militares

Las grandes culturas teocráticas, representada por los mayas, zapotecas, teotihuacanos, desaparecen cuando el pueblo sometido a la casta sacerdotal se rebeló contra sus opresores destruyendo los centros ceremoniales y los palacios de los sacerdotes. Evidencias de estos hechos se localizan en Teotihuacán y en algunas otras ciudades mayas del periodo clásico.⁶

Después de la caída de las sociedades teocráticas ya en el siglo X, aparecen algunos pueblos con un nuevo tipo de organización; la teocrática-militar como en el caso de los aztecas. Esta etapa política puede caracterizarse por el ascenso al poder político de una aristocracia militar que poco a poco fue relegando a un plano secundario de importancia a la casta sacerdotal. Este fenómeno puede observarse

⁶ Alejandro Lipchitz, sociólogo chileno, interpreta los murales de Bonampak en el sentido de que los mayas del periodo tardío representaron pictóricamente una de las primeras rebeliones habidas en el área maya (y en ese caso sofocada por la clase dominante) al ejecutar a los responsables a quienes representaron -los autores de las pinturas- como gente sin vestiduras ostentosas -en contraste con los vencedores, lujosamente atavados y quienes aparentemente, pertenecen a la clase sacerdotal.

claramente entre los zapotecos del Valle de Oaxaca, en donde el poder político y militar estaba en manos de un rey, (establecido en Azadilla), mientras que el supremo sacerdote (con residencia en Milla) sólo se ocupaba de la cuestión religiosa.

Otros ejemplos que pueden mencionarse con este tipo de organización fueron entre las tribus nahuatlacas, el de los tepanecas, los chalcas, los acóluas; los xochimilcas, etcétera. También parte del pueblo maya posterior al Periodo Clásico, se organizó como Estado teocrático-militar (La Liga de Mayapan).

La aristocracia militar junto con la nobleza sacerdotal, la incipiente burocracia y los comerciantes, constituyeron la clase social económicamente improductiva, que detentaban el poder político y económico apropiándose de los excedentes de la producción provenientes de los agricultores y los artesanos. En el periodo de tiempo que abarcó del siglo X (d. C.) a la conquista española de 1521; así como en los periodos anteriores desde la aparición del hombre en Mesoamérica, la ciencia y la tecnología se desarrollaron paralelamente al progreso material de la sociedad, o dicho en otros términos: debido al afianzamiento y al desenvolvimiento de la clase en el poder, reforzando su dominio sobre la clase explotada; pero nunca mejoraron en lo sustancial la vida o el nivel económico de la población en general, debido principalmente a que los conocimientos fueron guardados celosamente por los sacerdotes; sin embargo, cuando la casta sacerdotal compartió su poder con los guerreros la ciencia empezó a desenvolverse por otro cauce apareciendo nuevas disciplinas y empieza a distinguirse un poco al científico en relación con el sacerdote, por ejemplo: los aztecas distinguían a los hombres de ciencia en su conjunto (Tlamantinime), como:

Los que ven, los que se dedican a observar el curso y el proceder ordenado del cielo. Como se divide la noche. Los que están mirando (leyendo) los que cuentan (o refieren o que leen). Los que vuelven ruidosamente las hojas de los Códices. Los que tienen en su poder la tinta negra y roja (la sabiduría), lo pintado. Ellos nos llevan, nos guían, nos dicen el camino. (Son quienes ordenan cómo cae un año cómo sigue su camino la cuenta de los destinos, y los días y cada una de las Ventenas (los meses)).⁷

⁷ Op. cit

Además también tenían ideas precisas para definir individualmente al sabio (tlamantini). Al cual los informantes de Sahagún describieron así:

El sabio es como lumbré o hacha grande y espejo luciente y pulido de ambas partes, y buen dechado de los otros, entendido y leído, también es como camino y guía par los otros.

El buen sabio, como el buen médico, remedia bien las cosas y da buenos consejos y buena doctrina, con que guía y alumbrá a los demás.

Por ser él de confianza y de crédito y por ser cabal y fiel en todo; y para que se hagan bien las cosas de orden y concierto con lo cual satisface y contenta a todos, respondiendo al deseo y esperanza de los que se llegan a él; a todos favorece y ayuda con su saber.⁸

Organización social de los aztecas⁹

Los aztecas tenían una nobleza compuesta por sacerdotes y militares de altos rangos jerárquicos que constituían la clase dirigente en la ciudad-Estado de México-Tenochtitlan. También formaban parte de la población los artesanos; una casta de comerciantes (los pochtecas); el resto de la población estaba compuesta por agricultores ("macehualli") y servidores de varios tipos (tamemes). Hubo también un grupo de esclavos formado por prisioneros de guerra y por algunos aztecas que descendían a esa clase por deudas contraídas o bien por haber incurrido en algunos delitos que según su estructura jurídica, se sancionaban con la degradación social a ese nivel.

El "calpulli" era el asiento de varias personas de un mismo linaje que poseían las tierras necesarias para su subsistencia, éstos se dividían en cinco tipos; según el uso al que se dedicaba su producto:

- a) "Tlatocalli" o tierras del rey.
- b) "Pillalli" o tierras de los nobles.

⁸ Se menciona aquí en especial como un ejemplo típico de lo que fue el Estado teocrático-militar.

⁹ Para calcular el número de "calpullis" podríamos tomar como guía el dato proporcionado por el sabio Alzate, quien basándose en "Documents variés pour servir l'histoire du Mexique", Paris, 1891, t. II, pp. 318-321, menciona 19 toponímicos, que si bien no todos correspondían a barrios o calpullis, sí a muchos de ellos.

- c) "Altepletalli" o tierras del pueblo.
- d) "Calpullalli" o tierras de los barrios.
- e) "Miltchimalli" o tierras para la guerra.

Sin embargo, a pesar de que el principal renglón de la economía era la agricultura, algunos de los "calpulli" se habían especializado en ciertas labores u oficios, como la plumaria (elaboración de objetos con plumas de aves); o el barrio denominado "Pochtian" en donde habitaron predominantemente los comerciantes (pochtecas).

El funcionamiento del Estado teocrático militar implicaba una nueva forma en la organización que requería un poder centralizado más fuerte que en el Estado teocrático, en consecuencia tuvieron que reorientar la organización social en varios aspectos, por ejemplo, en el educativo se encauzó a la sociedad en una situación tal que favoreciera la expansión del Estado teocrático-militar hacia los pueblos periféricos.

Las instituciones educativas entre los aztecas y su orientación

La educación entre los aztecas como parte de la superestructura estaba orientada a perpetuar el Estado expansionista del pueblo azteca, dándose énfasis e importancia a la actividad guerrera, lo cual se reflejaba en el hecho de preservar las óptimas condiciones físicas de los pobladores, a quienes se prohibía que los ancianos de más de un siglo de edad (52 años) lo tomaran hasta embriagarse.

Consideraban como algo positivo desde el punto de vista social el hecho de alejar a los jóvenes de la vida ociosa y de los vicios entre los cuales consideraban como tales, la intriga, la pasión por los juegos de azar, la embriaguez y el robo.

El calpulli era la célula esencial de la organización azteca, y cada barrio o Calpulli tenía su templo y su "Teipochcalli" (casa de jóvenes); especie de colegios religiosos y militares".¹⁰

¹⁰ Para calcular el número de "calpullis" podríamos tomar como guía el dato proporcionado por el sabio Alzate, quien basándose en "Documents variés pour servir l'histoire du Mexique", Paris, 1891, t. II, pp. 318-321, menciona 19 toponímicos, que si bien no todos correspondían a barrios o calpullis, sí a muchos de ellos.

Independientemente del número de barrios todos los aztecas entre 6 y 7 años de edad recibían en estos establecimientos educación militar y cultural ya que aprendían a cantar y bailar, además de memorizar textos de historia y algunas artes menores como plumería, fabricación de armas etcétera. Colateral a la educación del "Telpochcalli" o como parte de ella, había drásticos castigos, para los alumnos que se excedían en las relaciones sexuales las que permitían ocasionalmente las autoridades del plantel. Esas relaciones no se permitían a los alumnos del "Calmecac", según ellos para preservar la fortaleza física de la población, lo cual permitiría la supervivencia del Estado azteca como un Estado en expansión por medio de la guerra.

Los jóvenes aztecas egresaban del colegio a los 14 años y si eran suficientemente aptos podían estudiar, previa recomendación de sus maestros, en el "calmecac", en donde se impartía educación superior. Si el joven no era apto, pero había sobresalido como guerrero, ingresaba al ejército, en donde podía seguir destacando en la carrera de las armas.

Si el joven no destacaba en los estudios entonces estaba condenado a ser "macehualli" toda su vida; o sea a labrar la tierra y servir de "tameme"; o si tenía alguna aptitud podía ser artesano desarrollando algún arte u oficio. Se sabe que también las mujeres podían ingresar a ciertos establecimientos en donde aprendían a cantar y a bailar así como a componer poemas y a recitar.

El "calmecac" era un monasterio-colegio del cual egresaba la clase sacerdotal y en donde se formaban los oficiales y jefes del ejército, a este colegio ingresaban fundamentalmente los "pilli" o hijos de dignatarios, sin embargo Sahagún afirmaba que los sacerdotes más venerados provenían de familias humildes. Por lo que puede decirse que un "Macehualli" podía, (si lo deseaba), hacerse aceptar como novicio en el "calmecac". Esto indica que existió una gran permeabilidad social, es decir las clases sociales no eran cerradas. Y como los aztecas estaban organizados en un Estado teocrático-militar, correspondía a los sacerdotes impartir la educación; tanto en el "Telpochcalli", como en el "calmecac". Este último estaba gobernado directamente por los dos supremos sacerdotes de la ciudad de México-Tenochtitlan, el sacerdote de Quetzalcóatl (dios de la sabiduría) y el de Huitzilopochtli (dios de la guerra).

Cuando se habla del "calmecac", generalmente se piensa en un solo plantel, sin embargo según el cronista Durán existían varios "cal-

mecac", todos bajo la advocación de Quetzalcóatl y vigilados por un sacerdote dedicado al culto de este dios.

Se tiene conocimiento preciso de la existencia del "calmecac" de Texcoco, pero se cree que existían algunos otros colegios de educación superior en otros pueblos de Mesoamérica dominados por los aztecas. También se sabe que como una medida para afirmar el dominio de los aztecas, la nobleza de los pueblos sometidos estaba obligada a enviar a sus hijos al "calmecac" de Tenochtitlan.

La ciencia aplicada

En el mundo azteca si es posible hablar de ciencia aplicada, principalmente si nos referimos al campo de la ingeniería pues es ampliamente conocido que los pueblos de mesoamérica usaban palancas y rampas, y transportaban bloques de piedra a grandes distancias deslizándolos sobre rodillos, conocían la polea, que utilizaban para levantar cuerpos pesado como los dinteles, tenían conocimiento de las representaciones en escala que utilizaban para maquetas y representaciones de construcción. Estos pocos ejemplos bastan para comprobar la existencia de una ciencia aplicada.

Por lo que se refiera a trabajos concretos en el campo de la ingeniería aplicada, se pueden mencionar numerosos ejemplos de su utilización antes de los aztecas, entre otros lo realizado en las ciudades de Xochicalco y Monte Albán y Teotihuacán donde en las dos primeras construyeron terrazas escalonadas para el cultivo y en la "Ciudad de los dioses" desviaron el curso del río que originalmente cruzaba la ciudad. Pero quizá lo más sobresaliente haya sido la actividad desplegada por Netzahualcóyotl (el rey poeta de Texcoco) que dirigió para los aztecas la construcción del albarradón que separaba las aguas salobres del lago de Texcoco, de las aguas dulces del lago de Xochimilco y que tenían como función principal la de librar de inundaciones a la ciudad de México-Tenochtitlan.

Dentro del campo mismo que nos ocupa, fueron notables los trabajos realizados en la construcción de fortalezas o ciudades militares como murallas y fosos defensivos; también las obras hidráulicas tales como los acueductos y las obras de irrigación. La construcción de templos y palacios debemos considerarlas ya no como un trabajo

técnico, sino como parte de las artes plásticas, en este caso de la arquitectura.

Finalmente dentro de la ciencia aplicada, podrían hablarse de la técnica para la elaboración de códices y lienzos de diversos materiales y de los conocimientos que tuvieron en metalurgia en donde desarrollaron procedimientos como el de la "cera perdida" para fundir sus obras. Todas las grandes obras se realizaban utilizando mano de obra gratuita que proporcionaban, por una parte, el "tequio": institución indígena que consistía en la realización de trabajos obligatorios durante ciertas épocas del año y que eran consideradas de servicio colectivo y por otra la obligación que los aztecas imponían a los pueblos tributarios, consistente en la realización del trabajo manual para las obras públicas de la ciudad de Tenochtitlan.

La medicina

En cuanto a la medicina, los indígenas dejaron algunas referencias de sus conocimientos en los códices *Matritense*, *Florentino*, *Ramírez* y *Mendocino*, acerca de su sistema empírico aplicado a la medicina. La medicina fue una de las disciplinas en la que poseían los más amplios conocimientos y aplicaban, en la mayoría de los casos, una terapéutica herbolaria, lo cual indica, además, un dominio incipiente de la química orgánica, pues preparaban pociones o pócimas que hacían beber o que untaban al paciente.

Sin lugar a dudas, fue en la medicina, en donde más destacó el conocimiento científico de los antiguos mexicanos. Pues se describe al médico en forma muy precisa. "El médico (solía) curar y remediar las enfermedades, el buen médico era atendido, buen conocedor de las propiedades de las yerbas, piedras, árboles y raíces. Experimentado en las curas, también (tenía) por oficio saber insertar los huesos, purgar, sangrar, sajar al enfermo, dar punto, y al fin liberar de las puertas de la muerte [...]".¹¹

En el *Códice Badiano* quedó resumida la sabiduría médica del mundo náhuatl. Este códice terminado en 1552 fue hecho por el médico náhua Martín de la Cruz, quien escribió el original en su lengua materna

¹¹ Op. cit.

pero fue otro médico náhuatl, Juan Badiano, quien hizo la traducción al latín. Los dos sabios, ahora tan conocidos gracias a la divulgación de su obra, fueron alumnos del colegio de Santa Cruz de Tlatelolco, fundado por los misioneros para indios nobles.

