

00881
2ej. y

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ECONOMIA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ENERGIA Y TERCERA REVOLUCION INDUSTRIAL

Contradicciones del desarrollo derivadas de la
revolución científicotécnica

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS QUE PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR EN ECONOMIA

PRESENTA EL MAESTRO MANUEL CAZADERO FLORES



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

INTRODUCCION A LA PRIMERA PARTE	1
CAPITULO PRIMERO LA REVOLUCION INDUSTRIAL COMO ESTRUCTURA DE INNOVACIONES TECNOLOGICAS ..	4
CAPITULO SEGUNDO LA REVOLUCION INDUSTRIAL COMO CAMBIO ESTRUCTURAL GLOBAL	36
CAPITULO TERCERO LA REVOLUCION INDUSTRIAL COMO METAMORFOSIS DE LA ECONOMIA MUNDIAL	73
CAPITULO CUARTO LA SEGUNDA REVOLUCION INDUSTRIAL	131
CAPITULO QUINTO ENERGIA Y SEGUNDA REVOLUCION INDUSTRIAL	175
INTRODUCCION A LA SEGUNDA PARTE	204
CAPITULO SEXTO SOCIEDAD INFORMATIZADA Y TERCERA REVOLUCION INDUSTRIAL	212
CAPITULO SEPTIMO ENERGIA Y TERCERA REVOLUCION INDUSTRIAL	244
CAPITULO OCTAVO ENERGIA DIVERSIFICADA Y TERCERA REVOLUCION INDUSTRIAL	272
CAPITULO NOVENO CONTRADICCIONES EN LA TERCERA REVOLUCION INDUSTRIAL	318
BIBLIOGRAFIA CITADA	376

INTRODUCCION A LA PRIMERA PARTE

Entre los múltiples temas que en forma de interrogantes se plantean actualmente a la Economía en particular y a las ciencias sociales en general hay algunos de naturaleza candente que serán objeto de análisis en este trabajo. El primero sería como explicar los continuos cambios que experimentan las sociedades en todo el mundo y que implica tanto profundas transformaciones en la forma de vida de los individuos que las integran, como grandes mutaciones en la correlación de fuerzas entre los países. Un segundo tema es la crisis que sufren hoy día las naciones cualquiera que sea la forma de organización social que tengan y que se percibe en el continuo reclamo por la renovación social, sea ésta por medios pacíficos e institucionales o a través de la violencia y el reemplazo de unas instituciones por otras. Un tercer tema está planteado por el papel que la ciencia y la tecnología tienen en la sociedad, tanto desde el punto de vista del análisis acerca de los orígenes de estos factores, como de las consecuencias que su irresistible avance tienen en las transformaciones sociales. Una cuarta cuestión de grande y dolorosa importancia es la división de la humanidad en naciones desarro-

lladas y subdesarrolladas.

Son varios los instrumentales teóricos con los que se pueden abordar estos temas y las interrogantes que implican. El autor de este análisis, sin desestimar otros instrumentos metodológicos, considera que el método que tiene mayor fuerza explicativa es el centrado en la categoría de revolución industrial. A lo largo de la existencia humana han surgido grandes revoluciones productivas como las llamadas revolución neolítica y revolución urbana, cuyo efecto ha sido transformar la vida de los hombres en una forma mucho más profunda y duradera que lo que han hecho acontecimientos muy importantes pero de otra índole, tales como las grandes guerras. La tesis básica que sirve de marco teórico a nuestro análisis es que en los últimos doscientos años se han producido dos grandes transformaciones productivas que han adoptado la forma de revoluciones industriales y que, actualmente, el sistema económico mundial está en tránsito hacia una Tercera Revolución Industrial.

Es pues el objetivo de este trabajo analizar esa Tercera Revolución Industrial hacia la cual parece dirigirse irreversiblemente el sistema económico mundial. Sin embargo, para lograr un mejor conocimiento de este fenómeno cuyos elementos apenas comienzan a delinearse con claridad, consideramos indispensable hacer un examen previo de las dos primeras revoluciones industriales con el objeto de encontrar los elementos esenciales que constituyen estos procesos transformadores de la sociedad y al mismo tiempo entender mejor la

naturaleza del mundo en que vivimos, que es el que nos han heredado esas dos revoluciones y que inevitablemente es el punto de partida para la Tercera. Esta Primera Parte se dedicará, pues, al análisis de las dos primeras revoluciones industriales.

Como el objeto de estudio de este trabajo es tan vasto, hemos creído necesario privilegiar uno de los factores que componen la compleja estructura que lo constituye, para que sirva de hilo conductor a través del examen de conjuntos de gran complejidad. Este elemento privilegiado es la energía. En efecto, como quedará ampliamente demostrado a lo largo del trabajo, cada una de las revoluciones industriales se caracteriza por generar una base energética nueva que la hace posible. Esta posición central que otorgamos a la energía no significa que nos desentenderemos de los demás factores; por el contrario, como se hará abundantemente claro a lo largo de los capítulos que siguen, es el carácter estructural de las revoluciones industriales, las cuales constituyen una totalidad, lo que hace que resulten inteligibles únicamente si se las examina como tales.

CAPITULO PRIMERO

LA REVOLUCION INDUSTRIAL COMO ESTRUCTURA DE INNOVACIONES TECNOLOGICAS

El cambio tecnológico es un determinante importante del crecimiento de las economías más dinámicas y las fuerzas que lo modelan son, por lo menos en gran medida, económicas, de manera que dista mucho de ser una variable exógena.

Nathan Rosenberg(1)

I

Al aproximarse el siglo XXI el sistema económico mundial es víctima de una tendencia depresiva generalizada que tuvo sus primeras manifestaciones hacia finales de la década de los años sesenta y que afecta en diversas formas y con diferentes grados de intensidad a todos los países que lo integran. Los fenómenos que caracterizan esta crisis son bien conocidos: tasas reducidas de crecimiento en la producción, decadencia industrial de vastas regiones o de países enteros, desorden financiero internacional y otros más, todos los cuales tienen repercusiones negativas en los ámbitos social y político. Esta situación de estancamiento y crisis contrasta notablemente con la prosperidad y el dinámico crecimiento que existieron en los veinte años anteriores que presentan un panorama opuesto en todos los rubros mencionados(2).

La alternancia de épocas de prosperidad con épocas depresivas no es, desde luego, un fenómeno reciente sino que ha sido conocido desde la antigüedad. En las sociedades preindustriales dicha alternancia se debía a fenómenos extraeconómicos como condiciones climáticas adversas, guerras, etcétera; por el contrario, después de la Revolución Industrial esas oscilaciones responden a las características del funcionamiento de la estructura económica misma y han dado lugar a la teoría de los ciclos económicos. En efecto, tan solo unas décadas después de iniciada la industrialización de Francia, Clément Juglar detectaba que en la sociedad de su país se producían crisis periódicas que no respondían a los factores exógenos tradicionales sino a causas inherentes a la sociedad industrializada. El estudio de los casos de Inglaterra y Estados Unidos confirmó los resultados obtenidos en el examen de la economía francesa y le permitió elaborar una tesis de carácter general que publicó en 1862 en un libro con el significativo título de Des crises commerciales et leur retour périodique en France, en Angleterre et aux Etats Unis(3). En reconocimiento al mérito del economista francés el ciclo económico identificado por él fue posteriormente bautizado con su nombre. Más tarde, otros especialistas identificaron otros ciclos de duraciones diferentes al descubierto por Juglar y los cuales hoy día también se conocen con los nombres de quienes primero los estudiaron en forma sistemática como ciclos Kitchin, Kuznets y Kondratieff.

El ciclo Kondratieff llamado también ciclo largo dada su duración de entre 45 y 60 años ha recibido una considerable

atención en la literatura económica de los últimos años como un marco teórico particularmente atractivo para el análisis de la actual tendencia recesiva dada la amplitud temporal de ésta, la cual rebasa con mucho la correspondiente a los otros ciclos. En este trabajo tendremos ocasión de referirnos a la teoría de los ciclos y en especial al de larga duración, sin embargo, es el propósito del mismo presentar una explicación del actual funcionamiento del sistema económico mundial diferente y basada en una categoría que supone la existencia de una sucesión de tres revoluciones industriales. Es muy importante aclarar que la explicación que se ofrece no tiene un carácter alternativo en relación a las teorías de los ciclos económicos, sino que, por el contrario, es de naturaleza envolvente. Esto significa que sin desestimar o prejuzgar sobre la validez de los distintos planteamientos hechos en las teorías mencionadas, proporciona una tesis que tiene una mayor fuerza explicativa que permite una comprensión más satisfactoria del funcionamiento de la economía mundial y de la coyuntura por la que actualmente atraviesa ésta.

Cuando se habla de la Revolución Industrial en singular y como un nombre propio, se hace referencia "a la gigantesca transformación, sin precedente en la historia de la humanidad que entre 1780 y 1850, en menos de tres generaciones, cambió el aspecto de Inglaterra" (4). Un hombre de la Roma imperial que hubiese sido trasladado al mundo inglés de principios del siglo XVIII, nos dice Carlo M. Cipolla, autor de la cita anterior, no tendría demasiada dificultad en adaptarse dada la lentitud de las trans-

formaciones sufridas por la sociedad en esos casi dos milenios, continuidad que fue rota por los grandes cambios ocurridos a partir de 1780. Esta ruptura se reflejó en el campo del conocimiento: antes de la Revolución Industrial se podían consultar con propósitos prácticos las obras de los científicos y técnicos de la Antigüedad, mientras que después de ella sólo se estudiaron por su interés histórico. El pasado en 1850, concluye Cipolla, no era únicamente pasado sino que estaba muerto(5).

La Revolución Industrial consta de dos partes que si bien se dan unidas indisolublemente en un proceso único y en donde cada una es condición indispensable de la otra, en el análisis es posible diferenciarlas para facilitar el mismo. La primera parte esta constituida por un paquete de innovaciones tecnológicas de gran importancia que generan productos o servicios nuevos, al mismo tiempo que transforman los procesos productivos potenciando en forma sin precedente la capacidad productiva. La otra parte consta de una serie de transformaciones muy profundas que experimentan las naciones y que modifican esencialmente su relación con el entorno natural, su sistema económico, su estructura social, sus instituciones políticas y su ideología tanto en el nivel consciente y racional como en el del inconsciente. El resultado final es el surgimiento de un mundo que resulta nuevo en todos los niveles de la actividad social del hombre y separado por una brecha insalvable del que existía antes de la Revolución Industrial. Se trató de un proceso irreversible que se produjo primero en Inglaterra y después se hizo extensivo a otros países entre los que destacaron durante el curso del siglo XIX, Francia, Alemania y

Estados Unidos.

Para el propósito de este análisis, el término revolución industrial tendrá un significado un poco diferente al que se le asigna en la abundante bibliografía existente sobre el tema. La razón para adoptar esta nueva perspectiva se hará evidente a lo largo de este trabajo.

En primer lugar, consideramos que la Revolución Industrial fue un proceso que no se limitó a Inglaterra o a los países que se industrializaron siguiendo su ejemplo, sino que se trató de un fenómeno de alcances planetarios que afectó, en mayor o menor medida, prácticamente a todas las naciones y sociedades del mundo. La nueva planta industrial tenía una capacidad productiva sin precedente que demandaba un enorme y confiable abasto de materias primas y de amplios mercados capaces de absorber una producción potenciada. Comenzando por Inglaterra, y con la relativa y temporal excepción de Estados Unidos, los países que se industrializaron encontraban insuficientes las capacidades de sus territorios para hacer frente a las necesidades que se les plantearon en ambos rubros por lo que generaron una acción a escala mundial para conseguirlo. El propio proceso industrializador les proporcionaba la fuerza necesaria para vencer las resistencias que se opusieron a la expansión de su influencia. El resultado fue que los países y regiones no industrializados que constituían una porción abrumadoramente mayoritaria tanto de la superficie como de la población del mundo, también experimentaron grandes cambios económicos, sociales, ideológicos, etcétera, que los

transformaron. Podemos sintetizar lo anterior afirmando que es incorrecto decir, como se hace tradicionalmente, que la Revolución Industrial se dio en Inglaterra o en un pequeño número de países que se industrializaron, sino que la realidad es que ese proceso se dio en todo el planeta Tierra.

La segunda divergencia en el uso del término se deriva directamente de la anterior. Como la Revolución Industrial fue un proceso que afectó al sistema económico mundial en su conjunto, las fechas que corresponden a sus límites son diferentes a las tradicionales que toman como base la transformación de la economía y de la sociedad inglesas. Ya hemos tenido ocasión de ver las fechas propuestas por Cipolla, con ligeras diferencias otros autores manejan cifras parecidas; así, T. S. Ashton propone los años de 1760 y 1830 como límites del proceso(6). Para nosotros el periodo alrededor de 1780 se mantiene como el correspondiente para la iniciación del proceso citado pero en cambio su término lo desplazamos hasta la primera década del siglo XX cuando muchas de las potencialidades dinamizadoras del paquete de innovaciones técnicas que forman el núcleo de la Revolución se agotan.

Por último, la tercera diferencia estriba en que no consideramos una revolución sino tres, de manera, que aquella a que se hace referencia al hablar de la Revolución Industrial se convierte para nosotros en la Primera Revolución Industrial o PRI en forma abreviada. Esta fue seguida en el siglo XX por una Segunda Revolución Industrial o SRI que iniciándose aproximadamente con el siglo, mostró señales de agotamiento en la década

de los años sesenta y tiene como base una constelación de innovaciones tecnológicas diferente al de la primera. Y, finalmente, tendríamos la Tercera Revolución Industrial o TRI, la cual está actualmente en sus fases iniciales. Las dos últimas revoluciones son en mayor medida que la primera procesos de alcance mundial que afectan al planeta entero.

II

El progreso técnico es uno de los factores más importantes del desarrollo económico y como ya se ha dicho, un paquete de innovaciones tecnológicas es la base de cada una de las revoluciones industriales. En estas condiciones parecería lógico que la ciencia económica dedicara un gran esfuerzo para analizar la interacción entre el cambio tecnológico y la economía de una sociedad, pero no ha sido así. El estudio que la Teoría Económica ha realizado de este tema medular ha sido realmente escaso, aun cuando algunos de los cerebros más brillantes que han cultivado la Economía si lo han abordado y de esta manera tenemos que David Ricardo en su Principles of Political Economy publicado en 1821, J. S. Mill en una obra homónima de 1848, Carlos Marx en El Capital publicado entre 1867 y 1894, Joseph Schumpeter en su The Theory of Economic Development aparecida originalmente en 1911 y Pigou en su The Economics of Welfare de 1920, hicieron las contribuciones más antiguas en este terreno(7). Posteriormente se han continuado los estudios pero sin que la ciencia económica en su conjunto le haya otorgado la importancia que merece. Esta importancia que

atribuimos al progreso tecnológico en el desarrollo, no significa que consideremos que constituye un factor autónomo que determine la evolución de la base económica, por el contrario, el núcleo mismo del marco teórico que utilizamos en este análisis está constituido por el axioma de que la ciencia y la tecnología son variables pertenecientes a una compleja matriz en la que existen otras muchas variables de diverso carácter, ecológico, económico, social, político, ideológico, etcétera y que en ese conjunto la ciencia y la tecnología tienen una serie de vínculos con el resto que las convierten simultáneamente en elementos determinantes y determinados(8).

En el análisis de la interrelación entre el progreso científico y tecnológico y el desarrollo, el elemento más importante es la distinción entre invento por una parte e innovación o cambio tecnológico por la otra. Schumpeter enfatiza la diferencia cuando afirma que la innovación es posible sin que exista algo identificable como invención, mientras que, por otra parte, la invención puede no producir efectos económicamente importantes(9). Efectivamente, el invento es el resultado de un acto de intuición creativa de la mente humana que produce algo nuevo, mientras que la innovación o cambio tecnológico es un reordenamiento de los procesos productivos provocada por cualquier causa y cuyo resultado tiene importancia económica pues genera un cambio en la función de producción.

Al llegar a este punto conviene aclarar que este cambio en el proceso productivo es lo que Schumpeter llama innovación cuando afirma que "simplemente definiremos la innovación como la creación

de una nueva función de producción"(10); por otra parte autores más recientes como Solow o Rosenberg prefieren utilizar las expresiones cambio técnico o cambio tecnológico para designar el mismo fenómeno y, así, Solow escribe "estoy empleando la frase cambio técnico como una expresión 'abreviada' para referirme a cualquier clase de desplazamiento de la función de producción" mientras que Rosenberg dice que "el intento de cuantificación de la contribución del cambio tecnológico al crecimiento económico empezó con la publicación del ensayo de Solow en 1957"(11). Por nuestra parte nosotros utilizaremos las tres expresiones en forma intercambiable a lo largo de este trabajo, evitando introducirnos en una discusión acerca de los méritos que pueda tener el uso de cada una de ellas.

Dentro del paquete de innovaciones tecnológicas que provocaron la PRI tuvo un papel de primera importancia la máquina de vapor y el examen de su desarrollo arroja mucha luz sobre la naturaleza de estos procesos y muy especialmente sobre su carácter estructural. Efectivamente, Inglaterra desde finales del siglo XVII sufría la primera fase de una crisis en su relación con el entorno natural: el progreso económico que precedió a la industrialización consumía cantidades cada vez mayores de madera como combustible y produjo una deforestación que puso en peligro el futuro de las industrias del vidrio, la metalurgia y la construcción naval. Para mediados del siglo XVIII era necesario importar de los países escandinavos la madera necesaria para construir los mástiles de los barcos que eran la fuente de su prosperidad y poderío. La solución a este problema era emplear el carbón mineral

para substituir la madera como fuente energética(12). Pero este proceso substitutivo presentaba un nuevo problema, el de desarrollar una tecnología que permitiera bombear el agua de minas cada vez más profundas. Fueron las necesidades de los mineros que explotaban los yacimientos de Cornwall las que impulsaron a Thomas Savery a inventar en 1698 una máquina de vapor para el drenaje de las minas. La extrema ineficiencia de esta primera máquina hizo que se desarrollaran esfuerzos para lograr un progreso técnico y en 1708, Thomas Newcomen inventó un tipo diferente que se conoce como máquina de vapor atmosférica, que ya resultó práctica, por lo que su uso se difundió por diversas regiones. Como uno de los resultados de esa difusión la producción carbonífera inglesa que se ha estimado en 2.5 millones de toneladas anuales en 1700, se había incrementado hasta 4.5 millones en 1750(13). Este es un buen ejemplo de como un invento se transforma en cambio tecnológico.

Pese a sus cualidades, la máquina de vapor atmosférica era ineficiente y correspondió a James Watt inventar un modelo superior. El estudio de la máquina de Newcomen convenció a Watt de que su gran defecto consistía en que la condensación del vapor se realizaba dentro del cilindro motriz el cual debía enfriarse continuamente. El procedimiento disminuía notablemente la eficiencia en el uso del combustible. Después de varios meses de reflexionar, Watt encontró la solución en mayo de 1765, la cual consistió en añadir a la máquina un condensador externo en donde se licuara el vapor, por lo que ahora lejos de buscar enfriar el cilindro motriz se trataría de mantenerlo caliente. Después de

perfeccionar su creación, Watt la hizo patentar en 1769, fecha notable en la historia de la tecnología. En los años siguientes se organizó la producción industrial de máquinas de vapor del nuevo modelo, las cuales comenzaron a desplazar a las de tipo atmosférico. La superioridad del modelo de Watt era tan grande, que la compañía que se organizó en 1780 para su fabricación no vendía las máquinas sino que las instalaba gratuitamente en las empresas de sus clientes, quienes se obligaban a pagar una renta equivalente a un tercio del valor del combustible ahorrado en virtud de su mayor eficiencia y estas rentas llegaron a ser tan elevadas que muchos usuarios intentaron vanamente comprar los equipos ofreciendo grandes sumas de dinero(14). La Primera Revolución Industrial había encontrado así una de las piezas clave del paquete de innovaciones tecnológicas que le servirían de núcleo.

El desarrollo de la metalurgia fue otro elemento indispensable en la conformación de la PRI. Este avance está estrechamente vinculado y guarda muchos paralelismos con el de la máquina de vapor, según demuestra el análisis de Lilley. En efecto, la industria inglesa del hierro sufrió una larga decadencia que duró un siglo compuesto por los dos tercios finales del XVII y el primer tercio del XVIII, a medida que la producción iba siendo estrangulada por la escasez de madera combustible que sufría el país. El consumo de hierro, por el contrario, se incrementaba impulsado por el crecimiento de la economía inglesa y se hizo necesario importarlo de Suecia(15).

Esta relación desfavorable entre el progreso económico inglés y el entorno natural y que se manifestaba en una creciente y peligrosa deforestación fue señalada por Nef en 1932 y aún

cuando matizada su explicación sigue siendo válida(16). El gobierno inglés tomó conciencia desde el siglo XVI de la amenaza que implicaba para el futuro del país la devastación de los bosques y entre 1558 y 1588 tomó medidas draconianas para disminuir el consumo de madera, pero al mismo tiempo tenía presente que el desarrollo de Inglaterra dependía de encontrar una respuesta satisfactoria a la contradicción entre las necesidades de la industria del hierro y la preservación del entorno natural. La solución evidente al dilema era el uso del carbón mineral, ya utilizado en los procesos de forjado, para la fusión del hierro. La tecnología necesaria para lograr esto, sin embargo, no existía. Los documentos hablan elocuentemente de la larga lucha para lograr el avance tecnológico necesario: en 1550 se otorgó una patente a un individuo llamado Wynston y ésta es seguida por otras, en 1589 a Thomas Proctor y William Petersen, en 1607 a Robert Chandell, en 1612 a Simon Sturtevant, en 1613 a John Robinson, en 1622 a Lord Dudley, quien debido a ser propietario de empresas metalúrgicas parecía mejor equipado para tener éxito, pese a lo cual tampoco lo logra. Su hijo Dud Dudley continuó los trabajos sin conseguir su objetivo. En los años siguientes se expiden nuevas patentes y privilegios, en 1651 a Buck, en 1656 a Copeley en 1677 a Blavenstein, etcétera, siempre en búsqueda de una tecnología cuya existencia era cada vez más urgente para Inglaterra. Sin embargo, pese a las patentes y a las afirmaciones de los supuestos inventores no se logró obtener el avance tecnológico perseguido(17). Al iniciarse el siglo XVIII, como hemos visto, la industria inglesa del hierro estaba en crisis y ésta presentaba

una barrera infranqueable para el surgimiento de la Revolución Industrial.

A pesar de la larga historia de fracasos, la necesidad era tan grande, que los esfuerzos continuaron hasta tener éxito. En 1709, Abraham Darby produjo hierro fundido con carbón mineral. El metal producido era de baja calidad, pero por fortuna Darby era maestro fundidor y pudo dedicar su producto a la fabricación de pequeños objetos donde la calidad del material no era muy importante y esto hizo prosperar su empresa permitiéndole continuar sus experimentos. En 1722 la empresa de Darby produjo cilindros para la máquina de vapor de Newcomen que hasta ese momento eran hechos de latón lo que incrementaba mucho su precio(18). Con esto se cerró uno de los circuitos tecnológicos de la PRI: la tecnología de Darby permitía hacer económicamente las máquinas de vapor que requería la operación de las minas que proporcionaban el carbón que demandaba la metalurgia. La barrera se había roto.