La historia

También debemos a los informantes de Sahagún el conocimiento de que los pueblos prehispánicos guardaban una relación de los acontecimientos más sobresalientes de su historia, la cual era conservada en pinturas, en grabados y a través de la tradición oral expresada en poemas que tenían que memorizar los alumnos en los colegios.

Pero, por lo que se refiere a la investigación histórica, quizá los más destacados sean los mixtecos, quienes en el *Códice Bodley* registraron hechos, fechas y personajes, en orden cronológico que abarcan desde el año 692 hasta la llegada de los españoles. Por otra parte en los *Códices Viena* y en el *Nutlay* se narran sucesos ocurridos desde el año 720 (d. C.) hasta el año 1350 (d. C.). Posteriormente un cronista mixteco continuó las anotaciones pictográficas hasta el año 1642; o sea que existe sobre este pueblo una información que abarca 950 años. Por lo que puede afirmarse que pocos son los pueblos antiguos que pueden presentar en documentos escritos un periodo histórico de 950 años.

La biología

La *Crónica Mexicayotl* de Tezozomoc, refiere que cuando los aztecas eran tributarios de los señores de Azcapotzalco, cierta vez, tuvieron que pagar como parte del tributo anual una "chinampa" (jardín flotante) con todas las plantas que se cultivaban en el Valle de México, y que además portan una garza y una pata empollando sus huevos los cuales debería romper el polluelo, cuando el soberano recibiera el tributo. Este hecho deja entrever conocimientos de botánica y zoología que seguramente desarrollaron con posteridad, pues Bernal Díaz del Castillo y Hernán Cortés refieren que Moctezuma tenía jardines botánicos en Chapultepec, Ixtapalapa y Oaxtepec; además del zoológico en los jardines de la ciudad de Tenochtitlan.

También se tiene conocimiento de que algunos kilómetros al sureste de Texcoco, se encontraban los jardines de Netzahualcōyotl, regados por un sistema de acueductos que surtían de agua transportada desde las faldas del Iztaccihuatl.

Un "congreso filosófico"

Hay que mencionar también, que entre los pueblos náhoas del siglo XV que vivían en el Valle de México y en el Valle de Puebla, latían la larva de un afán por explicarse el mundo fuera de las concepciones religiosas y es así que hacia el año de 1490 (d. C.) el rey de Huexotzingo, organizó en su palacio un encuentro de poetas y sabios del mundo náhuatl para tratar de esclarecer qué cosa era la flor y el canto. En esa reunión no sólo se habló de poesía, sino que los sabios asistentes empezaron a cuestionar y poner en duda la mística guerrera impuesta por el poder central de los aztecas, haciéndose preguntas de hondo sentido filosófico que el hombre de todos los tiempos y en todo el mundo se ha hecho, por ejemplo: reflexionaron sobre el concepto de la divinidad de los dioses. Y trataron de esclarecer el enigma de dios; intentando explicarse el objeto de la vida del hombre, reflexionando sobre el sentido de su existencia en el mundo, y por este camino nació en ellos el convencimiento de que la vida en la tierra es transitoria. Este empeño por descubrir problemas y tratar de resolverlos con la sola luz de la razón les hizo elaborar nuevas doctrinas o concepciones acerca del mundo, del hombre y de la divinidad; esta búsqueda de nuevas explicaciones del mundo circundante y el nacimiento de un incipiente espíritu crítico (que no logró desarrollarse, pues se vio cortado de raíz por la conquista española de 1521), permite vislumbrar la existencia en el mundo náhuatl de una forma de pensamiento filosófico equiparable, según el doctor León-Portilla, al pensamiento de los filósofos del período clásico en Grecia.

Conclusiones

- 1.- La escasez de satisfactores encontrados de una manera más o menos libre hizo que el hombre americano dedicado a la recolección y a la caza ensayara una nueva forma de actividad -la agricultura- la cual lo obligó a observar la naturaleza.
- 2.- La actividad agrícola hizo que el hombre se estableciera en aldeas y pequeños poblados que posteriormente urbanizó hasta convertirlos en grandes centros ceremoniales. Aunque el grueso de la población viviera disperso cerca de los campos de cultivo.
- 3.- Los fenómenos naturales que afectaban negativamente a la agricultura y el deseo de controlarlos hicieron que algunos hombres elaboraran una serie de ceremonias y ritos con los que esperaban propiciar la actividad agrícola. Esto trajo como una de sus consecuencias el que apareciera un grupo de magos y chamanes que posteriormente al aumentar sus conocimientos sobre los fenómenos naturales se transformara en casta sacerdotal que llegó a gobernar, formándose así, los Estados teocráticos del período clásico en Mesoamérica.
- 4.- La ciencia o el conocimiento fue avanzando entre la casta sacerdotal, porque ésta disponía de más tiempo libre que el resto de los habitantes, y se dedicó a la observación de los fenómenos naturales que afectaban a las actividades agrícolas de la mayoría de la población. Los conocimientos obtenidos por la casta sacerdotal se fueron acumulando a lo largo del tiempo y le sirvieron para reforzar su dominio sobre el resto de la población.
- 5.- El excedente logrado por la agricultura permitió que se estableciera intercambio de productos, y posteriormente al auspiciar el comercio se desarrolló un intercambio de conocimientos entre los grupos gobernantes de los pueblos mesoamericanos, con lo cual el conocimiento siguió constituyéndose en patrimonio de la clase en el poder, en este caso, la casta sacerdotal.
- 6.- En los Estados teocráticos todos los conocimientos adquiridos por la clase en el poder así como las demás manifestaciones culturales, entre las que se encontraba el arte, estuvieron subordinadas a la religión.

- 7.- Las "disciplinas científicas" o los conocimientos desarrollados en las diferentes etapas de la evolución del hombre mesoamericano estuvieron condicionados por las necesidades del momento; así la astronomía y el conocimiento del calendario fueron indispensables para el desarrollo de la agricultura.
- 8.- Hacia el año 900 (d. C.), por las rebeliones ocurridas contra la casta sacerdotal, apareció una nueva forma de organización, el Estado teocrático-militar que hizo que la actividad "científica" tuviera un reflujó, en el estudio o la observación de la naturaleza, y en el arte. Sin embargo, la nueva organización empezó a impulsar nuevas áreas del conocimiento como la botánica y la medicina.
- 9.- La adquisición de conocimientos en Mesoamérica siguió una línea ascendente debido a las relaciones que se establecieron entre los grupos dominantes de los diferentes pueblos, aunque en cada nación mesoamericana en particular se hicieron aportaciones específicas de acuerdo a sus necesidades concretas.
- 10.- El Estado teocrático militar -particularmente el Estado azteca- por su carácter expansionista, logró con su estructura educacional, que la ciencia se difundiera a capas de la población más numerosa, con lo cual se crearon las condiciones favorables para que a fines del siglo XV (d. C.) se empezaran a cuestionar las ideas prevalecientes en la sociedad azteca.

MARISOL PEREZ LIZUR,
“Desarrollo tecnológico en la industria:
aprendizaje y Redes Sociales”

DESARROLLO TECNOLÓGICO EN LA INDUSTRIA: APRENDIZAJE Y REDES SOCIALES¹

MARISOL PÉREZ LIZUR

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; Falck, 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 1969 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 azufrosos 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 realizó 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.³ 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. Montañó, 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. Reweaving 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.

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 despilfarrío 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, acen tuándose 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 1946-1978 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).

El petróleo

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, Rumanía 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).

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 veinte, la industria petrolera se ha convertido paulatinamente en una de las más grandes del mundo. El petróleo fue desplazado 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

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

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	16.6	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. 51.

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 1o. 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 superávit 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	Total OPEP	OPEP					OTROS			
			Arabia Saudita ⁽²⁾	Venezuela	EE.UU.	Reino Unido	Unión Soviética	México ⁽⁴⁾			
1973	21 209	11 315.9	53.4	2 139.2	1 228.6	3 995.3	2.8	3 140.3	164.9		
1974	21 245	11 216.1	52.8	2 197.9	1 086.4	3 818.6	3.1	3 373.7	209.9		
1975	20 162	9 923.0	49.2	1 952.8	856.4	3 652.9	11.7	3 600.0	261.9		
1976	21 851	11 252.1	51.5	2 153.1	939.7	3 563.0	91.2	3 822.2	293.1		
1977	22 607	11 413.0	50.5	2 066.9	816.8	3 600.0	286.6	4 013.1	358.1		
1978	23 134	10 879.3	47.0	1 913.2	790.4	3 750.0	404.5	4 204.2	442.6		
1979	24 011	11 289.2	42.7	1 156.3	860.1	3 699.6	583.1	4 307.1	536.9		
1980	23 059	9 838.2	42.7	3 623.0	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	3 716.1	670.2	4 476.2	844.2		
1982	20 645	6 936.7	33.6	2 366.3	872.8	691.7	773.1	4 505.6	1 003.1		
1983	20 579	6 339.7	32.3	1 824.6	891.2	657.3	860.1	4 527.6	981.2		
1984	21 106	6 345.4	30.0	1 674.9	891.2	658.5	942.2	4 505.6	1 021.2		
1985	—	5 847.6	—	1 235.9	796.9	611.3	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 unas décadas 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 permitía; 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

Dólar por barril.

* Datos para la semana que finaliza el 16 de mayo de 1986.

⁽¹⁾ Las cifras entre paréntesis después de los nombres de los países se refieren a la densidad API.

⁽²⁾ Fuente: *Alfabeto de Energía Internacional*, Vol. XII, Núm. 2, Banco de México, abril-junio, 1986.

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	133 943		

Elaboración: Estadísticas Históricas de México. Tomo I. Secretaría de Programación y Presupuesto. Los Cuadros de Estadísticas. Gaceta de Informaciones. México, 1985, p. 459.

CUADRO 24 Reservas de petróleo crudo (millones de barriles)

Arabia Saudita	166 000
Kuwait	63 900
Unión Soviética	63 000
México	57 096
Iran	51 000

fuente: Petróleo Mexicano. 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.

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 consistentemente 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 solo ionará la actual crisis de combustibles, sobre todo con miras por 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 al 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 posi-

lidades. 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 períodos 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

buena 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 de 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. La 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
Mundo	3.2	2	2	1.6	2	2
Total	2.4	100	100	1.2	100	100

Fuente: Chevron, *World Energy Outlook*, (pdf) demandas.com, 2000. *Petroleum Economics*, XI-81, pp. 405-406.

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 releer 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-

cimiento 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, ya 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 punto 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 lie-

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 cortado 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 huéspedes 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 nueva droga 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.

OCTAVIO LICONA SEGURA,
"Un sabio mexicano del siglo XVII"

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, 1981), 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



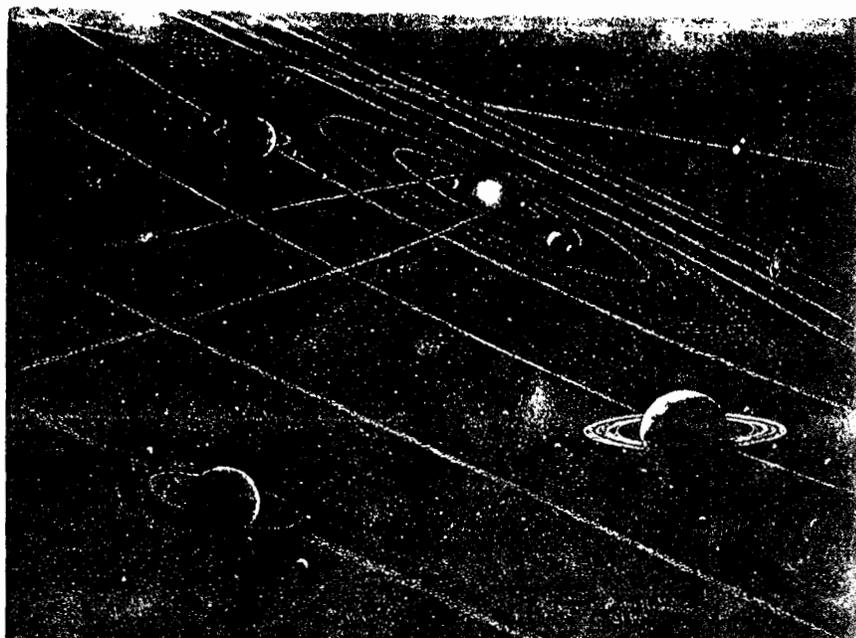
Como Descartes, descubrió los números imaginarios y los rechazó

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 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-científica 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 Trabulse.

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 Trabulse 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 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

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

CUARTA UNIDAD:
TECNOLOGIA Y ETICA

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 escuálidos 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 alentarán 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-

⁵J. 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 disipará 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: Odisseo, 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 "derribar 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-

¹³ C. 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 exacerbaban 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 conciben 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 una 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".³⁰ 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".³¹

³⁰ Alain Touraine, "Political Ecology", *New Society*, 50 (8 de noviembre de 1979), pp. 307-309.

³¹ 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 trae 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 valga 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 valía 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 (*Critón* 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 (*Critón*), 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 (*tejnai*), 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 *tejne*, 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;² 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.³ 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

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-

⁴ *Ibid.*, q. 6, a. 4, c.; q. 18, a. 6, c. y q. 19, a. 5, c.

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.*, I, q. 79, a. 13, c.

¹⁰ *Cfr. idem, Qu. disp. de veritate*, 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. única, 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 *Idem, Summa Theologiae*, I-II, q. 23, a. 1, c.; *Qu. disp. de veritate*, q. 26, a. 4, c.

¹² *Idem, Summa Theologiae*, I-II, q. 23, a. 2, c. y a. 4, c.

¹³ *Ibid.*, q. 24, a. 2, c.