Los esfuerzos para hacer avanzar la nueva tecnología fueron continuados por Abraham Darby II a fin de obtener un hierro fundido de mejor calidad que permitiese su conversión en hierro forjado, cosa que logró parcialmente hacia 1750, pero el triunfo total se obtuvo cuando Henry Cort perfeccionó en 1784 el proceso de pudelado para efectuar esa conversión. Mientras tanto el hierro fundido aumentaba continuamente de calidad y los diseñadores lo empleaban cada vez más en todo tipo de piezas de maquinaria: ejes para molinos de viento y de agua, para engranes, etcétera y en 1779, Abraham Darby III demostró sus nuevas posibilidades al

construir elementos estructurales de 70 pies de largo para el puente sobre el río Severn. Hacia 1790 el carbón mineral tenía ya el dominio de la industria del hierro inglesa(19). La batalla por liberar la industria metalúrgica de su dependencia de la madera se había ganado, al mismo tiempo que se constituía una pieza clave más de la PRI, como lo demuestran las cifras de los cuadros 1.1 y 1.2 que hacen patente, por una parte el crecimiento de la producción carbonífera lograda mediante el empleo, entre otros elementos de la máquina de vapor en las minas y que elevó la producción desde 2.5 millones de toneladas en 1700 hasta 16 millones en 1829 y, por otra parte, el desarrollo de la producción de hierro que creció de 18 mil toneladas en 1740 hasta 700 mil en 1830, como consecuencia del uso del carbón mineral, lo que, a su vez, permitía disponer del material empleado en la fabricación del equipo, incluyendo las bombas, que requerían la minas.

CUADRO 1.1

PRODUCCION DE CARBON MINERAL EN INGLATERRA 1700-1829

Años	1700	1750	1800	1829
Producción en millones de Tons.	2.5	4.75	10	16

Fuente: T.S. Ashton, La Revolución Industrial, trad. Francisco Cuevas Cancino, México, Fondo de Cultura Económica, 1973, p.50

El carácter estructural del paquete tecnológico se presenta, pues con toda claridad. Conviene hacer notar que de 1740 hasta 1780, la tasa anual de incremento de la producción de hierro era

de 2% y a partir de ese año y hasta 1830 dicha tasa se elevó hasta 6% lo que se refleja en las cifras del cuadro 1.2. Este notable avance en el desarrollo de la metalurgia se atribuye a la innovación derivada de la invención del proceso de pudelado por Henry Cort en la década de los años ochenta que constituyó un cambio tecnológico cualitativo similar al de la máquina de vapor de Watt. Todas estas cifras son desde luego estimaciones que carecen de la precisión de las estadísticas actuales pero que son suficientes para indicar la naturaleza del proceso.

CUADRO 1.2
PRODUCCION DE HIERRO EN INGLATERRA 1740-1830

Años	1740	1760	1780	1800	1820	1830
Producción en miles de Tons.	18	28	40	150	400	700

Fuente: Singer (ed.), A History of Technology, v.4, Oxford University Press, citado en Lilley, op.cit., p.201

Un tercer elemento que vino a complementar la estructura de innovaciones fue el avance registrado en la misma época en la fabricación de máquinas herramienta. Durante dos o tres siglos, el uso de este equipo se había difundido en los talleres y a mediados del siglo XVIII la mayoría de los procesos de maquinado de metales, torneado, perforado, fresado, forjado, etcétera, eran ya conocidos, sin embargo, la capacidad del equipo utilizado era todavía muy limitada por lo que se dedicaba a la producción de pequeños objetos de arte, piezas de relojería o instrumentos de precisión. Por otra parte, el hierro y el acero eran

poco utilizados y el metal más común en los trabajos de maquinado era el latón(20). Este rezago en el desarrollo de la tecnología para maquinar grandes piezas de hierro presentaba otra barrera para la PRI. Así, la ineficiencia de las máquinas de vapor no se debía únicamente a un diseño inadecuado sino también a la falta de precisión con que estaban terminados los cilindros que constituían su pieza principal. El avance industrial sólo sería factible si se disponía de máquinas herramienta con capacidad para maquinar objetos de metales duros de grandes dimensiones y con un grado de precisión satisfactorio.

El progreso requerido se produjo. En 1775, John Wilkinson, perfeccionó un procedimiento para el maquinado del interior de superficies cilíndricas de gran tamaño por medio de una máquina movida mediante el uso de energía hidráulica. Esto era justamente lo que urgía para la fabricación de los cilindros utilizados por Watt e inmediatamente se dedicó a su fabricación, de manera que en 1776, Boulton, el socio de Watt escribía que "el señor Wilkinson nos ha torneado numerosos cilindros casi sin error; así, los de 50 pulgadas (1.25 mts.) de diámetro interior, tienen una desviación en toda su longitud que no rebasa el espesor de un chelín antiguo". Durante los años siguientes Wilkinson fundió y torneó todos los cilindros empleados en las máquinas de vapor construidos por la empresa de Watt. Su equipo puede ser considerado la primera máquina herramienta industrial y con ella se abrió una nueva era que cambiaría al mundo en unas cuantas decenas de años(21). Otros inventores e industriales produjeron diversas máquinas herramienta con la capacidad y precisión

necesarias para la industria. Un eslabón más de la cadena de innovaciones se había integrado al conjunto. También conviene enfatizar, una vez más, el carácter recíproco de los nexos entre las innovaciones tecnológicas: las nuevas máquinas herramienta permitieron el terminado de las grandes piezas de hierro, como los cilindros, que requerían las máquinas de vapor, y éstas, a su vez, hicieron posible el movimiento de aquellas. De esta manera el paquete de innovaciones se va integrando como un conjunto cada vez más complejo y eficaz.

III

El conjunto de innovaciones descrito conforma la estructura de la industria pesada sobre la que se levanta otra estructura correspondiente a las industrias de bienes de consumo entre las que destacan los textiles. El desarrollo de la industria textil en el siglo XVIII presenta un complicado panorama en el que se combinan técnicas muy antiguas heredadas del Medioevo con tecnologías de punta y las artesanías tradicionales del trabajo doméstico coexisten con los modernos establecimientos fabriles. La fuerza laboral está compuesta más que en ningún otro sector por hombres y mujeres, lo mismo que grandes cantidades de niños y donde los cambios tecnológicos significan la riqueza para algunos y el desempleo permanente y el hambre para otros(22).

La industria textil siempre ha tenido tres sectores diferenciados: el hilado, el tejido y la coloración, cada uno con especificidades propias en tecnología y organización que requieren un examen atento para comprender las transformaciones de la PRI

en esta actividad primordial. Al iniciarse el siglo XVIII, la elaboración del hilo se hacía con técnicas extraordinariamente antiguas e ineficientes. Se empleaba el huso sencillito que servía lo mismo para hilar la lana que el lino y que se había heredado de la Edad Media y al cual se había añadido la rueca. Este estancamiento tecnológico y la ineficiencia resultante convirtieron la producción de hilo en el gran cuello de botella de la industria textil, ya que tanto la etapa precedente de la preparación de la fibra, como la siguiente del tejido, contaban con rendimientos superiores. Se estimaba que eran necesarios de ocho a diez hiladores para producir el hilo requerido por el trabajo de un sólo tejedor y la situación se tornaba aún más crítica si se tiene en cuenta que el hilo era producido casi exclusivamente por mujeres que trabajaban en el tiempo que les dejaba libre otras actividades, principalmente las agrícolas, en las que tenían que colaborar en el verano. El resultado era una escasez de hilo que ponía una barrera al desarrollo de toda la industria textil. La necesidad de un avance tecnológico que viniera a superar ese obstáculo era tan apremiante que la Society for the Encouragement of Arts, Manufactures and Commerce ofreció un premio a quien inventara una máquina hiladora. El carácter práctico de los caballeros que integraban esa institución se refleja en la regla que establecieron para atribuir el premio en caso de presentarse varios aspirantes y que lo concedía al equipo cuya simplicidad y bajo costo lo hicieran más atractivo(23).

La solución al problema la ofreció James Hargraves,

quien hacia 1764 construyó su famosa spinning jenny(24) por medio de la cual una mujer podía hilar ocho hilos a la vez. Esta máquina fue perfeccionada y se difundió rápidamente. El siguiente progreso tecnológico cualitativo fue el resultado del esfuerzo de Richard Arkwright quien patentó su invento en 1769. La máquina de Arkwright tenía dos ventajas sobre la jenny, la primera era que el hilado se realizaba en un proceso continuo y la segunda en que el equipo fue mecanizado por medio de la energía hidráulica, lo que le valió el nombre popular de water frame con el que fue conocida. La suerte de los dos hombres y sus inventos fue muy distinta. Mientras que Hargraves tuvo que enfrentar la furia de los trabajadores desempleados por su invención, así como litigios sobre su patente por parte de sus competidores quienes consiguieron anularla en 1770; Arkwright se asoció en 1771 con Skutt, rico industrial con quien instaló una fábrica en un sitio alejado de los conflictos sociales generados por la difusión de la nueva tecnología. Apenas un año más tarde la nueva empresa reportaba utilidades que rebasaban las predicciones más optimistas. La water frame fue fabricada en serie y sirvió para establecer nuevas fábricas y para reequipar las antiguas. Estas instalaciones produjeron ganancias extraordinarias a los ricos industriales principalmente en el ramo de los tejidos de algodón, pues los nuevos equipos permitían a un niño producir lo que requería el trabajo de diez obreros adultos utilizando los procesos anteriores(25).

Importantes como fueron estos avances, el hilo producido adolecía de defectos, el de la jenny tenía una torsión insatis-

factoria mientras que el de la water frame era demasiado rígido. Estas deficiencias alentaron a Samuel Crompton a iniciar en 1774 trabajos para obtener una máquina que las superara. El resultado de sus esfuerzos fue la mule jenny que como su nombre indica era un equipo híbrido capaz de producir hilo de gran finura y homogeneidad. La invención de Crompton no fue patentada ni su autor pudo sacar provecho de ella, al parecer por la mala fe de quienes habían prometido apoyarlo. El uso de este equipo cada vez más perfeccionado y mecanizado se difundió produciendo una abundancia de hilo de excelente calidad y bajo precio. En 1777 la represa que alimentaba de agua las instalaciones de la fábrica de Cromford fue destruida en un acto de sabotaje que dio como resultado otro acontecimiento histórico: Arkwright pidió a Watt que equipara sus instalaciones con máquinas de vapor, con lo que una vez más un eslabón de la estructura de innovaciones tecnológicas se cerraba(26). Después de 1790 el vapor se comenzó a emplear para mover las mule jennies lo que permitió instalar las fábricas dentro de las ciudades. El progreso de las fábricas urbanas fue muy rápido: en 1782 sólo había dos en Manchester y veinte años después en 1802 su número era de cincuenta y dos(27). La época de la gran industria instalada en grandes urbes se había iniciado.

Todos estos avances hicieron que hacia 1780 el desequilibrio en la fabricación de hilo en relación con el tejido se invirtiera. Ahora existía un exceso del primero que los telares, que continuaban siendo manuales, no podían absorber, obligando a los fabricantes de hilo a exportar sus excedentes a otros paf-

ses europeos provocando en ellos la ruina de empresarios que utilizaban los procesos ahora obsoletos de hilar, así como el desempleo de sus trabajadores. La solución obvia al desequilibrio era la introducción de un telar mecánico que multiplicara la productividad de esta rama de la industria textil. Durante las últimas décadas del siglo XVIII se presentaron los primeros modelos mecánicos diseñados por Barber en 1774, Cartwright en 1785 y Austin en 1796, pero se trataba de equipos insatisfactorios para la producción industrial cuya deficiencia más notoria era su construcción en madera que los hacía demasiado débiles para el trabajo pesado que se requería. Sólo en el siglo siguiente se llegó a disponer de telares pesados y anchos como el de Collier y Magnan producido en Francia en 1823, el de Sharp y Roberts en Inglaterra en 1830 y el de Schonherr en Alemania en 1845, los cuales estaban contruidos de hierro. Diversos problemas técnicos difíciles de solucionar hicieron lenta su difusión que sólo tomaría impulso hacia 1860. Por otra parte, estas dificultades eran más severas en el caso de los tejidos de lana que en los de algodón por lo que en la manufactura de éstos se difundió más rápidamente la nueva tecnología(28). Desde luego, los avances técnicos en la industria metalúrgica, que ya hemos tenido ocasión de examinar, contribuyeron a posibilitar el telar mecánico base de la producción textil moderna, con lo que se estableció un nuevo vínculo estructural entre las innovaciones tecnológicas.

El tercer elemento en la fabricación de textiles, la coloración, exigió igualmente de un progreso tecnológico importante.

Una etapa de gran importancia en este proceso era el llamado souring, consistente en remojar el téjido por unas 48 horas en un ácido suave, usualmente suero de leche (buttermilk) e incluso ya desde antes de que ocurriera el progreso reseñado en el hilado, la escasez de esta materia prima formaba una barrera para el incremento de la producción. El primer avance importante en este campo fue el uso del ácido sulfúrico para realizar este proceso. Ahora bien, al igual que con otras tecnologías y materiales utilizados en la PRI, el ácido sulfúrico era conocido desde la Edad Media pero su elaboración hecha quemando azufre mezclado con salitre en los frascos de los boticarios y condensando el producto en agua, generaba cantidades muy pequeñas, totalmente insuficientes para responder a la demanda industrial. El primer progreso para remediar esta penuria fue logrado por Joshua Ward en 1736 mediante el empleo de grandes globos de vidrio de unos 40 galones de capacidad para substituir los frascos, lo que produjo un incremento en la oferta que generó un descenso vertiginoso del precio del producto de 30 chelines por libra a únicamente 2. Sin embargo, el uso de estos frascos de vidrio, dada su fragilidad, presentaba todavía un límite importante para la producción en escala industrial del ácido sulfúrico. Esta limitación fue rebasada por el doctor John Roebuck de Birmingham mediante el uso de recipientes de plomo. Asociándose con Samuel Garbett estableció una fábrica de ácido que inició su producción en 1746 y una segunda en Prestonpans en Escocia en 1749 con lo que el precio volvió a caer verticalmente hasta quedar en tres y medio peniques por libra. De esta manera, en un poco más de una dé-

cada el costo del ácido sulfúrico para la industria textil se redujo a una centésima parte del valor original(29).

Importante como fue este progreso no fue suficiente ya que la parte principal del proceso de blanqueado se hacía exponiendo las telas al sol durante meses lo que limitaba severamente la producción masiva. La solución la ofreció el químico francés C. L. Berthollet, director de la industria francesa de teñidos propiedad del Estado, quien descubrió el uso del cloro para este fin en 1785-1786. Esta técnica fue importada a la Gran Bretaña por el profesor Patrick Copland y James Watt, a quien ya encontramos durante el examen del desarrollo de la máquina de vapor. En 1787-1788 el proceso comenzó a utilizarse por varias empresas tanto en Escocia como en Inglaterra. El cloro, sin embargo, es un gas peligroso y de difícil manejo y durante los años siguientes los experimentos continuaron tratando de encontrar mejores procedimientos, hasta que en 1798-1799, Charles Tennant y Charles Macintosh inventaron un compuesto de cloro que resultó la solución final al problema. Estas innovaciones en el campo de la química resultaron tan importantes para el desarrollo de la industria textil como los avances en el hilado y el tejido que ya hemos examinado(30). Como puede apreciarse esta industria se desarrolló con base en una estructura de innovaciones tecnológicas que a su vez estaba vinculada a otra estructura similar que servía de armazón a la industria pesada. Los resultados finales del establecimiento de esta doble estructura fueron los vertiginosos avances en la producción de distintos tejidos, pero principalmente en los de algodón contra los cuales ningún

pais del mundo podia ya competir.

CUADRO 1.3
EVOLUCION DE LA INDUSTRIA TEXTIL INGLESA DE LA LANA

Montos anuales del	1695	1741	1772	a ñ o s 1779	1805	1820-4
consumo de lana en millones de libras	40	57	85	98	105	140
valor agregado en millones de £	3.0	3.6	7.0	8.3	12.8	16.6
valor bruto final de la producción en millones de £	5.0	5.1	10.2	13.8	22.3	26.0

Fuente: Maxine Berg, The Age of Manufactures, Londres, Fontana Press, 1985, p.32, apud, P. Deane y W.A. Cole, British Economic Growth, 1688-1959, Cambridge, 1969, pp.185,187, 196 y C. Wilson y G. Parker, An Introduction to the Sources of European Economic History 1500-1800, Londres, 1977, p.124

Como puede observarse en el cuadro 1.3, la producción y el valor de los textiles de lana crecen durante todo el periodo de 1695 a 1820, sin embargo, no lo hacen al mismo ritmo: el volumen, a juzgar por el consumo de lana, crece constantemente pero en forma moderada durante los 130 años contemplados en estas estadísticas, ya que los insumos de lana se incrementaron de 40 millones de libras en 1695 hasta 140 hacia 1820, habiéndose multiplicado su peso por 3.5; el valor, por el contrario, se incrementó de 5 millones de libras esterlinas a 26 millones, por lo que logró más que quintuplicarse. Las innovaciones tecnológicas que caracterizan la PRI permitieron a la industria textil inglesa de la lana, cuyos inicios eran muy antiguos ya que databan de la Edad

Media(31) continuar su crecimiento que se habría estancado víctima de las barreras que hemos analizado. Los textiles de otros materiales, la seda, el lino, etcétera, también gozaron de dinámicos incrementos en el siglo XVIII. Así, por ejemplo, las importaciones de seda en bruto crecieron de 670 000 libras en los años de 1750 a 1759 hasta alcanzar 1 181 000 libras en los años de 1790 a 1799(32). La excepción la constituyen los tejidos de algodón cuyo crecimiento más que sostenido fue explosivo.

CUADRO 1.4

EVOLUCION DE LA INDUSTRIA TEXTIL INGLESA DEL ALGODON

Promedios anuales de	1695-1704	1740-9	per iodos		1805-7	1819-21
			1772-4	1798-1800		
importaciones de algodón en millones de libras	1.14	2.06	4.2	41.8	63.1	141.0
valor agregado en millones de £	-	-	0.6	5.4	14.4	23.2
valor bruto terminal en millones de £	-	-	0.9	11.2	18.9	29.4

Fuente: mismas del cuadro 1.3

De acuerdo con las cifras, la producción de telas de algodón venía creciendo durante los primeros tres cuartos del siglo XVIII tal como lo atestiguan las importaciones de la materia prima que, como es bien sabido, no se produce localmente, de manera que si la industria inglesa importaba 1.14 millones de libras de peso de algodón anualmente hacia 1700, para 1774 requería de

4.2 millones. Este incremento es, sin duda, dinámico, pero no admite comparación con lo que sucedió después. Para fines del siglo las importaciones son de 41.8 millones habiéndose incrementado en casi 1 000% en sólo un cuarto de siglo y alcanzaron 141 millones hacia 1820 lo que significa que únicamente en 20 años se multiplicaron tres y media veces, lo que para la lana requirió, como hemos visto, 125 años. Es, indudablemente, un proceso que puede llamarse explosión productiva, especialmente si se ubica en el contexto de la época, comparándolo con otros productos de la PRI. La producción de textiles de algodón fue uno de los elementos más dinámicos de ésta junto con la del hierro.

IV

Inglaterra ha contado desde épocas anteriores a su industrialización con una poderosa palanca para su desarrollo económico: facilidades naturales para el establecimiento de un sistema de transporte eficiente. Se trata de una isla de dimensiones moderadas y cuya forma recortada hace que ningún sitio este muy distante del mar, a lo cual se agrega la existencia de ríos navegables. Con esta base ofrecida por la geografía, se estableció un sistema de transportes fundamentado en la navegación de cabotaje y fluvial que posibilitó el crecimiento de la economía inglesa hasta mediados del siglo XVIII. La industrialización de la segunda mitad del siglo hizo que este sistema resultara insuficiente haciendo necesario potenciar los dones geográficos del país con la construcción de una red de canales. El primer canal

se excavó en 1759 por órdenes del duque de Bridgewater, para comunicar las minas de carbón de Worley, de las que era propietario, con la ciudad industrial de Manchester. A este canal que fue terminado en 1761, siguió la construcción de otros impulsada por las demandas de los industriales deseosos de asegurarse transportes confiables y a bajo precio con lo que al terminar el siglo XVIII el país contaba con una red de canales que literalmente lo dotaba de una nueva geografía. La industrialización contaba, así, con un elemento más en su estructura. Sin embargo, dicho elemento resultó pronto insuficiente. El desarrollo económico imponía demandas cada vez mayores y los canales tenían un límite natural infranqueable: la disponibilidad de agua. Por otra parte, los canales también tenían limitaciones en su eficiencia. Los industriales de Manchester, por ejemplo, se quejaban de que el algodón traído de América tardaba más en ser transportado por canal desde Liverpool a sus fábricas que en la larga travesía del Atlántico(33). Para romper esta barrera que amenazaba con frenar la industrialización, una vez más se demandó a la tecnología una respuesta. Esta fue el desarrollo de los ferrocarriles.

El primer ferrocarril, que fue el que vinculó Manchester con Liverpool, inició sus operaciones en 1825, pero este hecho histórico fue la culminación de un proceso que se inició siglos atrás. En efecto, los ferrocarriles implican varias innovaciones tecnológicas, una de las cuales, las vías, es muy antigua, poco después del año de 1600 se instalaron las primeras en las minas carboníferas inglesas. De lo que se trataba era de proporcionar a los carros tirados por caballos una mejor superficie

de rodamiento que la que proporcionaban los caminos. Con el crecimiento industrial, la necesidad de vías aumentó tanto al interior de las instalaciones como para conectarlas a ríos y canales, por lo que para 1820 había distritos que tenían centenares de millas de vías. En estas condiciones el siguiente paso era obvio: substituir la tracción animal por la cada vez más perfeccionada máquina de vapor(34). Esto implicaría un proceso de mejoras técnicas que de acuerdo con Usher tuvo tres hitos importantes: la locomotora Pen-y-darran construída por Trevithick en 1804 y que fue demasiado pesada para los rieles de hierro colado que se usaban y cuya poca presión la hacía poco práctica, la Royal George construída por Timothy Hackworth en 1826 que todavía necesitaba muchas mejoras y, por último, la Rocket de Robert Stephenson hecha en 1829 que fue la primera con todas las características esenciales para operar a altas velocidades sobre rieles(35). A partir de ese momento se contaba con la base tecnológica adecuada y el año siguiente, como hemos visto, se iniciaba el servicio ferroviario entre Manchester y Liverpool. La PRI había encontrado por fin el medio de transporte terrestre que le era propio; por un lado, respondía a sus necesidades y, por el otro, se basaba en la tecnología desarrollada por ella. En los años siguientes, la red ferroviaria inglesa creció para pasar de 834 millas en 1840 a 15 540 en 1870(36). El barco de vapor fue desarrollado en la misma época y comenzó a utilizarse comercialmente incluso antes que la locomotora, pero, como veremos después, barreras económicas impidieron que desplegara su potencial hasta las últimas décadas del siglo XIX.

Una vez más es preciso insistir en el carácter estructural del conjunto de innovaciones tecnológicas de la PRI a las que vino a añadirse el ferrocarril. Sin el desarrollo previo de la metalurgia, las máquinas herramientas, la máquina de vapor, etcétera, éste no hubiera sido posible, pero él, a su vez, aseguraba un transporte eficiente y barato sin el cual el proceso industrializador se habría frenado.

Podemos sintetizar lo visto afirmando que en el núcleo de la Primera Revolución Industrial existió un conjunto de innovaciones tecnológicas que constituyeron una estructura cuyos componentes no eran una simple reunión de elementos yuxtapuestos, sino que éstos estaban esencialmente vinculados entre sí de manera que no sólo el funcionamiento de cada uno de ellos es inexplicable sin considerar el todo del que forma parte, sino que incluso su existencia misma se debe a las necesidades del conjunto. Este hecho fundamental que hemos tenido ocasión de constatar tanto empírica como lógicamente es de una gran importancia teórica. En efecto, los especialistas en el estudio de las innovaciones han constatado que éstas no se distribuyen uniformemente en el tiempo como sería de esperarse en el caso de que su dinámica estuviese regida por el azar. Ya Schumpeter en un trabajo de juventud publicado en 1912 afirmaba que las innovaciones aparecían en forma discontinua concentrándose en grupos o enjambres. Otros analistas posteriores como Mensch, Hartman, Wheele, Kleinknecht, etcétera, han hecho la misma observación. Las explicaciones que se han ofrecido para esta tendencia que tienen las innovaciones a concentrarse, varían, pero lo importante es que el fenómeno ha

sido verificado, lo que nos permite avalar la tesis del carácter estructural de dichas concentraciones en el curso de este análisis. Más adelante volveremos a examinar este fenómeno en forma más amplia, ya que ahora debemos abordar otro aspecto fundamental de la PRI: la vinculación de la estructura de innovaciones con otras estructuras para formar una totalidad aún mayor y más compleja.