¹⁴ *Ibid.*, q. 55, a. 2, c.

¹⁵ *Cfr. idem, In VI Ethicorum*, lect. 3, n. 1145.

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

LA ÉTICA DE J. S. MILL

PAULETTE DIETERLEN

Cuando comencé a elaborar este estudio, me di cuenta de que J. S. Mill es uno de los pocos casos en la historia de la filosofía, y particularmente de la ética, en que todos los acercamientos que se hacen a su obra son para mostrar los errores que hay que evitar al argumentar. Su libro el *Utilitarismo*,¹ publicado en 1863, es quizá una de las obras sobre moral más criticadas; por lo que en ocasiones se le ha llegado a considerar como un manual de falacias. Sin embargo, Mary Warnock cree que el *Utilitarismo* posee las características de una obra clásica: es breve, absorbente y ambigua.²

A pesar de todo, se sigue discutiendo y escribiendo acerca de la obra de Mill. Esto se debe a que si bien en Mill no hay consistencia teórica, sí hay, en cambio, preocupación por los problemas más relevantes de la ética y de la metaética.

En este trabajo voy a tratar solamente tres de estos problemas: los dos primeros se refieren directamente a nuestra conducta moral y el último, a nuestro discurso sobre la moral:

¹ La versión que se usó para este trabajo fue *Utilitarismo*, que apareció en la colección Biblioteca de Iniciación Filosófica, editorial Aguilar, 5a. ed., 1974. Esta versión fue comparada con el libro *Utilitarianism* editado por Mary Warnock en Fontana Library, sexta impresión, 1969.

² M. Warnock, Introducción a la edición de *Utilitarianism*, *op. cit.*, p. 21.

- (1) La posibilidad de que existan principios o reglas morales que nos permitan caracterizar una acción o un curso de acciones como correctas o buenas.
- (2) Si hay reglas morales ¿cómo se conectan con nuestras acciones?
- (3) La posibilidad de definir los términos morales o el problema de la falacia naturalista.

Un breve resumen acerca del utilitarismo y la respuesta que Mill da a estas preguntas dividirán el trabajo.

1. La doctrina utilitarista

La doctrina utilitarista fue formulada por Bentham en *La introducción a los principios de la moral y de la legislación*, libro en el que de hecho se desarrolla, de una manera muy simple, la teoría en que Hume sostiene que "la fundamentación de toda virtud radica en la utilidad".³

En el libro mencionado Bentham afirma que "La naturaleza ha colocado a la humanidad bajo el gobierno de dos dueños soberanos: el dolor y el placer. Sólo ellos pueden señalarnos aquello que debemos hacer y también nos señalan qué vamos a hacer."⁴

La ética de Bentham se basa en el "principio de utilidad" y entiende por ello el principio que prueba o desaprueba cada acción humana según la tendencia que dicha acción tenga para aumentar o disminuir la felicidad de los hombres cuyo interés está en juego. Por "utilidad" entiende la propiedad que un objeto tiene para producir un beneficio, una ventaja, un placer, un bien o la felicidad; o también la propiedad de prevenir una desgracia, un dolor, un mal o la infelicidad de los hombres cuyo interés se considera. Ahora bien, si a los hombres se les considera como comunidad, entonces se persigue la felicidad

de la comunidad; pero si se trata de un individuo, entonces se persigue la felicidad de un individuo.

Una acción se conforma de acuerdo con el principio de utilidad cuando su tendencia a producir un aumento en la felicidad de la comunidad es mayor que en otra acción, o cuando su tendencia a reducir la infelicidad es mayor que la de otra acción. Únicamente cuando palabras como correcto, bueno, deber y otras de esta clase se interpretan de acuerdo con el criterio utilitarista, tienen sentido, de otra manera no tienen ninguno.

De acuerdo con la noción benthamiana de utilitarismo, cualquier acción cuya consecuencia aumente el placer o disminuya el dolor es correcta; de ahí el famoso ejemplo del mismo Bentham que se refiere a que "si la cantidad de placer es la misma, la experiencia de jugar matatenas es tan buena como la de la poesía".⁵

Como es sabido, su padre y el propio Bentham, le inculcaron a Mill las ideas utilitaristas, las cuales en 1826 le ocasionaron una crisis nerviosa. Crisis de la que queda curado gracias a la lectura de la poesía de Wordsworth; de la que afirmó "Lo que hizo de los poemas de Wordsworth panacea para mi estado de ánimo fue que expresaban, no tan sólo la mera belleza externa, sino estados sentimentales y pensamientos coloreados por el sentimiento, bajo el estímulo de la belleza."⁶

Pero esa crisis no sólo le descubre "la belleza externa" de la naturaleza y de los sentimientos, sino que lo lleva a revisar algunas de las tesis de su padre y de Bentham y a separarse de ellos en dos puntos. Primero: según Mill, la filosofía de Bentham tiene aplicación en la moral pública pero no en la privada; es decir, sirve para resolver problemas legales prácticos, pero no nos dice nada acerca del "arte de la vida". Es importante recordar que para Mill la moralidad forma parte del "arte de la vida", arte que consiste en saber escoger ciertos fines y en saber moldear los medios para alcanzar dichos fines. El principio de utilidad no sólo sirve para saber qué hacer y qué no hacer moralmente: "la ética o la moral son, propiamente hablando, una parte del arte que corresponde a las ciencias de la naturaleza

³ Hume. *Tratado*, libro III, citado por Warnock *op. cit.*, p. 14.

⁴ J. Bentham, *A Fragment on Government y An Introduction to the Principles of Moral and Legislation*, Blackwell, Oxford, 1948, p. 125.

⁵ Citado por J.J.C. Smart, en *Utilitarianism for and against*. Smart y Williams Eds., Cambridge University Press, 1980, p. 13.

⁶ J.S. Mill, *Autobiografía*, Espasa Calpe. Buenos Aires, 1945, p. 91.

humana y de la sociedad".⁷ El arte de la vida incluye tanto a la prudencia como a la estética. Parece ser que la diferencia entre prudencia y moralidad tiene que ver con la diferencia entre acciones "meramente" individuales y acciones que afectan a otros. Este punto tiene una importancia práctica, ya que en *Sobre la libertad* Mill trata de distinguir entre una conducta prudencial y una conducta moral para argumentar que mientras en el segundo caso, cuando se viola la moralidad, se puede intervenir coercitivamente, cuando se viola la prudencia sólo se puede dar consejo y asistencia.

Y segundo: Mill no está de acuerdo con Bentham en que el placer de jugar matatenas sea igual al placer de leer poesía. Mill, por su parte, sostiene que hay distintos tipos de placeres y que no importa sólo la cantidad de placer que una acción nos proporcione sino también la calidad.

En el segundo capítulo del *Utilitarismo* Mill enfrenta la siguiente objeción: "como dicen, suponer que la vida no tiene un fin más elevado que el placer — un objeto de deseo mejor y más noble — es un egoísmo y una vileza, es una doctrina digna sólo de un cerdo. . .".⁸ A lo que Mill responde que se debe tomar en consideración la calidad. Y de su respuesta surgió su famosa frase: "es mejor ser un hombre insatisfecho que un cerdo satisfecho; es mejor ser Sócrates insatisfecho que un loco satisfecho".⁹ La razón inmediata que da Mill para aceptar esta afirmación es que el loco y el cerdo son de distinta opinión porque sólo conocen su propio lado de la cuestión.

Como de hecho nadie ha tomado en serio esta afirmación podemos tratar de encontrar tres respuestas alternativas:

1. La poesía en sí mejor que la matatena. Esta respuesta iría contra la tesis de Mill ya que para él ni las cuestiones de ética, ni las de estética, son hechos de un tipo especial que puedan ser afirmadas con proposiciones indicativas.
2. Existen facultades superiores e inferiores. Los placeres que satisfacen a las primeras tienen más valor y son más duraderos que los que satisfacen a las segundas. Mill lo

⁷ J.S. Mill, *Système de Logique*. Vol. II, Felix Alcan, París, 1904, p. 548.

⁸ J.S. Mill, *Utilitarismo*, p. 29.

⁹ *Ibid.*, p. 33.

afirma, sin embargo, no lo argumenta, y no podría hacerlo porque se trataría de un hecho que no podemos inferir lógicamente, ni nos es dado por el sentido de la percepción, ni lo podemos explicar por la aversión y el atractivo que nos proporcionan el dolor y el placer.

3. Muchas veces perseguimos valores independientes del placer, pero lo hacemos como un medio indirecto de maximizar la felicidad. Esto lo hubiera aceptado Bentham porque lo que sucede en estos casos es que renunciamos a un placer por otro mayor en cantidad.

El mejor ejemplo es el del sacrificio, del cual Mill afirma: "no hay virtud en sacrificarse por el propio sacrificio, pero la capacidad del propio sacrificio se justifica por su utilidad".¹⁰

Pensemos en Sócrates: tiene que decidir si escapa tal y como se lo proponen sus discípulos o beber la cicuta y morir. Es indiscutible que para Sócrates la primera alternativa es más placentera que la segunda. Sin embargo, si hubiera huido, su placer individual no podría compararse con el placer colectivo que nos han brindado la belleza literaria y las enseñanzas morales del *Critón*.

Muy distinto es el caso que relata Camus en *El mito de Sísifo* acerca de un escritor de quien ni su nombre recuerda; quien una vez terminado su primer libro se suicidó para que los críticos se fijaran en él. Y de hecho se fijaron en él, pero consideraron que el libro era muy malo.

A Mill le interesa demostrar que aunque a alguien, individualmente, le proporcione más placer jugar matatenas que leer poesía, a la larga una comunidad de lectores de poesía será más feliz que una comunidad de personas que se dediquen a jugar matatenas. Probablemente tenga razón aunque seguimos preguntándonos ¿por qué?

Aun cuando Mill piensa que difiere de Bentham en esos dos puntos, le parece que el utilitarismo ha sido criticado sin ser entendido y escribe el *Utilitarismo* para defenderlo y aclarar malentendidos.

Mill enfrenta el utilitarismo con dos adversarios, la ética teológica y la intuicionista. En oposición a la ética teológica le pa-

¹⁰ *Ibid.*, p. 42.

rece que los valores morales son independientes de los mandatos divinos. De hecho, si se nos preguntara acerca de las razones que tendríamos para obedecer a Dios, la respuesta sería: por gratitud, porque Él nos creó. Mill considera que los valores morales son independientes de la voluntad de Dios; de no ser así, la afirmación de que debemos obedecer a Dios por gratitud no se sostendría, ya que si la gratitud fuese una virtud en virtud de un decir divino, estaríamos obligados a obedecer a sus mandatos porque Dios ha mandado que obedezcamos sus mandatos. Llegar a esto sería aceptar una "petición de principio".¹¹

Pero quizás es más interesante la respuesta al otro adversario, al intuicionismo. El punto básico de esta doctrina reside en la afirmación de que lo correcto o incorrecto de una acción consiste en un tipo especial de propiedad no empírica percibida por una facultad especial.

Intuicionistas como Whewell y Sedwick no defendían la idea de la infalibilidad de los juicios morales, más bien sugerían que las verdades morales podían ser vistas por aquellas personas que teniendo un desarrollo moral normal, fueran capaces de mirar una situación bajo una luz moral apropiada.

El intuicionismo tiene dos tesis principales:

- (1) Una afirmación sobre la existencia de propiedades morales en el mundo.
- (2) Una afirmación de que existe un sentido moral que las detecta.¹²

Mill no acepta ninguna de las dos. La objeción básica, tanto a las facultades como a los hechos morales, descansa en un argumento tipo "la navaja de Occam"; es decir, si uno no necesita nuevas entidades para dar cuenta de los hechos, no tenemos por qué llenar el universo con ellos.

Las tesis acerca de un sentimiento moral son atacadas por él de la siguiente forma: "Para probar que nuestros juicios morales son innatos, se asume que proceden de una facultad distin-

¹¹ Cfr. Ryan Alan, *J.S. Mill*, Routledge and Kegan Paul, Londres, 1974, p. 96.

¹² Hablando en términos muy generales, ciertas posiciones éticas que afirman las dos tesis se denominan cognitivistas, posiciones que afirman la dos y rechazan la uno se denominan no cognitivistas.

ta. Pero esa tesis es negada por los que se adhieren al principio de utilidad. Estos últimos afirman que la moralidad de las acciones se percibe con las mismas facultades con las que percibimos otras cualidades de las acciones, a saber, nuestro intelecto y nuestros sentidos. El utilitarismo sostiene que la capacidad de percibir las distinciones morales no es una facultad distinta a las que necesitamos para explicar causas o para dar un discurso delante de un juez."¹³

Como veremos más tarde, Mill trata de demostrar que los sentimientos morales, al igual que otros sentimientos como la ambición, el honor y la envidia, son generados por una ley de asociación. Lo ideal es dar cuenta de cualquier tipo de hechos simplemente con el sentido de la percepción, con la habilidad para realizar implicaciones lógicas y con la aversión y el atractivo que nos proporcionan el dolor y el placer. De este modo no tenemos por qué inventar facultades especiales.

2. La conexión de las reglas morales con nuestras acciones

En el último capítulo del *Sistema de la lógica*, Mill afirma que "nuestros conocimientos morales son ciencias en la única acepción propia del término, es decir, son búsquedas acerca de la naturaleza".¹⁴

Así, bajo el término de conocimientos morales, o más bien de ciencia moral, entendemos una investigación cuyos resultados no se expresan por el modo indicativo sino por el modo imperativo o por perífrasis equivalentes.

Para Mill el modo imperativo es lo que distingue al arte de la ciencia, y para demostrarlo recurre a proposiciones como "no se debe robar", "se deben cumplir las promesas", etc. "Todo lo que se expresa por reglas, por preceptos y no por afirmaciones sobre materia de hecho, pertenece al arte."¹⁵

Veamos ahora qué es una regla o precepto moral.¹⁶ En el

¹³ Citado por Ryan, *op. cit.*, p. 100.

¹⁴ J.S. Mill, *Système de Logique*, *op. cit.*, p. 549.