N O T A S

- 1.- Nathan Rosenberg, Economía del cambio tecnológico, trad. Eduardo L. Suárez, México, Fondo de Cultura Económica, 1979, pp.7, 8.
- 2.- Tanto la prosperidad como la crisis serán examinadas en el capítulo noveno.
- 3.- La versión que se ha utilizado en este trabajo es la publicada en 1969: Clément Juglar, Des crises commerciales et de leur retour périodique en France, en Angleterre et aux Etats Unis, New York, Burt Franklin, 1969.
- 4.- Carlo M. Cipolla, "Introduction", Carlo M. Cipolla (ed.), The Fontana Economic History of Europe, vol.3, The Industrial Revolution, Glasgow, Fontana/Collins, 1973, p.7.
- 5.- Idem, pp.8,9, apud C.H. Waddington, The Ethical Animal, Chicago, 1960, p.5.
- 6.- T. S. Ashton, La Revolución Industrial, trad. Francisco Cuevas Cancino, México, Fondo de Cultura Económica, 1973, p.9.
- 7.- M. Blaugh, "Reseña de la teoría de las innovaciones de procesos" en Rosenberg (ed.), Economía del cambio tecnológico, op.cit., pp.79,103,104.
- 8.- Manuel Cazadero, Desarrollo, crisis e ideología en la formación del capitalismo, México, Fondo de Cultura Económica, 1986, passim.
- 9.- Joseph A. Schumpeter, Business Cycles, A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process, 2 v., New York, McGraw Hill, 1, 84.

- 10.- Idem, I,87,88.
- 11.- R.Solow, "El cambio técnico y la función de producción agregada" en Rosenberg, Economía del cambio tecnológico, op.cit., pp.295,320.
- 12.- Maurice Daumas (director), Histoire générale des techniques, v.3, L'expansion du machinisme, Paris, Presses Universitaires de France, 1968, p.x.
- 13.- Véase cuadro 1.1.
- 14.- Maurice Daumas y Paul Gille, "La machine a vapeur" en Daumas (director), L'expansion du machinisme, op.cit., pp.39-43.
- 15.- Samuel Lilley, "Technological Progress and the Industrial Revolution 1700-1914" en Cipolla (ed.), The Industrial Revolution, op.cit., p.197.
- 16.- Idem, apud, J.U. Nef, The Rise of the British Coal Industry, 1932.
- 17.- Bertrand Gille, "L'évolution de la métallurgie" en Daumas (director), L'expansion du machinisme, op.cit., pp.590,591.
- 18.- Lilley, "Technological Progress...", op.cit., pp.199,200.
- 19.- Idem, pp.200-202.
- 20.- André Garanger, "Le machinisme industrial" en Daumas (director), L'expansion..., op.cit., p.102.
- 21.- Idem, pp.103,104.
- 22.- Maxine Berg, The Age of Manufactures, 1700-1820, London, Fontana Press, 1985, pp.198,199,234.
- 23.- Walter Eudien y Jacques Payen, "La filature des fibres textiles", Daumas(director), L'expansion..., op.cit., p.649, 650.
- 24.- En esta descripción he seguido el ejemplo de Eudien y Payen de conservar los nombres originales en inglés, ya que las traducciones son difíciles y confusas, así, por ejemplo, Francisco Cuevas Cancino, traductor del libro de Ashton, informa que la mule de Crompton recibe en castellano los nombres de hiladora intermitente o de selfatina, Ashton, op.cit. p.89.
- 25.- Eudien y Payen, op.cit., pp.651-653.
- 26.- Idem, pp.653-655.

- 27.- Ashton, op.cit., p.90.
 - 28.- Jacques Payen y Jean Pilisi, "Le tissage et l'apprêt mécanique" en Daumas (director), L'expansion..., op.cit., pp.669, 672-674.
 - 29.- Lilley, "Technological Progress...", op.cit., pp.227,228.
 - 30.- Idem, pp.229,230.
 - 31.- Cazadero, Desarrollo, crisis..., op.cit., pp.93,94.
 - 32.- Berg, op.cit., pp.31,35, apud, P. Deane y W.A. Cole, British Economic Growth, 1688-1959, Cambridge, 1969, p.51.
 - 33.- Lilley, "Technological Progress...", op.cit., p.207.
 - 34.- Idem, p.205.
 - 35.- A.P. Usher, "Cambio técnico y formación de capital" en Rosenbergs (ed.), Economía del cambio tecnológico, op.cit., p.52.
- 36.- Véase cuadro 3.1

CAPITULO SEGUNDO

LA REVOLUCION INDUSTRIAL COMO CAMBIO ESTRUCTURAL GLOBAL

Lo único seguro es que las explicaciones fáciles y tradicionales han sido desechadas. La tendencia general es, cada vez más, la de considerar la Revolución Industrial como un fenómeno de conjunto y un fenómeno lento, que implica en consecuencia unos orígenes lejanos y profundos.

Fernand Braudel(1)

I

El sistema de innovaciones tecnológicas que caracterizan una revolución industrial y cuyo carácter estructural hemos ilustrado con el análisis del primero de estos fenómenos históricos, forma un conjunto que no constituye la totalidad de la estructura. El enjambre de innovaciones es tan sólo una parte de una totalidad mucho más amplia y que está constituida por las relaciones de la sociedad con el entorno natural, por la planta productiva creada para generar los satisfactores necesarios, por el conjunto de clases, sectores y fuerzas sociales, por las instituciones en que se materializa el poder político y, por último, por la ideología que prevalece en dicha sociedad tanto en el nivel consciente como en el del inconsciente. Algunos de estos conjuntos reciben ya en el lenguaje ordinario el nombre de estructuras

y, así, se habla de estructura económica o de estructura social, pero en realidad cada uno de ellos tiene un carácter estructural. Dicho en otra forma, cada conjunto está constituido por una serie de elementos vinculados entre sí de manera que cualquier alteración en uno de ellos implica la generación de una tendencia a modificar todos los demás para mantener la congruencia del todo conservando su funcionalidad.

Pero, a su vez, cada una de estas estructuras parciales es parte de una totalidad mayor que debemos considerar como una estructura de estructuras y que por ser tal, obedece a la misma lógica, esto es, al modificarse cualquiera de sus componentes se genera una tendencia hacia la transformación de todas las demás estructuras componentes con el fin de alcanzar una nueva congruencia en la totalidad.

De lo anterior se derivan dos consecuencias de la mayor importancia teórica. La primera es que ninguna porción de la totalidad es inteligible aislada del conjunto. Esto es válido tanto para las estructuras parciales que integran la totalidad, como para los elementos individuales que las componen. Dicho en forma concreta, el funcionamiento económico de una sociedad no tiene sentido en sí mismo y sólo lo adquiere al integrarse con la dinámica política, social, etcétera. A su vez, un elemento de la estructura económica, como puede ser el sistema financiero, sólo es inteligible en relación con toda la economía. La segunda consecuencia es que tanto los elementos individuales, como las estructuras parciales y la totalidad tienen un carácter esencialmente dinámico que se acentúa al máximo durante una revo-

lución industrial y que, por tanto, únicamente un análisis diacrónico lo vuelve comprensible. El análisis estructural lejos de ser estático, como se ha pretendido, o limitarse a contemplar el funcionamiento en el corto plazo, debe ser una visión de naturaleza eminentemente histórica que examine y evalúe los cambios en el largo plazo.

Desde que se inició el estudio de la Primera Revolución Industrial en la segunda mitad del siglo XIX, las formas de entenderla que se han presentado se agrupan en cuatro grandes categorías(2). En primer lugar, tenemos la escuela que la entiende como un gran cambio social que implicó una transformación de la forma en que tenían lugar las transacciones económicas entre los hombres; que implicó el surgimiento de mercados impersonales tanto de los bienes de consumo como de los factores de la producción; Arnold Toynbee, el primer autor que consagró una obra exclusivamente a la PRI es un buen representante de esta postura. En segundo término tendríamos una escuela cuya atención se centra en la organización industrial, esto es, en la naturaleza de los procesos de trabajo que con la PRI vienen a ser dominados por el sistema fabril. Paul Mantoux a quien nos referiremos a continuación representa esta corriente. En tercer lugar aparece la escuela de análisis macroeconómico cuyo examen privilegia el comportamiento de las grandes variables como el ingreso nacional, la tasa de formación de capital, esto es, el ritmo del proceso de acumulación, etcétera, todo ello en un elevado nivel de agregación. Los exponentes de esta corriente han trabajado bajo la influencia de la obra de Simon Kuznets. Por último, tenemos la escuela del

cambio tecnológico que examina la PRI enfatizando la importancia del progreso técnico, esto es, la aparición de las invenciones y su difusión. Uno de los autores más importantes de esta escuela es Landes.

Por el contrario, apartándonos de esas escuelas la tesis central que anima este trabajo es que todas ellas contienen verdades parciales, pero que sólo una integración de las mismas en un paradigma general que las comprenda a todas y este además enriquecido con otros elementos es válido. Pero esta perspectiva que pretendemos ofrecer no se deriva de un eclecticismo que resultaría empobrecedor, sino que asume que la dinámica de una revolución industrial sólo es inteligible si se deriva de la totalidad social, pues ésta es el verdadero agente de la gran transformación. Es, en las palabras que ya hemos empleado, la estructura de estructuras la que genera la fuerza transformadora que potencia en forma sin precedente la capacidad productiva de una sociedad dando con ello nacimiento a una realidad social totalmente nueva.

Una parte de suma importancia de la tesis que presentamos sobre las revoluciones industriales es que tanto la primera de ellas, que es la que hemos venido examinando hasta aquí, como las dos subsecuentes, no son fenómenos circunscritos a un estado-nación, sino procesos históricos de dimensiones mundiales. En Inglaterra y después en otros países se construyeron instalaciones industriales, pero estas no hubieran podido funcionar sin un abastecimiento continuo y en gran escala de materias primas, apertura de amplios mercados para sus productos, etcétera, y para que estos elementos se materializaran en los volúmenes necesarios se

requirieron grandes transformaciones en todo el mundo. Es este proceso histórico el que pretendemos sintetizar en la expresión: la Revolución Industrial no se dio en Inglaterra, se dio en el planeta Tierra.

II

Pero si de acuerdo con nuestra óptica la Revolución Industrial fue una transformación de dimensiones planetarias, lo que si se produjo en Inglaterra en el siglo XVIII fue un proceso industrializador que posteriormente se extendió a un pequeño número de países, principalmente Francia, Alemania, Estados Unidos y Japón, que los convirtió en el polo desarrollado del sistema económico mundial. Esa industrialización de Inglaterra que hizo que por primera vez en la historia la producción de un país quedara dominada por el sistema fabril es lo que tradicionalmente se ha conocido como Revolución Industrial, como lo atestigua el título del estudio de Paul Mantoux: The Industrial Revolution in the Eighteenth Century: An Outline of the Beginnings of the Modern Factory System in England. Este trabajo del investigador francés fue la primera investigación sistemática del gran fenómeno histórico y su calidad hizo que se convirtiera en un libro clásico, que pese a haber sido publicado en 1905 sigue siendo útil y continúa publicándose, incluyendo sus traducciones a otros idiomas(3). El término, por otra parte, había sido ya utilizado desde la primera mitad del siglo XIX(4). Este será el punto de partida de nuestro análisis.

En efecto, si la industrialización inglesa constituye un fenómeno histórico sin paralelo, plantea lógicamente la necesidad de explicarlo. Dicho en otra forma, ¿porqué Inglaterra? En el capítulo anterior hemos examinado como el núcleo del proceso industrializador es un conjunto estructurado de innovaciones tecnológicas derivadas de inventos que dieron lugar a cambios en la función de producción. Para que estas innovaciones se materializaran era necesaria la existencia de ciertas condiciones. Hacia mediados del siglo XVIII, antes de iniciarse la PRI, Europa occidental era la región económicamente más dinámica del planeta, habiéndose constituido en el centro del sistema económico mundial desde la conformación de éste en el siglo XVI y dentro de esta región privilegiada, Inglaterra era una nación unificada y dotada de un vasto imperio. España poseía también un imperio colonial, pero tanto éste como la metrópoli estaban integrados por regiones empobrecidas por una decadencia secular que apenas comenzaba a superar; Alemania no existía como país sino que era una simple expresión geográfica, una región integrada por innumerables reinos y señoríos, el más fuerte de los cuales, Prusia, apenas había sido elevado a la categoría de reino unas décadas atrás; Austria era un país híbrido constituido por muchas nacionalidades, con una parte dentro de Alemania y otra fuera, con unas regiones en Europa occidental y otras en la oriental; Portugal y su imperio semejaban a España y el suyo pero en una escala reducida; mientras que Italia era como Alemania, otra expresión geográfica integrada por un conjunto de pequeños Estados soberanos y Holanda era rica pero pequeña y estaba agotada por sus duras

luchas para sobrevivir. Francia era la única potencia capaz de rivalizar con Inglaterra, pero víctima de un gobierno autocrático e inepto había sido derrotada repetidamente por los ingleses, especialmente en la desastrosa Guerra de los Siete Años, que condujo a la destrucción del primer imperio francés(5).

Por otra parte, desarrollar una innovación implica inversiones, por lo que se requiere la preexistencia de riqueza. Inglaterra se convirtió hacia 1760 en el país con el mayor ingreso per capita al rebasar a los Países Bajos(6). A partir de ese momento la economía inglesa era la mejor dotada del mundo para realizar la formación de capital. Esta potencialidad se materializó en un incremento de la inversión y así Feinstein nos informa que la proporción de la inversión bruta total en el PIB que era de 8 por ciento en el periodo 1761-1770 se elevó hasta 14 por ciento en el de 1791-1800 y tras un descenso temporal entre 1801 y 1811 volvió a elevarse otra vez a 14 por ciento, nivel en que se mantuvo por medio siglo(7). Posteriormente, Crafts ha criticado dichas cifras calificándolas de excesivamente altas como resultado del uso de deflatores inadecuados para los precios y calculándolas en 5.7 por ciento en 1760 y 11.7 en 1830(8). Pero incluso si aceptamos estas cifras revisadas tenemos que el porcentaje de la producción inglesa que se invierte se duplicó durante la PRI, lo cual explica la base económica de la estructura de innovaciones. Como resultado de esa dinámica formación de capital la planta productiva inglesa se incrementó rápidamente tanto cuantitativa como cualitativamente según demuestran las cifras de los cuadros 2.1 y 2.2.

CUADRO 2.1

TRANSFORMACION DE LA ECONOMIA BRITANICA DURANTE LA PRI

Fecha.	Ingreso per capita £	Trabajadores millones	Capital total millones de £	Capital por trabajador
1780	11	3.93	670	170
1860	28	10.8	2 770	256

Fuente: Donald McCloskey, "The Industrial Revolution 1780-1860: A Survey", Joel Mokyr (ed.), The Economics of the Industrial Revolution, London, George Allen & Unwin, 1985, p.73.

Como puede apreciarse el capital invertido que era de 670 millones de libras en 1780 al iniciarse la PRI se elevó hasta 2 770 millones un siglo más tarde por lo que el capital invertido por trabajador se incrementó de 170 libras a 256 en ese periodo de casi un siglo, y esto pese a que la población económicamente activa británica casi se triplicó en esos ochenta años. Importante como fue esta acumulación en términos cualitativos, lo es aún más si consideramos el aspecto cualitativo. Una de las transformaciones de calidad de mayor impacto proviene del hecho de que el centro de gravedad de la inversión se trasladó del capital circulante al capital fijo. Esta tesis presentada por Hicks, Ranis y Fei, ha sido comprobada por los cálculos de Feinstein quien informa que el capital fijo se incrementó del 30 por ciento de la riqueza nacional en 1760 hasta alcanzar el 50 por ciento en 1860, al mismo tiempo que la proporción correspondiente al capital circulante se mantenía casi estática descendiendo ligeramente del 11 al 10 por ciento en esos cien años.

Por otra parte, el cociente entre el capital circulante y el capital fijo que era de 1.2 en 1760 descendió a 0.39 en 1830 y a sólo 0.30 en 1860(9). Estas cifras revelan el tránsito de un capitalismo mercantil con una base dominada por el trabajo artesanal a uno industrial en el que la hegemonía corresponde al sistema fabril. La época de la gran industria había llegado.

Otro aspecto de esta gran transformación es el surgimiento de lo que ha sido llamado el sector moderno de la economía(10). La Revolución Industrial implica que los sectores modernos alcancen una posición rectora dentro de la estructura productiva.

CUADRO 2.2
VARIACIONES APROXIMADAS DE PRODUCTIVIDAD POR SECTORES
1780-1860

S e c t o r	Tasas de crecimiento de la productividad por ciento anual
Algodón	2.6
Estambres	1.8
Lanas	0.9
Hierro	0.9
Canales y ferrocarriles	1.3
Navegación de cabotaje y extranjera	2.3
Agricultura	0.45
Otros sectores	0.65

Fuente: misma del cuadro anterior, p.63

Puede observarse en el cuadro que los seis primeros sectores que constituyen la parte moderna de la economía

inglesa tienen un crecimiento anual de su productividad que va del 0.9 por ciento para los tejidos de lana y la industria del hierro hasta un notable 2.6 para los tejidos de algodón que constituyen, como vimos en el capítulo anterior, el sector más vigoroso y dotado de un dinamismo verdaderamente espectacular. Este crecimiento de la productividad de los sectores modernos contrasta con el moderado desempeño de la agricultura y de otros sectores que configuran toda la parte tradicional de la estructura económica y cuya productividad crece a una tasa máxima de 0.65 por ciento que resulta inferior a la de cualquiera de los seis primeros renglones. Es muy significativo que estos seis sectores sean aquellos en los que se concentran las innovaciones tecnológicas, las cuales son el principal factor que contribuye a su dinamismo. Esto refuerza la tesis Hicks, Ranis y Fei: todo hace suponer que el más importante factor en el proceso de modernización no es la magnitud de la acumulación de capital sino las directrices a lo largo de las cuales se desarrollaba ésta.

La importancia que tienen las innovaciones y las directrices concretas del proceso de formación de capitales nos conducen a señalar el papel esencial que en ambas áreas tuvieron los empresarios ingleses durante la PRI. En algunas ocasiones los inventores y los empresarios eran las mismas personas y esto facilitaba la labor tanto de invención como la de traducir ésta en resultados prácticos; tal es el caso de Abraham Darby quien fue el primero en lograr la fundición de hierro con carbón mineral. Su calidad de maestro fundidor le facilitó realizar la experimentación necesaria para tener éxito y posterior-

mente su aplicación al proceso productivo. Igualmente dignas de atención son las sociedades formadas por inventores y empresarios. Un buen ejemplo de éstas es el presentado por James Watt, cuyo éxito se debió a la sociedad que formó con Boulton quien con su iniciativa, audacia y perseverancia garantizó su triunfo(11).

Los empresarios individuales tuvieron también gran importancia para canalizar la inversión hacia los sectores modernos. En efecto, aun cuando Inglaterra marchaba a la vanguardia en la organización de un sistema de intermediación financiera, este proceso todavía no llegaba a su madurez: los bancos rara vez otorgaban financiamiento a largo plazo, limitándose a operaciones de corto plazo para atender actividades corrientes, por lo que el financiamiento de la inversión dependía del ahorro interno de las empresas y de préstamos otorgados por individuos generalmente vinculados con el prestatario por nexos personales(12). En estas condiciones el empresario tenía una importancia estratégica en la acumulación de capital. Las actividades de los empresarios incluían el logro de acuerdos para obtener mayores utilidades mediante la fijación de precios elevados. Así por ejemplo, al desarrollarse la fundición del hierro con carbón mineral, los Darbys y los Wilkinsons convinieron en los precios que deberían cobrar por fabricar piezas para máquinas de vapor y ya antes de 1777 los grandes herreros de la región central se reunían para acordar los precios de las barras, varillas y piezas fundidas(13). La competencia perfecta nunca ha sido muy perfecta y tampoco lo fue durante la Primera Revolución Industrial.

Si los hombres de empresa pudieron realizar la labor de movilizar la riqueza de la Isla, convertir inventos en innovaciones y construir la base económica de la gran industria es porque formaban parte integral de una sociedad que les daba los medios de lograrlo. El empresario inglés no fue un lobo solitario. Por el contrario, las empresas no eran generalmente negocios individuales sino consorcios en los cuales cada miembro aportaba sus dotes particulares, ya fueran su habilidad técnica, su capital o su conocimiento del mercado. A su vez los socios de una compañía estaban en frecuente contacto con los de otras sociedades a través de múltiples instituciones como la iglesia donde ambos practicaban el mismo rito, la compañía de voluntarios donde eran oficiales o las juntas locales que se establecían con diversos fines(14). Lo importante es que se trata de hombres dotados de una ideología común quienes "hablan el mismo idioma".

Lo examinado demuestra que en la segunda mitad del siglo XVIII la sociedad inglesa tenía una serie de características que la convertían en el agente apropiado para generar la Revolución Industrial. Aun cuando otros países poseían algunas de esas cualidades, o no las tenían todas o, por lo menos, no las poseían con igual grado de desarrollo. Esto nos conduce a la cuestión inicial: ¿porqué Inglaterra? La respuesta está en la evolución histórica de la nación inglesa.

Ya Paul Mantoux señala los orígenes lejanos de la industria inglesa que hace remontar al siglo XIV, durante el reinado de Eduardo III, cuando se establecieron actividades industriales en varias ciudades y aldeas en las que se convirtieron en fuentes de trabajo y de riqueza(15). Durante el siglo XIV

las naciones del Occidente europeo fueron víctimas de una crisis muy profunda y terriblemente dolorosa en su momento pero extraordinariamente creativa en el largo plazo pues generó las primeras naciones capitalistas de la historia(16). La estructura productiva de Inglaterra experimentó las transformaciones inherentes del tránsito al capitalismo y toda la sociedad inglesa tuvo profundas mutaciones a medida que el capital iba penetrando en ella para reordenarla de acuerdo con la lógica de su propia racionalidad. La crisis agrícola del siglo XIV implica un proceso en que se advierte el derrumbe del feudalismo al desintegrar las relaciones serviles obligando a los señores a utilizar mano de obra que ya no estaba sometida a servidumbre(17). Esta afirmación válida en distintos grados para diversos países de Europa occidental, parece serlo en mayor medida para Inglaterra. Al iniciarse la crisis la agricultura funcionaba dentro del esquema económico y social del feudalismo en el que los señores realizaban la explotación directa de sus dominios, pero ya en el segundo cuarto del siglo XIV comenzaron a rentar a corto plazo parte de sus tierras. Después de la terrible epidemia conocida como la Muerte Negra se inicia la renta a largo plazo de heredades completas, hasta que el proceso alcanzó su culminación en el siglo XV con los señores transformados en rentistas(18).

Los cambios experimentados por la producción industrial fueron igualmente significativos y las investigaciones más recientes avalan la opinión de Mantoux de que los orígenes de la industrialización inglesa se remontan al siglo XIV. En el país se habían producido textiles desde la antigüedad, pero

eran telas burdas que no satisfacían las exigencias de los sectores sociales altos. En los primeros siglos de la Baja Edad Media Inglaterra se convirtió en un gran productor de lana y una parte importante de esa producción se exportaba a Flandes y a otros centros industriales como Florencia. En el siglo XIV la producción lanera inglesa alcanzó sus límites con lo que la oferta perdió elasticidad, hecho que fue aprovechado por los exportadores que monopolizaban el comercio exterior para aumentar sus ganancias elevando los precios externos mientras mantenían bajos los pagados a los productores. Las grandes utilidades así obtenidas impulsaron a los reyes a captar parte de ellas mediante impuestos por lo que el gobierno inglés adquirió un interés directo en el mantenimiento del fuerte diferencial entre los precios internos y externos(19). Esta gran diferencia entre lo que el fabricante extranjero pagaba por su materia prima y el precio que ésta tenía en Inglaterra proporcionó un enérgico incentivo para el desarrollo de la industria inglesa. Esta situación se acentuó por factores extraeconómicos como la política de la Corona de utilizar la dependencia que tenía Flandes de la lana inglesa con fines estratégicos. Al estallar la Guerra de los Cien Años, Eduardo III formó una alianza con Castilla, el otro productor importante de lana y declaró un embargo combinado de las exportaciones laneras a Flandes al mismo tiempo que alentaba a los fabricantes extranjeros de tejidos a establecerse en Inglaterra. Los productores flamencos intentaron defenderse, pero la lucha era demasiado desigual y su industria entró en decadencia al mismo tiempo que se inició el desarrollo de la pro-

ducción textil inglesa. Inglaterra, dice Miskimin, mediante el ejercicio de su poderío nacional y su control de la materia prima triunfó en su intento de dañar la industria flamenca y trasladar parte de ella a su territorio(20).