¹⁵ *Ibid.*

¹⁶ Es conveniente aclarar que Mill es ambiguo en el uso de la palabra regla moral, a veces utiliza principios; a veces ley moral. Por ejemplo ver *Utilitarismo*, *op. cit.*, p. 21.

primer capítulo del *Utilitarismo* Mill afirma que las distintas escuelas éticas insisten en la necesidad de establecer leyes generales y que todas están de acuerdo en afirmar que la moralidad de una acción particular no es cuestión de percibirla directamente sino de la aplicación de la ley a un caso individual. Pero las escuelas también reconocen en gran parte las mismas reglas morales, aunque difieren en cuanto a su evidencia y a la fuente de la cual derivan su autoridad. Es necesario encontrar un principio o ley fundamental que sea, por una parte, la raíz de toda la moralidad y que, por otra, nos ayude a jerarquizar los principios secundarios de acuerdo con un orden de precedencia. Ahora bien, este principio que nos permite resolver casos de conflicto no es evidente; a Mill no le preocupa, ya que no es problema sólo de la moral, puesto que ve que "las doctrinas particulares" de una ciencia no suelen deducirse, ni dependen en cuanto a su evidencia de los que son llamados primeros principios. De no ser así, no habría ciencia más menesterosa o más insuficiente para la obtención de conclusiones que el álgebra, la cual no deriva su certeza de lo que a los estudiantes suele enseñárseles como primeros principios, puesto que éstos, según han sostenido algunos de los más eminentes maestros, "están tan llenos de ficciones como las leyes inglesas, y tan llenos de misterios como la teología".¹⁷ A pesar de que los principios de la ciencia y el arte tienen en común ser evidentes, Mill señala las diferencias que hay entre ambos. Parece que aunque la cuestión de los primeros principios en la ciencia es muy discutible y generalmente no pensamos mucho en ellos, lo importante son las leyes comunes que explican los fenómenos. En los asuntos prácticos la cuestión es distinta, el fin debe tener prioridad en nuestra investigación. Mientras no sepamos cuál es nuestro fin, no podemos tener principios secundarios según los cuales conformaremos los medios. Según Mill: "toda acción se realiza con vistas a un fin, y parece natural suponer que las reglas de una acción deban tomar todo su carácter y color del fin al cual se subordinan".¹⁸ Cuando actuamos perseguimos un propósito, y entonces, el conocimiento claro y preciso de ese propósito es lo que necesitamos para actuar. El fin último a perse-

¹⁷ Mill, *Utilitarismo*, op. cit., p. 20.

¹⁸ *Ibid.*

guir es, por lo tanto, el primer principio. Para mostrar que sí puede hablar del primer principio, dedica el primero y el cuarto capítulo del *Utilitarismo* a examinar el principio de la utilidad o el de la felicidad, y a demostrar que se puede probar.¹⁹ Es evidente, afirma, que si hablamos de reglas prácticas no podemos dar pruebas en el sentido ordinario y popular del término, ya que las cuestiones de los últimos fines no son susceptibles de prueba directa.

Aquello que se puede probar que es bueno, debe probarse que lo es demostrando que constituye un medio para alcanzar un fin cuya bondad se ha admitido sin prueba: "el arte de la medicina se prueba que es bueno porque conduce a la salud; pero ¿cómo es posible demostrar que la salud es buena?"²⁰

Sin embargo, de esta afirmación no debemos inferir que la aceptación o repudio de una regla depende de un impulso ciego o de una elección arbitraria, ya que existe otro significado de la palabra "prueba" que es, de acuerdo con Mill, "cuando se presentan consideraciones capaces de determinar al intelecto a dar o rehusar su asentimiento".²¹

El siguiente paso del argumento es probar el principio de la utilidad que afirma que "las acciones son correctas en la proporción con que tienden a promover la felicidad, e incorrectas en cuanto tienden a producir lo contrario de la felicidad. Se entiende por felicidad el placer y la ausencia de dolor, por infelicidad el dolor y la ausencia de placer".²²

A la pregunta: ¿por qué debemos promover la felicidad? Mill responde: porque es lo único que es deseable como un fin; todas las cosas que perseguimos son deseables sólo como medio para alcanzar el último fin. Ahora bien, cuando preguntamos: ¿cómo sabemos que una cosa es deseable?, nos encontramos con la famosa respuesta: "La única prueba posible de que un objeto es visible, es que la gente lo vea. La única prueba de que un sonido es audible, es que la gente lo oiga. De la misma manera, yo supongo, la única evidencia que puede alegarse para

¹⁹ *Ibid.*, p. 24.

²⁰ *Ibid.*

²¹ *Ibid.*

²² *Ibid.*, p. 29.

mostrar que una cosa es deseable, es que la gente la desee de hecho."²³

Quizá este párrafo del libro de Mill ha sido el más criticado porque presenta tres dificultades: (1) Hay una falacia de composición ya que de la afirmación de que cada quien, de hecho, busca lo que es deseable para él, se da por supuesto que buscamos lo que es deseable para todos. (2) Otra falacia consiste en pasar del *es* al *debe*, el hecho de que algo es visto es la mejor evidencia de que *puede ser* visto; pero decir que algo es deseado es decir que *puede serlo*; y decir que algo pueda ser deseado no es de ninguna manera prueba de que deba serlo.²⁴ Del hecho de que muchos alemanes en la época de Hitler deseaban exterminar a los judíos no podemos concluir que ese hecho deba ser deseable. (3) También existe una contradicción entre la tesis de la "prueba" y la tesis sobre la diferencia en calidad de los placeres, ya que si hay más personas que desean jugar matatenas, no tenemos razones para afirmar que leer poesía deba ser más deseable aún.

3. Conexión entre las reglas morales y la acción

Para darle mayor claridad al argumento, dejemos a un lado las dificultades acerca de la prueba y aceptemos junto con Mill que existen reglas morales. Pero el problema que surge ahora es la manera en que vamos a conectar el hecho de reconocer las reglas con la acción moral.

Para examinar este punto es necesario explicar la psicología asociacionista de Mill. En el capítulo tercero del *Utilitarismo* afirma que "los sentimientos morales no son innatos sino adquiridos, no por esa razón son menos naturales. Es natural en el hombre hablar, razonar, construir ciudades y cultivar la tierra. Aunque éstas sean facultades adquiridas".²⁵

En el ensayo sobre el discurso de Sedwick argumentando

contra un sentido moral innato dice: "los niños pequeños tienen afectos, pero no sentimientos morales y un niño cuya voluntad no sea limitada, nunca los adquirirá".²⁶

En Mill existe una idea acerca de la peculiaridad de la naturaleza humana que hace posible el aprendizaje moral, de esta manera la idea de un dolor en otro puede llegar a ser naturalmente doloroso, la idea de un placer en otro, puede llegar a ser naturalmente placentero.

Ahora bien, al tratar de analizar la manera en que funciona la psicología moral en Mill, nos encontramos con cierta falta de precisión en los términos, trataré de reconstruir los argumentos. En el capítulo cuarto del *Utilitarismo* presenta la siguiente tesis: existen dos modos distintos de nombrar al mismo hecho psicológico. Primero: el deseo de *x* (donde *x* puede ser objetos, acciones, tipos de acciones, etc.) y la creencia de que *x* es placentero; y segundo: la aversión de *x* y la creencia de que *x* es doloroso; y tercero: el deseo de *x* que es lo mismo que creer que es deseable.

De esto concluye Mill que creer que *x* es deseable y creer que *x* es placentero son la misma cosa.²⁷

Respecto a esto es conveniente examinar tres puntos: (1) si el deseo puede estar dirigido a otra cosa que no sea la obtención del placer, es decir, si podemos desear *x* sin la creencia de que *x* es placentero; (2) si el deseo de *x* y la creencia de que *x* va a ser satisfecho, explican la acción; (3) en qué consiste la relevancia de la acción moral.

Del primer punto podríamos decir que la respuesta de Mill es que en efecto, en ciertas ocasiones podemos perseguir una virtud que va en contra de un deseo, como por ejemplo tener miedo y perseguir el valor. Es decir, mi deseo de huir y mi creencia en el placer que proporciona el valor. En estos casos lo que sucede es que actuamos valerosamente porque creemos que la acción va a ser placentera para la comunidad. En caso de conflicto, el principio de la utilidad nos ayuda a decidir qué acción fomenta la felicidad general.

El hecho psicológico al que nos referíamos anteriormente tendría que ser modificado de la siguiente manera: (1) el deseo

²³ *Ibid.*, p. 70.

²⁴ Cfr. G.E. Moore, *Principia Ethica*, Cambridge University Press, Cambridge, 1982, p. 66.

²⁵ Mill, *Utilitarismo*, p. 63.

²⁶ Citado por Warnock, *op. cit.*, p. 28.

²⁷ Mill, *Utilitarismo*, p. 75.

de x y la creencia de que x es placentero para mí; (2) el deseo de x y la creencia de que x es placentero para mí y para los demás; y (3) el deseo de x y la creencia de que x es placentero únicamente para los demás. Si no se puede lograr (2), que es el óptimo, (3) tendría prioridad sobre (1).

El segundo punto se refiere a la explicación de las acciones. Mill afirma que el deseo y la creencia no son suficientes para explicar la acción. Se necesita un tercer elemento: la voluntad. Mill sostiene que la voluntad es un fenómeno activo diferente del deseo, que es un estado de sensibilidad pasiva, y "aunque originariamente la voluntad sea un vástago, con el tiempo puede separarse del tronco y arraigarse por sí misma".²⁸

Algunas veces, dice Mill, en lugar de querer algo porque lo deseamos, lo deseamos porque lo queremos. Los casos en los que queremos algo porque lo deseamos son relativamente fáciles de descubrir. El deseo es la primera fuerza motivacional y la voluntad ejecuta la acción; por ejemplo, deseo ser valeroso y la voluntad nos lleva a deshacer las trincheras enemigas. En este segundo caso, el deseo aparece después de la acción de la voluntad, por ejemplo, no deseo pelear en la guerra pero quiero ser valeroso. Mill piensa que después de realizar actos valerosos el deseo de ser valeroso puede surgir.

Mill distingue tres maneras de describir una acción:

(a) Existen acciones "indiferentes" que surgen por un motivo determinado y la acción continúa por hábito, algunas veces la acción se realiza inconscientemente y la conciencia llega después de la acción.

Por acciones indiferentes Mill entiende aquellas acciones que no tienen que ver con la moral. Un ejemplo sería el poner el freno de mano al coche para evitar que se vaya a la barranca y continuar haciéndolo independientemente de donde se esta cione. Son acciones que no requieren de una deliberación.

(b) Hay acciones que se realizan con volición consciente, pero con una volición que ha llegado a ser habitual y se pone en acción por la fuerza del hábito, pudiendo, dice Mill, oponerse a la preferencia deliberada como a menudo ocurre con aquellos que han contraído hábitos de indulgencia viciosa o perjudicial. "Son acciones en las que la voluntad virtuosa es débil, domi-

²⁸ *Ibid.*, p. 76.

nable por la tentación y no merecedora de una confianza total."²⁹

La psicología moral de Mill está compuesta por tres "contendientes": los deseos, la voluntad y la razón. La voluntad, si es débil, da el triunfo a los deseos; si por el contrario, es fuerte, levanta la mano de la razón.³⁰

(c) También puede suceder que no haya contendientes. Que el deseo, la voluntad y la razón marchen en perfecta armonía. Este es el caso de las personas de virtud confirmada y de todos aquellos que persiguen deliberada y constantemente un fin determinado.³¹ En pocas palabras es el ideal moral. La distinción entre las acciones tipo b y c, sirve a Mill para alentarnos a promover acciones morales, ya que del querer puede surgir el desear, pero no para juzgar lo correcto de una acción.

El tercer punto — la relevancia moral — consiste en aclarar la diferencia entre el hecho de que una acción sea correcta y la calidad del motivo. Mill afirma que salvar a un hombre de ahogarse es correcto aun cuando la acción se realice para obtener una recompensa.

Si lo que cuenta es la acción, no tendría caso distinguir las acciones del tipo b y c, pero probablemente lo que a Mill le interesa es incluir al deber como *uno de tantos motivos* de una acción y así desmentir la acusación de que el utilitarismo sustituye al deber por el placer. Mill reconoce que hay motivos que son mejores que otros y esto nos ayuda a caracterizar lo que "vale" una persona, pero no va a evaluar una acción.

La conducta virtuosa es para Mill un hábito ya que afirma que podemos querer por hábito lo que no deseamos por sí mismo.³² Pero entonces surge una pregunta ¿cómo sabemos qué hábitos debemos fomentar, es decir, cuáles son las acciones correctas? Podríamos responder con tres tesis:

- (1) Una acción particular se justifica como correcta o buena cuando se muestra que va de acuerdo con una regla moral.

²⁹ *Ibid.*

³⁰ Donald Davidson, "Is weakness of the will possible?". *Essays on Actions and Events*, Oxford University Press, 1980, p. 35.

³¹ Mill, *ibid.*, p. 77.

³² *Ibid.*, pp. 44-45.

- (2) Una regla moral es correcta o buena si se muestra que el reconocimiento de esa regla promueve el fin último.
- (3) Las reglas morales pueden justificarse cuando se aplican a asuntos en los que el bienestar general se ve afectado.

El ideal moral para Mill es la enseñanza de las reglas que promueven hábitos virtuosos de los que surgirían el placer de la virtud y el dolor del vicio.

4. Los términos morales y la falacia naturalista

El nombre de falacia naturalista aparece por primera vez en la ética en el libro *Principia Ethica*, de G.E. Moore. En esta obra Moore critica todas aquellas posiciones que de una manera u otra han tratado de *definir* los términos éticos. Moore llama falacia naturalista al hecho de asumir que debido a alguna cualidad o combinación de cualidades invariables y necesarias que acompañan a la cualidad bondad, esta cualidad o combinación es idéntica a la bondad.³⁵

Si alguien afirma que lo que es placentero es y debe ser bueno, lo que es bueno es y debe ser placentero, o ambas cosas, está cometiendo falacia naturalista al inferir de este hecho que la bondad y el placer son una y la misma cualidad.

Mill afirma en su *Lógica* que podemos llamar a los objetos a los que un término se aplica, la denotación del mismo, y a las características que un objeto tiene para que el término se aplique, la connotación del término. Por ejemplo, la denotación de mesa es aquello que puede ser identificado con las mesas que existen. La connotación, en cambio, son los atributos en virtud de lo cual "algo" va a ser llamado mesa. Así, mesa denota varios objetos (las mesas) y connota ser un mueble, compuesto de una tabla lisa, sostenida por uno o varios pies y que sirve para comer, escribir, etcétera.³⁶

El problema con la falacia naturalista consiste en pensar que

"bueno" o algún otro objeto, por ejemplo "placer", denota las mismas cosas y a pesar de esto no connota la misma cualidad.

La diferencia entre la identidad de la denotación y la identidad de la connotación puede aclararse si consideramos lo siguiente: si la palabra "bueno" y la palabra "placentero" se aplican a los mismos objetos, pero *no* se les atribuye la misma cualidad, entonces decir que lo que es placentero es bueno o lo que es bueno es placentero, es hacer una afirmación significativa a pesar de lo obvio que pueda parecer. Pero si la palabra "bueno" y la palabra "placentero" tienen no sólo la misma aplicación sino la misma connotación o "significado", es decir, que la cualidad del placer es idéntica a la cualidad de bondad, entonces afirmar que lo que es bueno es placentero o lo que es placentero es bueno es pronunciar una tautología, o como Mill lo hubiera llamado, una proposición meramente verbal.³⁷

A partir de estas consideraciones Moore trata de demostrar que el término bueno es incapaz de ser definido.

Moore afirma lo siguiente: "Lo que afirmo es que bueno es una noción simple, así como amarillo es una noción simple; así como no podemos por ningún medio explicar a alguien que todavía no sabe lo que es amarillo, no se puede explicar lo que es el bien. Las definiciones del tipo de las que yo pido, definiciones que describan la naturaleza real del objeto o de la noción denotada por una palabra, y que no nos digan simplemente lo que la palabra suele significar, esto es posible cuando el objeto o la noción en cuestión es algo compuesto."³⁸

Para Moore, todos los objetos que no conocemos previamente y que son susceptibles de ser definidos son complejos. Esto significa que están compuestos de partes que a su vez permiten una definición similar, hasta que se llegue a sus partes simples no podrán ser definidos.

Moore entiende por definición una cualidad referida a un objeto o una noción que está constituida por una combinación de cualidades simples; si lográramos decir que lo que posee una combinación de cualidades es "bueno" podríamos encontrar, inspeccionando cuidadosamente, que se trata de una afirmación significativa y no de una proposición meramente verbal.

³⁵ Cfr. Arthur Prior, *Logic and the Basis of Ethics*, Oxford, Clarendon Press, 1968, p. 1.

³⁶ Mill, *Système de Logique*, op. cit., Vol. I, p. 80.

³⁷ *Ibid*

³⁸ Cfr. Moore, op. cit., p. 7.

Pero además de probar que el "bien" es una noción simple, Moore quiere probar que también es una noción única. Para esto se basa en una afirmación del obispo Butler que nadie se atrevería a negar: "Todo lo que es, es lo que es y no es otra cosa."³⁷

Esta oración fue dirigida originalmente contra aquellos que afirmaban que las acciones virtuosas no promueven el propio interés, ya que el desinterés es la esencia de la virtud. Mandeville llegó a sostener que la única conducta virtuosa es la auto-negación; que la virtud no es parte del interés de una persona ni de la comunidad. Así, los vicios privados dan como resultado los beneficios públicos. Butler quiere demostrar que la virtud y el desinterés no son la misma cosa, sin embargo, no niega que la calidad moral de un acto está determinado por otras cualidades. No niega que una cierta situación dada, por ejemplo, una cierta intensidad de celos, no pueda ser caracterizada como incorrecta. Lo que está negando es que podamos decir que "expresar un sentimiento de tal y tal intensidad, en tal y tal situación, sea lo que signifiquemos cuando decimos que una acción es buena o mala". Para Butler, la bondad y la maldad tienen una especificidad moral que va de acuerdo con nuestra naturaleza y nuestra situación.

La bondad y la maldad no pueden identificarse con epítetos indiferentes. Y esto significa que son lo que son y no son otra cosa. Lo que Butler llama epíteto indiferente Moore lo llama epíteto natural.

Si Moore simplemente afirmara que la bondad no es idéntica a otra cualidad, sería una proposición vacía, pero no intenta criticar una proposición vacía con otra, sino hacer hincapié en que se está identificando al bien con una cualidad natural.

Para él el método naturalista consiste en sustituir la palabra bueno por alguna propiedad de un objeto natural o de varios objetos naturales y así reemplazar a la ética por una ciencia natural. En el caso de Mill, esa ciencia es la psicología. Según Moore, Mill hace un uso *naïve* de la falacia naturalista al afirmar, por un lado, que bueno es deseable y que sólo puede encontrarse lo deseable buscando lo que es deseado; y, por otro, que además del placer, deseamos otras cosas.

³⁷ Cfr. Prior, p. 3.

Si únicamente deseamos placer, eso es una cuestión que concierne a la psicología, como el mismo Mill lo reconoce. El punto que es relevante para la ética es en el que se pretende probar que "bueno" significa "deseado".

Según Moore, "la falacia es tan obvia que es maravilloso que Mill no la hubiese visto. El hecho es que deseable no significa capaz de ser 'deseado' como 'visible' significa capaz de ser visto. Lo deseable significa simplemente que debe ser deseado o merece ser deseado, como lo detestable significa no lo que es sino lo que debe ser detestado".³⁸

Otro problema que surge con la tesis de Mill es el reconocimiento de que hay objetos de deseo mejores que otros. Según Moore, entonces no sería aparentemente obvio que deseable sea *ipso facto* bueno.

La crítica al naturalismo puede expresarse con tres afirmaciones:

- (1) Las proposiciones éticas no son deducibles de proposiciones no éticas.
- (2) Las características éticas no son definibles en términos no éticos.
- (3) Las características éticas no son de distinto tipo de las no éticas.

Respecto a la falacia naturalista existe muchísima bibliografía, la mayoría escrita en los años treinta. Se ha criticado a Moore por usar la falacia en favor de su intuicionismo, sin aclarar qué entiende por objeto natural, objeto simple, etc. También se ha dicho que la falacia de Mill consiste no en derivar una premisa ética de una no ética, sino en que hay un término ético que aparece en la conclusión y que no aparece en las premisas. Entonces la falacia consistiría en un argumento del tipo si *A* es *B*, entonces *A* es *C*; si el placer es lo deseado, el placer es bueno.³⁹

Sin embargo otros autores⁴⁰ han tratado de ver la ética de

³⁸ Moore, *op. cit.*, p. 66.

³⁹ Frankena, "The Naturalistic Fallacy", en Philippa Foot (comp.), *Theories of Ethics*. Oxford Readings in Philosophy, Oxford, 1979, pp. 50-63.

⁴⁰ Urmson, "The Interpretation of the Moral Philosophy of J.S. Mill," en Philippa Foot, *op. cit.*, pp. 128-136.

Mill de una manera más favorable. Para estos autores Mill no trata de definir la palabra bondad, ya que sólo hace referencia al problema analítico cuando se refiere a aquellas personas que ven la obligación moral como un hecho trascendente, como una realidad objetiva que pertenece al ámbito de las cosas mismas. Según esta interpretación, lo que Mill busca es un criterio que nos permita distinguir una acción correcta de una que no lo es. Así, sería irrelevante criticarlo por una cosa que él no pretende hacer, a saber, definir los términos éticos.

Para terminar quisiera mencionar una frase de Nietzsche del *Ocaso de los ídolos*:

“Si poseemos el *porqué* de nuestra vida, podemos ponerle cualquier *cómo*. El hombre no va persiguiendo la felicidad, sólo el inglés lo hace.”³¹

Si Nietzsche tiene razón, entonces podríamos afirmar que lo que no es exclusivo del inglés es el espíritu que mueve la obra de Mill: la idea de encontrar un principio que en casos de conflicto nos ayude a decidir qué acción realizar o qué política seguir. Esto es, simplemente, la vigencia del utilitarismo.

³¹ Citado por Williams B. en Smart y Williams (comps.), *op. cit.*, p. 77

RAMON QUERALTO

CAPÍTULO VI

EL ROSTRO DEL HOMBRE EN LA SOCIEDAD TECNOLÓGICA

1. ¿HAY LUGAR PARA LO HUMANO EN LA SOCIEDAD TECNOLÓGICA?

Es un lugar común en muchos foros y medios de comunicación destacar, con mayor o menor intensidad, la pérdida del hombre y de la dimensión humana en la sociedad vertebrada por la tecnología. Se afirma que cada vez va quedando menos lugar para los valores específicamente antropológicos en un mundo tecnológico atravesado por la vertiginosa rapidez del cambio social y cultural mediado por el flujo saturador de la información. El desarrollo creciente de la burocratización de la vida, la racionalidad tecnológica que se impone en la organización social, el imperio de los mercados en las relaciones económicas y laborales, la tendencia a otorgar cada vez menos presencia a las humanidades en los sistemas educativos, etc., son rasgos que se utilizan para argumentar la deshumanización creciente de la vida social arrastrada, se dice, por las nuevas tecnologías que pueden reducir al hombre a simple objeto de manipulación en aras de una presunta ordenación más «racional» de la existencia. Y es cierto que todos esos peligros, y otros que sería superfluo aquí enumerar, son reales¹, pero no es menos verdadero que el tono apocalíptico que se utiliza para describirlos y señalar sus posibles efectos perniciosos olvida las facetas positivas del cambio histórico a que estamos sometidos —que no son escasas—, y contribuye poco a la resolución de problemas debido muy especialmente

¹ Véase al respecto mi libro *Mundo, tecnología y razón...* *op. cit.*, especialmente el capítulo dedicado a la «Concepción tecnológica del mundo», p. 77 ss. Piénsese también en algunas de las aplicaciones prácticas que se pudieran derivar de lo que se describe en dos libros ya citados: K. E. DREXLER, *La nanotecnología...* y C. EMMERICH, *Vida simulada en el ordenador...*

a la inmensa carga de emotividad que se detecta en tales denuncias². Parece como si el hombre de comienzos del siglo XXI estuviera preso de unas fuerzas increíbles que él mismo ha desencadenado y que no puede ya controlar, las cuales le conducen a un mundo futuro casi exento de rostro humano. Si añadimos que el sensacionalismo de muchos medios de expresión y comunicación se utiliza según el criterio de conseguir por encima de todo la «máxima audiencia», no debe extrañar que, sentadas esas premisas, la palabra «ética» para la sociedad tecnológica suene para muchos a música celestial o a presunción académica.

Pero los problemas y los elementos negativos de la vida humana no se encaran, con probabilidades de éxito, dándose de antemano por vencido o proponiendo soluciones maximalistas imposibles de llevar a cabo, al menos por el momento³. Es por eso que las dimensiones negativas de la sociedad tecnológica deben ser identificadas limpiamente y tratadas con los medios humanos desde los que cada cual se mueve. Ése ha sido el sentido de todas las páginas precedentes por lo que a nosotros concierne. Y el terreno ganado ha sido que, a pesar de todos los pesares que acongojan a los agoreros milenaristas contra la tecnología, se puede hablar de ética y de valores en la sociedad tecnológica con una cierta probabilidad de eficacia respecto a su utilización.

Ahora bien, creemos que es preciso completar nuestra indagación adoptando finalmente una perspectiva complementaria de la hasta ahora utilizada. Pues no hay que olvidar que la realización de valores se lleva a cabo por el hombre concreto, el hombre de la

² Así por ejemplo en las obras del ya citado Jacques Ellul, cuyo pesimismo inicial se ha acentuado progresivamente con el paso del tiempo, véase por ejemplo *Le bloeuff technologique*, *op. cit.*; y también en Hans Jonas, aunque con menor intensidad y por razones diversas pero complementarias a las de Ellul. Vid. H. JONAS, *El principio de responsabilidad...*, *op. cit.*, especialmente cap. V, p. 227 ss. Igualmente cabe citar la posición de P. VIRILIO, *La bomba informática...*, *op. cit.*; no obstante, un examen quizás más equilibrado quizás, pero crítico al mismo tiempo, puede verse en G. SARTORI, *Homo videns. La sociedad teledirigida*, Taurus, Madrid, 1998.

³ Por ejemplo, en Alemania, en el Estado de Hessen, algunos dirigentes de «los verdes» que ocupaban recientemente puestos de gobierno, parecían tener algunos objetivos tales como que se abandonaran los automóviles y todo el mundo utilizara la bicicleta en sus desplazamientos cotidianos, lo cual, entre otras cosas, generaría una crisis laboral sin precedentes, y, consecuentemente, una desestabilización social importante, aparte de la problematicidad intrínseca de una medida tal en jornadas in-clementes y época invernal.

calle, que está forzado por el hecho de tener que hacer su vida en una u otra dirección. La solidaridad, que en el capítulo anterior se presentó como vector ético fundamental para la progresión de una sociedad tecnológica, se realiza primariamente entre hombres y mujeres concretos, y cuando se lleva a cabo desde una plataforma colectiva siempre se está pensando en el alivio del sufrimiento de los individuos específicos que están padeciendo por tal o cual motivo: por ejemplo, la respuesta humanitaria privada de los ciudadanos españoles —no me refiero sólo a la estatal— a las víctimas del huracán en Centroamérica (1988). Por eso, es necesario ahora preguntarse por el tipo de hombre *éticamente* razonable dentro de una sociedad tecnológica, con las características que ya conocemos de ésta, sus pros y contras, y de acuerdo con los vectores éticos y sugerencias axiológicas obtenidos en capítulos anteriores. De esta manera, si se muestra que el discurso es posible en esa línea, se obtendrán dos cosas: en primer lugar, una visión del hombre, si se quiere una concepción humanística, *posible* dentro de la sociedad tecnológica y por tanto compatible con ella; y, en segundo lugar, una respuesta indirecta a las actitudes apocalípticas contra la sociedad tecnológica, que, en el fondo, esconden muchas veces sentimientos victimistas los cuales no contribuyen a despejar el camino.