Este temprano proceso de industrialización de Inglaterra en el siglo XIV se vio reforzado tanto en ese siglo como en los siguientes por una serie de acontecimientos que dieron a la evolución histórica del país una trayectoria favorable al desarrollo económico. La Guerra de los Cien Años que empezó como una lucha dinástica se transformó paulatinamente para ambos contendientes en un enfrentamiento entre dos naciones. Al iniciarse el conflicto Inglaterra era una sociedad dividida: como consecuencia de la Conquista Normanda la clase gobernante poseía una cultura de origen francés que la distanciaba de la mayoría de la población constituida por los despreciados anglosajones. Durante tres siglos después de la Conquista, los reyes y la aristocracia no tuvieron interés en aprender la lengua inglesa, idioma de los vencidos que consideraban una jerga de siervos y campesinos ignorantes. Fue hasta el siglo XIV que este estado de cosas comenzó a cambiar. Como resultado de la guerra el francés empezó a ser visto como la lengua del enemigo. El Parlamento emitió una ley ordenando que los tribunales utilizaran el inglés como instrumento de trabajo y aun cuando los abogados mostraron reticencia a obedecer, la tendencia hacia la adopción del idioma popular por la clase gobernante era clara y las escuelas comenzaron a enseñarlo(21). El doble proceso descrito de decadencia del feudalismo y unificación nacional se fortaleció en los siglos

siguientes de manera que en el siglo XVI, cuando se integró el sistema económico mundial, Inglaterra era la potencia más homogénea de Europa. Varios fueron los factores que contribuyeron a este resultado. La Guerra de las Dos Rosas que provocó la ruina de la antigua aristocracia surgida de la Conquista Normanda, para ser remplazada por una nueva clase cuyos integrantes más destacados fueron elevados a la categoría de pares por los monarcas Tudor fue uno de esos factores. En efecto, es muy significativo que los nombres de los nuevos nobles fueran ingleses -Cecil, Dudley, Russell, Sidney, Sackville, Wentworth, Paget, Cavendish- en contraste con los nombres de la antigua nobleza que habían sobrevivido: Bouchier, Courtenay, Devereux o de Vere (22). La vieja división entre anglosajones y normandos, entre conquistados y conquistadores, por fin se desvanecía y la homogeneidad resultante facilitaría la lucha del país isleño por ocupar un lugar de privilegio en la nueva economía mundial.

III

La Reforma que arrancó a Inglaterra de la órbita de la Iglesia de Roma para convertirla en un país protestante tuvo un sesgo profundamente nacionalista e insular. La Iglesia había sido una fuente de riqueza y poder para los gobiernos de potencias como Francia y España. Los gobernantes que rompieron con Roma en el siglo XVI correspondían a países en la periferia del Catolicismo que no tenían una posición privilegiada en sus relaciones con el Papa. Tal fue el caso de Suecia, Dinamarca,

Suiza, Escocia y ciertamente de Inglaterra, de manera que se ha dicho que la Ley de Supremacía de 1534 fue "la Declaración de Independencia de Enrique VIII"(23).

La transformación de Inglaterra en una nación protestante tiene aspectos económicos, sociales, políticos e ideológicos. La hacienda real se benefició de la reorientación que tuvieron en su favor los ingresos del fisco papal y lo mismo sucedió con el producto de propiedades eclesiásticas. Los individuos y clases sociales que adquirieron esas propiedades aumentaron su riqueza, al mismo tiempo que se convirtieron en defensores a ultranza del protestantismo, hasta hacer irreversible su triunfo que tomó un carácter de marcado nacionalismo que hizo que muchos ingleses pertenecientes a las emergentes clases medias experimentaran un crudo sentimiento antiextranjero y una violenta xenofobia que se asociarán con el protestantismo(24). La creciente prosperidad de que gozaban los beneficiarios del desarrollo de la economía inglesa veían en su riqueza una verificación masiva del mensaje calvinista de la predestinación a la gracia y la salvación eterna que se revelaba en este mundo a través de los éxitos y la buena marcha de las empresas materiales(25).

En ningún sector se manifestaba el desarrollo económico inglés con mayor dinamismo que en el progreso de la industria textil. En los siglos XV y XVI, East Anglia, con Norwich como capital, se enriqueció con el auge de los textiles de lo cual dan testimonio el número y calidad de sus iglesias. Este ejemplo fue seguido por Taunton y los Cotswolds occidentales, Kendal y Yorkshire y varios sitios en Hants, Berkshire y Sussex. Por todos

los rumbos del país surgían colonias de tejedores tanto en las poblaciones como en las áreas rurales. Casas de piedra equipadas con buenos muebles de roble aún perduran como recuerdo de aquella prosperidad. La industrialización reforzaba la tendencia unificadora del país. Largas caravanas de caballos cargados con sacos de lana o con paños se movían en todas direcciones vinculando los intereses de agricultores, ganaderos, artesanos, mercaderes, navieros y marinos en un mercado nacional cada vez más sólidamente establecido y en un sistema de comercio exterior que iba extendiendo sus mallas hasta nuevos mercados ultramarinos en el Oriente, el Báltico, el Caribe y, más tarde, Virginia y Nueva Inglaterra(26).

En el siglo siguiente, el XVII, la Revolución Inglesa, otra transformación igualmente profunda de la sociedad, continuó su adecuación para el proceso industrializador. Como todos los grandes acontecimientos, esta revolución, también conocida como la Guerra Civil, tiene múltiples aspectos de los cuales el más importante para este análisis es el desfase que existía entre una estructura política anticuada, cuyo centro era el poder absoluto del rey y la nueva correlación de fuerzas sociales generada por el desarrollo económico de Inglaterra. La evolución de la agricultura había roto la homogeneidad de la clase campesina al generar amplios estratos de agricultores relativamente prósperos cuyos intereses coincidían más con los de los terratenientes (gentry) que con los de los campesinos pobres. Esta transformación aumentó la capacidad de maniobra en el terreno político de los propietarios rurales que resultará de vital importancia

al estallar la revolución. La oposición al sistema político fue igualmente aguda entre los sectores sociales urbanos que emergían como resultado del auge del comercio y de la industria, de manera que, como afirmaba un obispo contemporáneo, "no hay ninguna clase de gente tan inclinada a los actos sediciosos como el sector mercantil de una nación..."(27). Dado que las clases y sectores sociales opositores al poder establecido encontraron en el Parlamento el principal instrumento de su lucha, ésta tomó la forma de un enfrentamiento entre éste y el rey.

La victoria del Parlamento en la Guerra Civil se debió principalmente a la superior capacidad económica de sus partidarios en contraste con la relativa pobreza de los realistas que se ubicaban, en general, en las partes menos evolucionadas del país. El apoyo de Londres y de la marina que se alinearon con los revolucionarios resultó decisivo para el triunfo de éstos.

Las transformaciones provocadas por la revolución en toda la estructura inglesa fueron muy importantes. Las décadas de los años mil seiscientos cuarenta y mil seiscientos cincuenta marcaron la desaparición tanto de la Inglaterra medieval como la de los reyes Tudor. La Restauración monárquica únicamente reconstituyó las formas externas del sistema político, mientras que se mantuvo la soberanía del Parlamento y su control sobre el sistema fiscal y, en consecuencia, sobre la acción del Estado. El sistema feudal de relaciones en la agricultura fue liquidado en 1646 y el Parlamento que acordó el retorno de Carlos II se cuidó de confirmarlo, con lo que los terratenientes adquirieron derechos

de propiedad plenos sobre sus fincas. Al mismo tiempo se mantuvo el carácter precario de los derechos de los campesinos, con lo que se dejó abierto el camino para el gran proceso de cercamientos. Las políticas mercantil, colonial y exterior tradicionales fueron liquidadas por el gobierno revolucionario. La Ley de Navegación de 1651 sometió las colonias a la autoridad del Parlamento, permitiendo con ello una actividad imperial coherente, al mismo tiempo que establecía el monopolio del comercio del Imperio en favor de los barcos ingleses. Las guerras resultantes con Holanda, principal víctima de estas medidas, destruyeron el dominio holandés del comercio marítimo para dar paso a la hegemonía inglesa en todos los océanos. El desarrollo tradicional de la industria y el comercio también se transformaron a partir de 1641, al terminar el poder del gobierno de otorgar monopolios, con lo que los grandes comerciantes de Londres extendieron sin restricciones sus actividades a todo el país en un clima de libertad económica sin paralelo en el mundo contemporáneo(28).

Estos grandes cambios en la estructura del poder político tuvieron importantes repercusiones en la construcción del Imperio en ese siglo y en el siguiente. En efecto, los últimos reyes de la casa Estuardo seguían una política exterior de subordinación a Francia, pero paulatinamente se había abierto paso en la conciencia nacional la convicción de que el creciente poderío francés y el expansionismo que generaba eran contrarios a los intereses de Inglaterra y deberían ser combatidos. La confrontación interna terminó con la invitación a Guillermo de Orange para que invadiera la isla y se apoderara del trono inglés. Logrado esto en 1689, Inglaterra se va a lanzar a una serie de gue-

rras contra Francia, Guerra de la Liga de Augsburgo, Guerra de Sucesión Española, Guerra de Sucesión Austríaca, para culminar en la Guerra de los Siete Años. Durante este prolongado periodo los franceses pese a la continua superioridad naval inglesa fueron construyendo un gran imperio que incluía la India y un enorme territorio en Norteamérica que se extendía desde Canadá hasta el Golfo de México y que confinaba las colonias inglesas a una franja relativamente estrecha a lo largo del litoral atlántico. Todo terminó con la aplastante victoria inglesa en la Guerra de los Siete Años que dejó a Inglaterra en posesión de la India y de Norteamérica, dotándola de un vasto mercado para la época en que se va a iniciar la PRI.

Durante el siglo XVIII también prosiguieron las transformaciones internas de la estructura socioeconómica inglesa. Entre los cambios más importantes están los operados en la agricultura y los cuales incluyeron la consolidación de grandes unidades productivas, introducir el cultivo de tierras antes improductivas y comunales, la transformación de campesinos de subsistencia en obreros agrícolas y un gran incremento de la productividad vinculado al uso de nuevas técnicas de producción entre las que se cuentan avances en los métodos de cultivo, empleo de nuevas herramientas, formas novedosas de rotación de cultivos y una asociación más eficiente entre la agricultura y la ganadería (29). Esta revolución en el sector agrícola ha sido reconocida como un factor importante en el desarrollo del proceso industrializador inglés por autores tan distantes temporalmente como Mantoux y Deane, según los cuales permitió a la industria disponer

de más alimentos destinados a las masas de obreros urbanos que crecían sin cesar, incrementar las potencialidades del mercado interno y proporcionar el capital de inversión requerido por los industriales(30).