Y ambos asuntos son particularmente relevantes en la actualidad. Efectivamente, el primero porque una visión ética de la existencia humana es necesaria para todo proyecto antropológico individual o colectivo en toda época histórica; ahora bien, habrá de ser una visión que se articule con las condiciones propias de esa época que le ha tocado vivir a cada cual, sin caer en abstracciones idealistas impuestas teoréticamente «desde arriba» ni tampoco en ingenuidades voluntaristas. De ahí que hayamos comenzado exponiendo desde el principio tales condiciones sin concesiones a fantasías de uno u otro signo, o, al menos esa ha sido nuestra intención. El individuo humano, quiera o no, topa originariamente con la dimensión ética porque tiene que actuar en su vida precisamente para llevarla a cabo, tiene que responder a su estructura de ser-en-el-mundo que le reclama una organización de sus actos para su bien-estar en su vida, y, en el momento en que se encara la acción humana aparece la cuestión del sentido de la misma, la cual le introduce indefectiblemente en el plano ético de su existencia —incluso aunque sea por defecto—. En este aspecto, se da una continuidad básica entre los hombres de las distintas épocas, compar-

tiendo todos en principio la misma condición humana que autoriza a llamarnos todos «seres humanos» desde el principio hasta la actualidad. No en vano afirmaba el clásico que nada humano puede pensar que me sea ajeno, es decir, extraño a mí en lo que más me caracteriza como existente humano. Por eso, de lo que se tratará ahora es de mostrar cómo ciertos aspectos básicos característicos de lo humano pueden ocupar también un lugar adecuado en una sociedad tecnológica, aparentemente tan deshumanizada en tantos rasgos. En definitiva, lo que se intentará ver es cómo la sociedad tecnológica también es, o puede serlo más de lo que es ahora, una sociedad humana en el sentido más noble del término, lo cual quizás constituya justamente otra cara relevante del «tema de nuestro tiempo».

Pero el segundo problema es también importante. Porque en muchos sectores sociales se está imponiendo una especie de fatalismo histórico respecto del destino del hombre en una sociedad tecnológica. Merced a esa actitud apocalíptica que se recrea en los indudables aspectos negativos y a su influencia mediática, se comienza a vivir con el sentido del «sálvese quien pueda» y «que a mí no me agarre». El efecto más negativo que causa esta actitud no está en el temor de fondo que puede originar o en la ansiedad existencial que vuelca sobre la vida cotidiana, sino más bien en el sentimiento interno de impotencia que va haciendo brotar en el hombre contemporáneo, sentimiento que conduce antes o después a la parálisis de la acción humana. Y esto último, según lo dicho arriba de que el hombre está abocado a la acción sobre el mundo para hacer su vida, significa la instauración de una actitud existencial precisamente anti-humana por excelencia. Las cosas no son rematadamente buenas pero tampoco son rematadamente malas, de manera que la aventura humana puede proseguir justamente por eso. De ahí que mostrar el puesto del hombre en la sociedad tecnológica, teniendo en cuenta cuáles son las reglas del juego y las posibilidades del mismo, es una tarea que puede contribuir a devolver una mínima confianza al hombre en su existencia, lo cual, a su vez, contribuirá a satisfacer, poco o mucho pero siempre en esa dirección, aquel deseo de felicidad que ya señalamos como característico del hombre contemporáneo.

Tal es uno de los sentidos de este capítulo final. Pero no es éste el único. Porque, de algún modo, también cerrará el círculo metodológico empleado en nuestra indagación. A lo largo de los capítu-

los anteriores se ha evitado continuamente un análisis teórico al estilo clásico de los problemas planteados, muy en especial al entrar en la cuestión ética, y se ha privilegiado el punto de vista pragmático inspirado en la eficacia como criterio constituyente de la racionalidad tecnológica. Tal metodología condujo a la tesis del «caballo de Troya al revés» como posible instrumento de presentación de valores en una sociedad tecnológica. Pero, recuérdese bien, no por eso se descartaba completamente el método de análisis teórico, o sea, el método «tradicional» de tratamiento de las cuestiones éticas y filosóficas. Decíamos, por el contrario, que una vez puesta en juego la perspectiva pragmática, la dimensión teórica podría encontrar entonces su lugar adecuado, dadas las condiciones socio-culturales en las que vive el hombre contemporáneo. Pues bien, es ahora cuando nuestra indagación conduce sin forzamientos a esa dimensión teórica en su sentido comúnmente aceptado, y, lo que es más importante, sin quererse imponer «desde arriba» a la vida concreta del hombre actual, sino de forma complementaria a los resultados ya obtenidos, y, en consecuencia, reforzándolos si la tarea llega a buen término.

Y esto ha de ser así dada la naturaleza de la tarea que se pretende. En efecto, porque esbozar una visión ética del hombre para cualquier sociedad histórica, y, por tanto, también para una sociedad tecnológica global, sería un desatino querer realizarla sin referencia a lo ya pensado y conseguido por el hombre en su andadura previa, que, en este caso además, es particularmente rico en resultados, baste mirar para ello al acervo filosófico ya creado por el ser humano. Aquí entramos ya en un terreno que no sólo linda con lo teórico *prima facie* sino que se introduce de lleno en él. Por eso, se apreciará que este capítulo es más «teórico» en el sentido clásico de esa palabra que los anteriores, y se utilizarán instrumentos conceptuales de ese estilo. Además, si es cierta esa continuidad entre todos los hombres de todas las épocas en el sentido apuntado más arriba, y si tales épocas han producido «visiones del hombre» de las cuales hasta un cierto punto es hijo el hombre contemporáneo, al afrontar ahora la tarea indicada es una exigencia tenerlas muy presente y recoger todo aquello que sea operativo para nuestra época. Lo contrario sería un error metodológico considerable, aparte de que no pocas veces conduciría al inefable deporte intelectual de «descubrir América» de nuevo y bastante a menudo... En definitiva, de lo que se trata es de emplear el método

adecuado para el problema adecuado, una vez conocida la naturaleza del problema en consideración. Si antes se utilizó una metodología preferentemente pragmática justamente porque las condiciones de partida así lo exigían, ahora, por la misma razón y dada la índole del mismo, parece aconsejable no desdeñar la dimensión teórica.

Ahora bien, una advertencia se hace procedente por exigencias de la misma metodología general indicada. Y es que el análisis teórico debe realizarse en continuidad con los resultados ya obtenidos desde la perspectiva pragmática, o sea, sin querer imponer sus criterios y conceptos *a priori*, sino mostrando cómo, por qué, y qué sesgo toman dichos criterios y conceptos «tradicionales» en una sociedad tecnológica en la que se justifican ya ciertos vectores éticos a los que se dedicó el capítulo anterior. Así, hay que estar precavidos frente a la «tentación teórica», pues de lo contrario se caería en una contradicción metodológica. De este modo, lo teórico también ocupará un lugar adecuado en una sociedad «pragmática» como es la sociedad tecnológica global. En cierto sentido, lo que se está diciendo es, de nuevo, el «caballo de Troya al revés», porque, como se verá a continuación, de lo que se trata es de introducir conceptos y valores de raigambre teóricos, si se prefiere clásicos e «intemporales» por ello, pero en continuidad con la manera pragmática, la manera tecnológica, es decir, en virtud de su contribución a la eficacia de los vectores éticos obtenidos en forma pragmática, y no para destruir imponiendo sino para reforzar la realización de los mismos añadiendo un plus sobre ellos que puede ser sin duda muy necesario, y a veces imprescindible, para su deseado cumplimiento en la realidad. Mostrar, por ejemplo, no sólo la compatibilidad sino también la conveniencia de conceptos tales como el de persona referido a los seres humanos dado que se conecta, y de ahí que refuerce, al vector solidaridad, será un aspecto que sin duda ayudará a entender su operatividad y eficacia posibles en una sociedad tecnológica.

Igualmente, de esta forma se ampliará el entendimiento cabal de la maximización de valores y la regla de no descender por debajo de su nivel crítico. Porque, en primer lugar, desde esta perspectiva aparecerán valores que no habían aparecido explícitamente hasta ahora, y que sin duda alguna se han de tener presentes, dada la relevancia que poseen y, sobre todo, su necesidad ética. Concluir la indagación sin referencia a las características del hombre como

persona, por ejemplo, dejaría truncada en buena medida el núcleo global de nuestra reflexión. De ahí que sea preciso emprender una comprensión del ser humano en esa dirección, pero, eso sí, en función de las realidades sociales en una sociedad tecnológica. De la misma manera, habrá que indagar qué tipo de relación tendrá que darse entre el hombre y la naturaleza para asegurar una progresión razonable de la vida humana en una sociedad tecnológica global, puesto que las relaciones tradicionales heredadas de la Modernidad son claramente insuficientes — por ejemplo, la relación de dominio del uno sobre la otra — para esa progresión, dadas las nuevas condiciones y posibilidades establecidas por las nuevas tecnologías. Se abren así dos nuevos ejes de reflexión que vendrán a complementar los resultados obtenidos hasta aquí, y su novedad, si es que podemos hablar en ese sentido, será que se estudiarán en función de su operatividad y eficacia pragmáticas para el conjunto de la sociedad tecnológica, y no establecidos «a priori».

Ahora bien, no por eso los valores así desvelados tendrán que ser forzosamente distintos de los clásicos ya conocidos, antes bien muchos de ellos habrán de coincidir con los del pensamiento heredado en razón de esa continuidad humana y de la valía del acervo filosófico-cultural ya adquirido a que nos referimos más arriba. Ocurrirá, no obstante, que su posible justificación habrá de tener muy presente los frutos conseguidos mediante los criterios de operatividad y eficacia utilizados por la metodología pragmática con la que nos hemos movido hasta aquí. De esta manera, se cerrará el círculo de nuestra indagación, la cual, por supuesto, será siempre provisional e indicadora de otras líneas de investigación en la búsqueda sin fin que caracteriza la aventura humana del pensamiento y de la acción.

2. ¿QUÉ SIGNIFICA PERSONA EN LA SOCIEDAD TECNOLÓGICA?

No es precisamente por azar que comencemos preguntándonos por el concepto de *persona* en la sociedad tecnológica. Justamente porque la crítica más repetida contra ella es que despersonaliza a los seres humanos, reduce la condición personal del hombre a una mínima expresión, o considera a los seres humanos simplemente como piezas del engranaje de una máquina social que funciona

casi autónomamente de sus deseos y aspiraciones⁴. La acusación de despersonalización del hombre en la sociedad globalizada es algo que ha pasado ya al entorno de la conversación diaria y del sentimiento cotidiano de los seres humanos de nuestro tiempo. Por eso, es procedente saber qué es lo que está ocurriendo con la visión del hombre como persona en la cultura de comienzos del siglo XXI enraizada ya en una sociedad global tecnológica⁵.

Y un dato interesante se impone desde el principio. Se trata de que la reivindicación del hombre como persona parece un tema indiscutible e indiscutido, es decir, se parte de ahí, del convencimiento previo de que una característica primordial del ser humano es su condición de persona, la cual no puede ponerse en entredicho de ningún modo, siendo esto lo que de múltiples formas parece ignorarse por la sociedad tecnológica y de lo que arranca dicha reivindicación. Así que se da por sentado que el hombre es obviamente persona, y, en consecuencia, portador de unos rasgos esenciales que llevan consigo ciertos valores que, en principio, son muy poco negociables. La constatación de este hecho ya tendría que limar el tono de las denuncias apocalípticas, pues se trata de una toma de conciencia en verdad alentadora para las posibilidades éticas. Porque no ha sido siempre así, ni mucho menos. Para el tan venerado Aristóteles de la tradición filosófica, por ejemplo, los maoríes australianos de la actualidad no serían personas, o «tan personas» como sus conciudadanos griegos, o, si se me acepta la comparación, como sus «confederados» de la Unión Europea. Incluso estos últimos podrían estar por debajo de los griegos... La misma situación se daría también con los esclavos, los negros, los siervos de la gleba, etc., y estos tiempos no estarían tan alejados históricamente de nosotros como los tiempos aristotélicos. El haber pasado en las relaciones político-sociales de una concepción del

⁴ Recuérdense, al respecto, las obras ya citadas de C. CASTORIADIS, *El ascenso de la insignificancia...*; A. FINKELKRAUT, *La derrota del pensamiento...*; P. VIRILIO, *La bomba informática...* etc.

⁵ No parece «excesivo» partir del concepto del hombre como persona, dado que es una noción que se encuentra y reconoce para todo ser humano en la generalidad de la cultura social contemporánea. Y en el ámbito del pensamiento, recuérdese que incluso en el sector de la filosofía analítica —que no gusta precisamente de normatividades y metarrelatos— se defiende tal concepción como noción básica, así ocurre, por ejemplo, en Strawson (persona es un «particular básico»). Véase P. F. STRAWSON, *Individuals. An Essay in Descriptive Metaphysics*, Methuen, London, 1959, pp. 90-105.

hombre como «súbdito» a una concepción del hombre como «ciudadano», sin distinción de credo, raza, sexo, etc., es sin duda uno de los logros más importantes del final de la Modernidad, lo cual ya no tiene posible marcha atrás. Y ahora, además, se reivindica de partida no solamente esta condición ciudadana sino la condición de persona para todo hombre. O sea, estamos yendo *de entrada* bastante más allá de lo que han ido otros hombres y otras sociedades de otros tiempos precedentes, que románticamente se añoran o se ponen como fuente de inspiración. En este sentido, qué duda cabe que la Declaración Universal de los Derechos del Hombre y sus ampliaciones progresivas, y la lucha por el reconocimiento de los mismos de forma general, ha tenido una importancia decisiva.

Pero, ¿qué quiere decir que el hombre es persona? La definición boeciana clásica era «sustancia individual de naturaleza racional» («naturae rationalis individua substantia»). De ahí se derivaban después una serie de características propias como su autonomía, su radicalidad ontológica, ciertos valores, etc. Todo lo cual no es poco indudablemente, pero adolece de algunas insuficiencias si lo ponemos en contacto con las coordenadas culturales del hombre actual. En primer lugar, se trata de una concepción excesivamente teórica cuya comprensión final exige el manejo a fondo de categorías filosóficas no poseídas universalmente por todas las culturas integradas en la sociedad mundial globalizada. No obstante, su insuficiencia más importante no es ésta, sino más bien el hecho de que silencia un aspecto primordial de la «individua substantia» que es persona, a saber, que dicha sustancia está necesariamente ubicada en un mundo, en una realidad, en una circunstancia. La sustancia individual que es persona no se puede entender sin referencia a *su mundo*. De ahí el acierto de Ortega, entre otros, al destacar la circunstancia como un factor determinante del ser humano. Complementar la noción de persona desde esta perspectiva es absolutamente fundamental para una sociedad tecnológica globalizada que viene caracterizada por la complejidad, la interconexión, la interdependencia universal, etc., pues es justamente donde la persona está ubicada existencialmente, y, lo que es más importante, donde ha de realizarse como tal.

El hombre no es sólo «sustancia individual de naturaleza racional», sino además establecida en un mundo, y éste va a condicionar tanto su consistencia ontológica individual como su racionalidad, que son los dos elementos básicos de la concepción

clásica. Esta añadidura es válida obviamente para todos los tiempos, pero adquiere una significación específica en la sociedad globalizada. Porque la complejidad de la relación con el mundo con la cual se enfrenta el hombre de nuestro tiempo es extraordinariamente mayor que en otras épocas, habiéndose extendido a la totalidad del planeta, lo cual no trae consigo sólo un aumento cuantitativo sino también un *cambio cualitativo*. Bien se podría decir que aquí se ha cumplido la ley del paso de la cantidad a la cualidad, por lo que hacer hincapié en la dimensión *relacional* básica del hombre como persona es condición indispensable para entender qué significa tal cosa en la sociedad globalizada. De ahí que quizás sea en nuestro tiempo donde se aprecie más acusadamente ese «silencio» —por supuesto no culpable— de las concepciones de la persona de inspiración clásica, en las que, atreviéndonos a una simplificación didáctica algo arriesgada que hacemos nada más que para evitar una digresión excesiva, se han basado muchos desarrollos del concepto de persona al uso.

La persona es sin duda un ser individual de naturaleza racional, de ahí partimos recogiendo el acervo heredado, pero añadiendo, en primer término, que es un ser relacional por excelencia, dato sin el cual no se puede entender el desarrollo de esa individualidad y de esa racionalidad. O, dicho de otro modo, la persona es un ser corpóreo que posee una interioridad propia que la tradición filosófica ha llamado muchas veces autoconciencia, y que específicamente es *relacional*, o sea, en términos más cercanos a nosotros, que tiene que actuar sobre su mundo y está abocado a la acción y a la relación. Y no se trata de que esa relacionalidad sea un «además», un «añadido» a lo otro, sino que la constituye esencialmente con el mismo rango que los otros rasgos. En suma, la relacionalidad es un determinante ontológico irrenunciable del ser individual y racional que se reivindica como persona. No se trata ya de que el hombre como persona sea «sociable por naturaleza», sino que sin la relacionalidad no hay propiamente dicho «ser del hombre», de tal modo que la relacionalidad sería la condición ontológica de la sociabilidad.

La primera consecuencia que se desprende de todo ello es que la relacionalidad impele al hombre como persona a proyectarse en su mundo como tal, a realizar su vida, a instalarse en la realidad, en función de ella. O, expresado con otras palabras, la persona es un ser proyectado al futuro, un ser anticipador que diseña su existencia

en relación a las circunstancias, un ser «futurizo»⁶. Por eso, la relevancia del mundo para el ser personal es completamente radical, y no es posible entenderlo sin esa relación a su realidad concreta, histórica, social, cultural, etc. Sin el mundo no hay condición de posibilidad de la persona, porque el ser personal forzosamente está abocado a trascenderse en el sentido de tener que ir más allá de sí mismo y no quedarse sólo en su «sustancia individual de naturaleza racional», pues ésta sería incomprensible e inmanifestable sin su referencia al mundo. La persona de este modo nunca es un hecho acabado, un fenómeno que aparece y se concluye, sino un «haciéndose» permanente en la medida en que su relacionalidad constitutiva es potencialmente inagotable porque está obligada a realizar, a recrear, su existencia mientras viva. En esta línea, se podría afirmar que la apertura constante de relaciones con su mundo es un dato característico de la persona, y que, consecuentemente, una mayor riqueza, cuantitativa y cualitativa, de tales relaciones en armonía con otros rasgos y valores humanos, puede contribuir en principio a un desarrollo personal más eficiente. Por esta razón, la sociedad tecnológica con el incremento de la complejidad, su interdependencia, su interconexión, en suma, su globalización, podría ser contemplada como una oportunidad interesante para el desarrollo del hombre como persona, y no únicamente como una amenaza, puesto que las formas posibles de relación se multiplican trayendo nueva riqueza cuantitativa y cualitativa.

Ahora bien, si se transporta este carácter de la persona al terreno ético, entonces la relacionalidad trae consigo efectivamente el vector solidaridad. ¿Qué forma de actuar en el mundo parece la oportunidad para un ser que está obligado a ir más allá de sí mismo, a trascenderse, para realizar un proyecto de autorrealización personal, si ha de *preservar* a su vez tal mundo? El mundo del hombre está compuesto fundamentalmente, de una parte, por todo aquello que podemos llamar naturaleza, y, por otra parte, de los demás seres personales que están forzados igualmente a una autoproyección semejante a la propia. De ahí que el criterio *eficaz* para todo este conjunto tenga que ser el criterio de solidaridad, pues, de lo con-

⁶ Término empleado en nuestros pagos por Julián Marías para designar este carácter del hombre. Véase, por ejemplo, *Persona*, Alianza Editorial, Madrid, 1996, p. 13 ss.; *Mapa del mundo personal*, Alianza Editorial, Madrid, 1993 (1.ª reimp. 1994), p. 17 ss.; *Antropología metafísica*, Revista de Occidente, Madrid, 1973, p. 41 ss.

trario, la tarea primordial de puesta en práctica de su proyecto existencial se encontraría con obstáculos extraordinarios. Por supuesto, el problema aquí reside en que la solidaridad ha de ser global, idealmente realizada por todos, y no unilateral, ya que entonces quedaría mermada en su dimensión global, pero esto no invalida la argumentación presentada, sino más bien indica la dificultad que debe vencerse siempre y que, en cuanto humanos, resulta una tarea indefinida, es decir, otra «búsqueda sin fin», lo cual, a su vez, no hace más que confirmar la condición propia de la relacionalidad de la persona en todos sus ámbitos más básicos⁷.

Obsérvese que de esta manera ocurren dos cosas importantes. De un lado, aparece el valor global de la persona entre los vectores éticos a tener presente, el cual no había aparecido hasta el momento. Y de otro, hay que destacar que el modo de aparecer no es «desde fuera» de las circunstancias y de la vida humana, o sea, desde una consideración apriorística y teórica, por así decir, a la antigua usanza, sino derivado de esa vida misma y de la presentación empírica del hombre en esa vida que no tiene más remedio que afrontar. Además, ocurre también que la dimensión personal se conecta con el vector solidaridad y los criterios pragmáticos ya obtenidos de una manera inmediata, lo cual satisface las condiciones que habíamos impuesto a los valores que aparecieran en esta fase de la reflexión. Ahora, podría decirse, se cierra el círculo pero ensanchándose, porque la solidaridad aumenta su grado de justificación ya que adquiere un nuevo anclaje en la dimensión personal. Y también podría afirmarse que se concreta su contenido porque no queda

⁷ En realidad, esta relacionalidad fundamental y el papel del «mundo» para el hombre han de considerarse un fruto propio del pensamiento del siglo XX que ha pasado ya a formar parte del acervo cultural de nuestra época. Como ya señalamos en varias ocasiones, las nociones del hombre como ser-en-el-mundo (Heidegger), como ser instalado formalmente en la realidad (Zubiri), o yo soy y yo y mi circunstancia (Ortega), entre otras posibles, destacan esta unidad intrínseca hombre-mundo y esa relacionalidad antropológica básica. Ahora bien, la nota quizás más interesante de nuestro uso de estas ideas es que de ellas se obtiene una perspectiva «optimista» para la dimensión ética, muy lejana por ejemplo del pesimismo existencial del primer y segundo Heidegger. Esta perspectiva hunde sus raíces en el vector solidaridad y en su origen directo de la relacionalidad fundamental del ser humano. E igualmente, desde aquí, se propone una tarea posible de superación del individualismo del hombre de final de la Modernidad, todo ello teniendo en cuenta precisamente los caracteres nuevos que desde la globalización y las nuevas tecnologías se presentan al hombre contemporáneo.

solamente referida a un criterio de eficacia social sino a la forma empírica en la que el hombre juega el juego de su vida, es decir, en relación a los demás hombres iguales a él y a la naturaleza, en cuanto ámbitos básicos de su proyección en su mundo. De esta manera, encontramos una relación biunívoca importante: la dimensión personal exige la solidaridad y ésta remite derechamente a aquella.

Pero, básicamente, ¿qué significa solidaridad como vector ético? Conscientemente habíamos evitado la pregunta directa hasta ahora porque creíamos que su respuesta necesitaba de la dimensión personal para adquirir su más justa significación. En primera aproximación no sería arriesgado decir que solidaridad significa compartir, ser capaz de adhesión a lo otro, entregar algo de lo propio. Pero, ¿compartir qué?, ¿adherirse a qué cosa? La respuesta no parece ser otra, según los términos en los que nos hemos movido hasta aquí, que compartir la propia existencia, la vida de uno mismo, y adherirse a la causa del otro que es también persona. Y la causa del otro es equivalente a la mía, o sea, conseguir la autorrealización que comporta el bien-estar en el mundo, en la vida de cada uno. Adherirse al otro, que también es persona, significa laborar juntos por su existencia y bien-estar, encarar coordinadamente el proyecto de cada uno en el mundo; en suma, utilizando una expresión coloquial, hacer ambos por la vida de cada uno de forma recíproca. Como antes, debido a dificultades de todo género, se darán múltiples grados de realización de la solidaridad, pero eso no obsta para que la solidaridad pueda ser entendida así, sino que muestra igualmente su carácter humano primordial, o sea, de «búsqueda sin fin».

Lo importante en este momento es percatarse de que la sociedad tecnológica globalizada exige para su progresión —la cual ha de ser global pues a nivel social si la sociedad se globaliza no caben progresiones «parciales» de permanencia eficaz precisamente por la estructura misma de la globalización— la presencia del vector solidaridad, y, en consecuencia, el respeto a la dimensión personal, debido a la relación biunívoca existente entre ambos. Entonces, ¿es la sociedad tecnológica global una sociedad despersonalizada? La respuesta es obvia: en la medida en que se actúe según las exigencias del vector solidaridad no sólo no lo será sino que podrá contribuir al enriquecimiento de la dimensión personal de los seres humanos, y en la medida en que esté ausente se convertirá en una organización

social ajena al hombre como persona. En esta línea, la instauración de una sociedad tecnológica no conlleva necesariamente un proceso de despersonalización, sino que su justo sentido es el de abrir oportunidades históricas nuevas al hombre en cuanto persona. Dependerá del hombre el sesgo que pueda ir tomando, lo cual no es precisamente una novedad... Lo que intentamos destacar es que no existe un determinismo social impulsado por la tecnología y la globalización, como algunos quieren ver⁸ y los medios de comunicación denuncian muchas veces con cierta complacencia morbosa, sino que también es posible en ella la realización de una vida humana de persona en cuanto valor moral radical. Por supuesto, no negamos los peligros y los elementos negativos de la sociedad tecnológica, es más, de ahí hemos arrancado en buena parte para escribir estas páginas, pero deseamos mostrar que también ahora hay vías airosas de salida a aquellos. Y, obviamente, esto no es un «optimismo tecnológico» en lo social. Ni pesimismo ni optimismo, sino reconocimiento de una situación y estudio de sus posibilidades según las reglas del juego de dicha situación⁹.

Pero la solidaridad y la dimensión personal no se agota en la realidad de los otros seres humanos como personas. El otro capítulo del mundo del hombre referido más arriba es el de la naturaleza. Y aquí también puede hacerse un razonamiento semejante al anterior aunque no exactamente paralelo. Ya dijimos antes que la solidaridad ha de ser global con el mundo en su conjunto, de ahí que también deba extenderse a la naturaleza y lo que ella contiene y desarrolla como principal, es decir, la vida. Tanto más en una sociedad tecnológica dado que los avances técnicos poseen hoy tales efectos sobre ella como no han existido en ningún momento antes de la historia humana. La naturaleza es el espacio físico de desarrollo del ser humano individual y colectivamente, constituye el soporte material para la realización del proyecto existencial humano y, por tanto, entra a formar parte en el bien-estar del hombre en su mundo. Por

⁸ Claramente el ya citado J. Ellul y otros autores señalados en otras citas de los dos anteriores capítulos. También se aprecia un cierto pesimismo, que no compartimos en su totalidad, en I. RAMONET, *La tiranía de la comunicación*, Debate, Madrid, 1998. Un conjunto de distintos ensayos sobre la interacción tecnología-sociedad sin predominio de ese pesimismo puede verse en F. BRONCANO (ed.), *Nuevas meditaciones sobre la técnica*, Trotta, Madrid, 1995.

⁹ Como complemento de estas afirmaciones, véase M. R. SMITH, L. MARX, *Historia y determinismo tecnológico*, op. cit.

tanto, la relacionalidad constitutiva del ser humano como persona también posee una dirección muy definida hacia ella. Por supuesto, esto siempre ha sido así en cuanto que se deriva de la estructura ontológica y existencial del ser humano, o, al menos, así debiera haber sido. Y si la relacionalidad desemboca en el vector solidaridad también ha de poder hablarse de solidaridad con la naturaleza, pues la solidaridad es la primera de sus consecuencias en el terreno ético¹⁰.

Ahora bien, ¿qué quiere decir solidaridad con la naturaleza? Como antes, podemos entrar en el asunto a través de los mismos instrumentos, o sea, el compartir y el adherirse. Pero, entonces, ¿qué sentido tiene afirmar el compartir con la naturaleza y el adherirse a ella? En primer lugar, adecuarla a la vida humana y a la necesidad de bien-estar existencial del hombre, o sea, aprovechar sus recursos y, en cierta medida, defenderse de ella cuando las circunstancias lo exijan. Esto ha de ser así porque de lo que se trata es de aunar vida humana y naturaleza física, y no dejarse vencer por ésta, como parecen a veces propugnar algunas posiciones ecologistas extremas. Pero, en segundo lugar, la relación de solidaridad aquí ha de respetar la estructura básica de esa naturaleza y de lo que encierra y produce, pues de lo contrario se agotaría la capacidad de la naturaleza como soporte material del entorno humano. En aspectos importantes esto está ocurriendo hoy día a causa de la contaminación ambiental, la esquilación de los territorios agrícolas, la desaparición de especies animales y vegetales, etc. Y, obviamente, la naturaleza se «defiende» de la agresión indiscriminada e innecesaria produciendo, entre otras cosas, desertización progresiva, calentamiento atmosférico, alteración de las condiciones climatológicas, etc.

Ahora bien, lo realmente importante ahora es percatarse de que la preservación de la estructura básica de la naturaleza se justifica no ya porque ésta pueda considerarse algo valioso en sí mismo. Ésta sería una línea de argumentación posible, pero ajena en buena medida a nuestra metodología inspirada pragmáticamente, pues constituiría un ejemplo de análisis teórico cuasi puro, que nosotros estamos admitiendo no como tal sino en continuidad con

¹⁰ Es éste uno de los aspectos primordiales que se derivan de la nueva «ética medioambiental». Al respecto, hay que destacar la posición de E. KATZ en *Nature as Object... op. cit.* En realidad, esta obra desarrolla, como dice C. Mitcham, una filosofía «nature-centered», yendo mucho más allá que una ética aplicada, pudiéndose obtener de ella múltiples derivaciones para otras ramas del pensamiento.

la dimensión pragmática de nuestro método. De lo que se trata es de comprender que la preservación de la naturaleza se justifica plenamente porque es imprescindible para la vida humana y su bien-estar existencial. De no producirse esa preservación acabaría por destruirse el espacio físico-material en donde tiene que hacerse la vida humana. La solidaridad con la naturaleza queda anclada así en la vida humana y desde la vida humana. La argumentación teórica podrá ser válida sin duda, pero aquí no buscamos sólo su validez sino la *eficacia social posible* de los argumentos. De ahí que, coherentes con nuestro método, centremos la solidaridad con la naturaleza más bien en su significación para la vida humana, sin por eso desdeñar otras posibles argumentaciones que ocuparían otro lugar más adelante al ser de raigambre más teórica¹¹. La solidaridad, pues, exige la protección de la naturaleza porque constituye la superficie material de ubicación de la vida humana y del bien-estar del hombre en su mundo, y muchas de sus estructuras básicas corren peligro de alteración profunda con consecuencias desastrosas para esa vida humana de la que toma su sentido en buena parte —aunque no sea la única—. He aquí, pues, otra concreción relevante del vector solidaridad que encontramos primordial para la progresión de una sociedad tecnológica globalizada.

O, dicho de otro modo, la naturaleza contemplada desde la óptica de la relacionalidad y solidaridad del hombre exige ser considerada como *hogar humano*, como *oikos* y no como lugar de dominación. En esto, el cambio que se requiere respecto de la Modernidad es en verdad radical. Y justamente en el momento en que el poder del hombre sobre el mundo ha alcanzado un cénit impensable hace tan sólo algunos lustros. La conciencia generalizada que heredamos del final de la Modernidad de las relaciones entre el hombre y la naturaleza es la de una clara subordinación de la segunda al primero, de tal manera que en cualquier conflicto entre ambos debían prevalecer los deseos del hombre a toda costa. Conforme ha ido desarrollándose el poder humano de transformación y manipulación del entorno físico-natural se ha podido ir aprendiendo cómo una actitud tal desemboca en peligrosas consecuencias

¹¹ Quizás con esto nos pongamos en el punto de mira de una dura crítica ecologista, pero, insisto, se trata de ser eficaz primordialmente. Y, seamos sinceros, ¿qué futuro tendría en el hombre de hoy, a nivel colectivo, la justificación de la preservación de la naturaleza porque ésta es un bien en sí mismo independientemente de la vida de ese hombre?

no sólo para la integridad de la naturaleza ya a niveles básicos, sino también, y es lo más importante, para la misma vida humana que se asienta sobre ella como soporte material imprescindible. De lo que se trata aquí es de impulsar un cambio de mentalidad exigido por el paso a una sociedad tecnológica, ya que la subordinación mencionada ha llegado a la explotación de la naturaleza como regla de comportamiento adecuada y «natural». Esta situación ha podido mantenerse sin demasiadas consecuencias negativas durante algunos siglos en los que la incidencia del poder humano no sobrepasaba ciertos límites críticos respecto de la naturaleza, pero ya en el último tercio del siglo XX se ha podido constatar que tales límites han sido sobrepasados, y, entonces, se han comenzado a producir efectos indeseables que afectan a la vida humana sobre todo a medio y largo plazo —empobrecimiento del suelo, variación de las temperaturas medias, etc.—, con las graves consecuencias que todo ello origina para el asentamiento del hombre en su entorno. Por todo el planeta se han alzado voces denunciando estos peligros e incluso se han promovido iniciativas correctoras, pero su eficacia concreta deja mucho que desear hasta la fecha¹².

En el fondo, lo que viene exigido ahora es proceder a una variación de base respecto a cómo debe entenderse la relación hombre-naturaleza. Pues en la actualidad no es posible ya mantener como paradigma el «criterio» de dominio y explotación del hombre sobre su entorno natural, ya que podrían desmoronarse en breve espacio de tiempo los cimientos físico-materiales de la vida humana y hacer peligrar buena parte del bien-estar indudablemente conseguido hasta ahora, al menos parcialmente. La idea de que la naturaleza está «al servicio» del hombre se presenta hoy como una idea caduca, no sólo porque de seguir así las cosas medioambientales irán de mal en peor con el consiguiente perjuicio final para el hombre, sino porque, empleando de nuevo nuestra metodología, no es eficaz para resolver los problemas planteados con el acrecentamiento del poder tecnológico. Utilizando un símil científico se podría decir que la estabilidad imprescindible para el sistema medioambiental global se encuentra perturbada cerca de su límite crítico, porque se producen acumulaciones enormes de neguentropía en

¹² Las cumbres de Río de Janeiro y Buenos Aires, por ejemplo, son hechos muy positivos al respecto, pero su influencia práctica es hasta ahora mínima, y sus dificultades para ir más allá son desde luego extraordinarias en la práctica.

ciertas zonas desarrolladas con el consiguiente aumento de entropía en las restantes zonas, y un desequilibrio tal de modo continuado y creciente conduciría antes o después al colapso del sistema global.

Ahora bien, ¿significa esto que ahora es el hombre el que ha de ponerse «al servicio» de la naturaleza? No. Pues no se trata de invertir el sentido de la relación, ya que ello traería consigo demasiadas renunciadas en la práctica que difícilmente el hombre, individual o colectivamente considerado, podría aceptar; es decir, sería de nuevo algo ineficaz por imposibilidad concreta de realización.

También aquí el vector solidaridad puede indicarnos una vía razonable, ya que de lo que se trata es de producir una *integración* de ambos polos y no una subsunción de un polo en otro, cualesquiera que sean. La solidaridad define una trayectoria de reciprocidad, como hemos apuntado antes, lo cual quiere decir que el «compartir» y el «adherirse» a lo otro deben realizarse en doble dirección, o sea, del hombre a la naturaleza y de la naturaleza al hombre. Sólo así alcanzará el vector solidaridad uno de sus sentidos fundamentales, a saber, el sentido primordial de eficacia. La maximización de valores, también en este caso, impone por motivos de eficacia una integración global de todos los implicados para poder ser aceptada como regla de actuación. ¿Qué sentido de «hogar» para el hombre tendría una naturaleza que impusiera todos sus «preceptos» a ese hombre que busca primordialmente su bien-estar existencial? Poco o ninguno. Y, obviamente, el hombre no estaría dispuesto a someterse a tal relación con la naturaleza, máxime si se sabe portador de poderes fácticos muy elevados y eficaces. La naturaleza entendida como «hogar» implica, en su recta concepción, ser hogar global, es decir, implica integrar la globalidad de los elementos y valores propios de todos los factores con ella relacionados, de lo contrario sería inviable una salida eficaz a los asuntos planteados.

De ahí que el ecologismo radical, al que ya hemos aludido en varias ocasiones, deba ser corregido en la práctica concreta no tanto por razones ideológicas sino sencillamente porque a la postre resulta ineficaz, y esto sería lo realmente imperdonable en una situación de alerta medioambiental como la presente. La conciencia ecológica está cumpliendo una función histórica trascendental en nuestros días al socavar justificadamente la relación hombre-naturaleza entendida como dominio y explotación de esta última, y por ello ha de ser promovida continuamente. Desde nuestra perspectiva «pragmática» se apoyaría sin duda en las exigencias del vector so-

lidaridad aplicado en este campo, y precisamente por motivos de eficacia, tal conciencia ecológica debe evitar una radicalización fundamentalista que la convirtiera en algo inviable. Si se acepta que el sistema medioambiental es un sistema globalizado también, como en verdad lo es, entonces tal globalización ha de integrar la totalidad, y no privilegiar uno de los elementos del juego¹³.

En toda esta reflexión, lo importante nuevamente es percatarse de que el valor ético es introducido por motivos pragmáticos, o sea, porque la práctica de una relación hombre-naturaleza entendida esta última como «hogar humano» contribuye al bien-estar del hombre en su mundo, por lo que no llevarla a cabo sería, además de una merma ética, una insensatez en grado de excelencia. Conviene recordar también en este caso que, como ya dijimos en el capítulo anterior, no basta sólo con reconocer todo esto, sino que se necesita lógicamente la *voluntad* de hacerlo. Un ecologismo intelectualista justificado por motivos «pragmáticos» sería tan sólo una ilusión si se quedara ahí, pues una vez aceptado lo que debe hacerse —por lo motivos que fueren— hay que llevarlo a cabo realmente. Esta insistencia cobra especial relevancia en este caso de la relación hombre-naturaleza, ya que de lo que se trata fundamentalmente es de actuar, pues poco espacio para la discusión queda ya una vez constatados los efectos perniciosos en el medio ambiente. Y también porque en la resolución del problema no se implican solamente factores ético-ambientales, sino factores sociales, políticos y económicos, que hacen indiscutiblemente intrincado su tratamiento¹⁴. La índole de tales factores no hace sino mostrarnos que el asunto es ya asunto de voluntades y no de teorías.

Finalmente, cabe destacar que los valores en el problema medioambiental, desde nuestra perspectiva, se asocian claramente

¹³ Se podría argüir que en algunos problemas concretos la alerta es ya alerta «roja», y que aquí se requeriría una «subordinación» del hombre. No negamos que tales situaciones puedan existir ya, pero eso no invalida el sentido general indicado de la relación hombre-naturaleza, ya que se trataría de «situaciones de excepción», y también el vector solidaridad sería compatible con el «principio» de que situaciones excepcionales exigen remedios igualmente excepcionales.

¹⁴ Muestra de esta dificultad es, por ejemplo, el caso de las emanaciones de *sprays* que son una de las causas del «agujero de ozono». La reducción del uso de tales artefactos es imperiosa, pero, al mismo tiempo, obliga a un reciclaje de ciertas industrias, lo que incide en el sistema económico, que a su vez se refleja en el campo social-laboral, etc. La «globalización» del problema se aprecia aquí, y en todos los conflictos medioambientales, de forma implacable.

ÉTICA, TECNOLOGÍA Y VALORES EN LA SOCIEDAD GLOBAL

con la dimensión del hombre como persona. En efecto, pues si característico de la persona es constituir un proyecto de futuro y trascenderse a sí misma (ir más allá de sí), y dado que la naturaleza es el soporte material de la realización de la vida humana, entonces los valores del medio ambiente son también valores conectados con la dimensión personal, o, dicho de otro modo, valores necesarios para una *vida personal*, es decir, de la vida del hombre como persona. Esto es importante porque ensancha sobremanera la significación del término persona respecto de su comprensión tradicional, en la que tales determinaciones éticas, aunque estaban tal vez implícitas, eran secundarias a causa de la débil referencia al mundo que mostraba esa concepción tradicional, como ya se señaló con anterioridad. Tanto el intelectualismo de la misma, fruto lógico de la cultura de buena parte de la Modernidad, como la relativa poca incidencia del poder tecnológico transformador y manipulador del hombre de épocas precedentes, explican las escasas referencias éticas respecto del medio ambiente y la naturaleza. Ahora, por el contrario, desde otra perspectiva —que quiere eludir el peligro de tal intelectualismo— y otras circunstancias históricas diferentes, se hace necesario ahondar en la dimensión del hombre como persona por caminos que, integrando en buena medida los anteriores, se adecuen a la situación global del mundo del hombre contemporáneo. Y todavía habrá que continuar indagando en estas nuevas direcciones sobrevenidas con nuestro tiempo histórico.

CAJA
215-A BIS
V. II

FACULTAD DE INGENIERIA UNAM.



G.- 611341

ULTAP

ción de