Al mismo tiempo que se operaban estos cambios en los niveles materiales de la sociedad inglesa, se producían otros no menos importantes en el nivel ideológico. Ya hemos mencionado la gran receptibilidad que los sectores sociales más avanzados económicamente mostraron hacia el mensaje calvinista de la Predestinación a la gracia y la salvación eterna que se revelaba en esta Tierra a través de los éxitos y la buena marcha de las empresas materiales. En el siglo XX, varios especialistas, entre quienes destacan los nombres de Weber y Tawney, han señalado los nexos entre el protestantismo, principalmente en sus versiones más radicales como la doctrina calvinista, y el progreso del capitalismo(31). En la perspectiva de la fe reformada el trabajo dejó de ser considerado como un castigo divino al pecado que debe ser soportado únicamente en la medida en que ello sea necesario para producir los satisfactores indispensables para la existencia terrenal y se convierte en la actividad resultante de la respuesta del hombre al llamado de Dios. Más aún, la riqueza resultante de la actividad productiva es el signo visible de la gracia del Altísimo hacia los hombres que responden a su vocación (calling). Sin duda una visión de esta naturaleza fue bienvenida por aquellos sectores sociales directamente vinculados con el progreso del comercio y de la industria y posteriormente al ser adoptada por ellos debió reforzar su eficacia para generar riqueza.

En el siglo XVIII, al darse el proceso industrializador, la fe religiosa había sido desplazada del sitio de privilegio que había ocupado como directriz principal en la interpretación del mundo, para dar paso a una actitud racionalista que tiene sus expresiones más elaboradas en el Enciclopedismo francés y, lo que tiene una gran importancia para este análisis, en la Escuela Clásica de Economía inglesa, y esto hace que las explicaciones del desarrollo económico centradas en el mecanismo religioso parezcan débiles. Esto, sin embargo, es sólo aparente. Examinemos primero el ámbito del racionalismo en ese siglo y el papel que desempeñó en adecuar a la sociedad inglesa para la PRI.

En Inglaterra aparecieron diversos pensadores que se ocuparon de analizar el funcionamiento económico desde una perspectiva inmanente y racionalista y cuyo pensamiento tiene como común denominador la demanda de libertad para los agentes económicos. En 1714, al empezar el siglo, Mandeville afirma en forma de fábula que los egoísmos individuales producen al combinarse una mayor utilidad social(32). David Hume, en sus Economic Essays publicados en 1752, rechaza la tesis de que la riqueza la generan los metales preciosos y aconseja políticas que impulsen el comercio exterior ya que este proporciona materias primas a través de sus importaciones al mismo tiempo que dinamiza la industria mediante la exportación(33). Una generación más tarde el esfuerzo analítico enfocado hacia los mecanismos generadores de la riqueza de las naciones produce la obra clásica de Adam Smith,

publicada justamente al iniciarse la Revolución Industrial, donde éste hace la defensa de la libertad económica argumentando que la situación que maximiza el beneficio económico es aquella en que cada individuo realiza las operaciones que más le convienen y esto redundaría en el mayor bien posible para la sociedad en su conjunto pues se genera una autorregulación de la estructura económica que ningún gobierno puede mejorar(34). Es indudable que en el nivel ideológico también se había producido en Inglaterra una evolución que condujo a una posición hegemónica una ideología que apoyaba el proceso industrializador.

Al llegar a este punto quisiéramos enriquecer el tratamiento tradicional de este tema abordando el examen del inconsciente social. Los especialistas que han examinado la vinculación ya mencionada entre el pensamiento religioso y el desarrollo económico lo han hecho limitándose al terreno de la conciencia y la racionalidad. Por otra parte, como ya hemos visto, los sentimientos religiosos se habían debilitado en el siglo XVIII y en consecuencia la fuerza de las explicaciones centradas en ellos parecen disminuir en forma proporcional. Sin embargo, si trasladamos el análisis al nivel del inconsciente se puede apreciar que la revolución religiosa protestante operada en los siglos XVI y XVII no sólo propició el desarrollo capitalista de las sociedades donde se produjo durante ese periodo sino que conservó su capacidad transformadora en el siglo XVIII durante el ascenso del racionalismo.

La doctrina de la Predestinación según la cual las obras buenas o malas realizadas por los hombres son indiferentes

para decidir su destino eterno ya que éste depende exclusivamente de una decisión tomada desde toda la eternidad por la mente de Dios quien seleccionó a su arbitrio a los destinados a la salvación o a la perdición, encierra tal carga de terror que su impacto debió desbordar las fronteras de la conciencia para penetrar las profundidades del inconsciente, transformándolo. Los seres humanos deben conducir sus vidas dentro de un esquema de intenso trabajo y gran austeridad y esto no porque estas virtudes les hagan merecedores de la recompensa divina o les eviten su castigo, ya que su futuro ultraterreno está predeterminado desde antes de su nacimiento. Deben hacerlo porque es el tributo que como criaturas les exige su todopoderoso Creador, independientemente de cual sea el destino que les ha asignado y el cual desconocen. Sobre ese destino Dios no informa pero si da señales y la riqueza y el éxito económico son signos de que una criatura humana tiene la gracia divina y por consiguiente está destinada a la salvación. Esta terrible doctrina debió impactar el inconsciente de individuos lo suficientemente numerosos para modificar los patrones de funcionamiento de las sociedades donde tuvo influencia. Ahora bien, el trabajo intenso, la frugalidad y el ahorro son excelentes recetas para el progreso económico y si, además, la riqueza resultante ya no es considerada un obstáculo pecaminoso para la salvación sino, por el contrario, el signo de que se está predestinado a ella, estamos en presencia de un mecanismo admirablemente conformado para garantizar el desarrollo material de una sociedad y cuya influencia a través del oscuro conjunto de procesos dinámicos que actúan sobre la conducta pero escapan a

la conciencia incluso cuando ésta ya está dominada por el racionalismo como paulatinamente ocurrió a partir del siglo XVIII.

El funcionamiento del inconsciente social no ha sido estudiado adecuadamente por lo que debemos esperar que se realicen investigaciones sobre este campo antes de poder hacer una evaluación más precisa de la contribución que las doctrinas radicales de la fe reformada hicieron a la Revolución Industrial. Sin embargo, ya existen elementos que parecen confirmar la importancia de esa contribución y, así, T. S. Ashton afirma que se ha observado que el crecimiento de la industria está ligado, históricamente, al nacimiento de grupos que en materia religiosa adoptaban posiciones radicales. En el siglo XVII, la comunidad puritana que se agrupó alrededor de Richard Baxter incluía a los Foleys, los Crowleys y los Hanburys, destinados a fundar empresas importantes en lugares tan alejados como Staffordshire, Durham y Gales del Sur. Durante el siglo siguiente, miembros de la Sociedad de Amigos desempeñaron importante papel en el desarrollo de molinos de grano, en la fabricación de cerveza, en la farmacéutica y en empresas bancarias. En el progreso de la industria siderúrgica tuvieron importancia los Darbys, Reynolds, Lloyds y Huntsmans que eran cuáqueros, así como John Roebuck y Joseph Dawson quienes eran independentistas. Pero la influencia de las posturas religiosas sectarias no se limitaban al terreno de los empresarios y en el de los hombres que produjeron las innovaciones tecnológicas que formaron el núcleo de la P.R.I., encontramos que Tomás Newcomen era bautista, James Watt era presbiteriano y Samuel Crompton, el más grande de los inventores, fue discípulo

de Emmanuel Swedenborg quien, a su vez, era especialista en metalurgia y minería(35).

Por otra parte, el movimiento religioso disidente también influyó en la conformación de una fuerza de trabajo más eficiente. Las enseñanzas de John Wesley que se dirigían a los pobres y a los desposeídos resultaron una fuerza muy eficaz para el surgimiento de trabajadores con una mayor sobriedad, diligencia y disciplina(36). Si esta influencia de las doctrinas religiosas radicales y disidentes en la generación de numerosos empresarios, inventores y obreros dotados de las características que resultaban funcionales para el éxito del proceso industrializador operaba no únicamente en el nivel de la conciencia sino también en el del inconsciente, es indudable que en éste se desarrollaron impulsos que no tienen una importancia menor a todos los demás que condujeron a la PRI.

IV

Se puede sintetizar lo examinado afirmando que el proceso industrializador que transformó la sociedad inglesa a partir de la segunda mitad del siglo XVII, es en realidad la prolongación de un proceso mucho más largo, que se extiende por más de cuatro siglos y el cual operó cambios profundos en las relaciones de esa sociedad con el entorno natural, en su estructura económica y social, en la naturaleza del poder político y en las ideas y sentimientos que dominaban en ella.

Este gigantesco proceso se refleja cuantitativamente en el incremento de la riqueza de Inglaterra, tanto en términos

globales, como considerada por habitante. En efecto, dicho ingreso ha sido estimado entre doce y trece libras anuales per capita en la década de los años de 1750, cuando estaba por comenzar la PRI. Este dato que está dado en precios corrientes debe ser transformado en otro calculado en precios de un año base más cercano a nuestro tiempo para ser más significativo. Esta transformación es un problema complicado, pues el cálculo de los deflatores depende de las mercancías que se consideren, así como de su importancia relativa dentro del conjunto. Tomando en consideración estas dificultades, se puede estar de acuerdo con Deane, en que las 12 libras del ingreso anual por habitante que tenía Inglaterra en vísperas del proceso industrializador equivalen a unas 90 libras en precios de 1960. Es interesante señalar que dicha cantidad es parecida a las correspondientes a países latinoamericanos importantes como Brasil y México en 1961, cuando estaban empeñados en un proceso industrializador y que fue calculada en 95 y 105 libras anuales por habitante respectivamente y resulta muy superior a la de muchos países asiáticos y africanos en esa fecha(37).

Habiéndonos ocupado hasta aquí de la gran transformación de la sociedad inglesa que fue el antecedente de su industrialización, corresponde ahora analizar el proceso transformador durante ésta. Desde la óptica de este análisis, el hecho más interesante de la trayectoria de la evolución nacional inglesa después de 1780 es el estancamiento del desarrollo político del país en los cuarenta años que van de 1792 a 1832. Este periodo corresponde a la primera fase de la Revolución Industrial y,

en consecuencia, durante él emergieron con gran importancia cuantitativa y cualitativa estratos sociales antes pequeños y débiles. Era indispensable que la estructura política inglesa se transformara para reflejar la nueva correlación de fuerzas económicas y sociales que se conformaba, pero esta adecuación, cuyo principal elemento era la reforma electoral, no se produjo debido a la influencia de un factor exógeno: la Revolución Francesa.

Esta configuró un panorama internacional que resulta familiar a quienes han vivido en las décadas posteriores a la segunda guerra mundial: dos grandes potencias, superiores en riqueza y poderío militar a todas las demás naciones, se enfrentan en una rivalidad muy aguda. Pero además, esta confrontación entre dos grandes potencias está complicada por el hecho de que poseen sistemas sociales distintos, cada uno de los cuales resulta tan peligroso como repulsivo para la otra parte.

A partir de 1793, la Gran Bretaña estará en guerra casi continúa con Francia hasta 1815. Se trata de una lucha titánica que despierta grandes pasiones entre las que sobresale por su importancia el miedo. Miedo a que la Francia revolucionaria dominara el continente europeo. Miedo al contagio de las ideas revolucionarias en Inglaterra misma. Hasta ese momento la actitud de la clase dominante inglesa hacia las clases bajas era ambivalente, por un lado había indiferencia ante el sufrimiento de los pobres y una invencible incapacidad para entender su realidad y, por el otro, sentimientos humanitarios típicos del siglo XVIII; el enfrentamiento con Francia cambió esta actitud en un temor terrible hacia la "violencia de la muchedum-

bre", miedo cuya intensidad era un fenómeno sin precedente en la historia de Inglaterra(38).

Ya incluso desde 1792, antes del estallido de la guerra, una reacción ultraconservadora se produjo en la isla a medida que llegaban noticias del desarrollo del movimiento revolucionario y sus excesos. En el otoño e invierno de ese año, dice Trevelian, "el movimiento democrático fue derrotado en cada ciudad y aldea de Inglaterra"(39). En todas partes se formaron Asociaciones de Leales para organizar la opinión pública en apoyo al gobierno y en demanda de la represión a la disidencia doméstica y la resistencia a Francia. Al sobrevenir la guerra se intensificó la política represiva contra toda pretensión reformista, así como un endurecimiento hacia las víctimas de la Revolución Industrial a quienes se consideraba como potenciales "jacobinos". William Pitt, el joven, quien había sido partidario de reformar el sistema político, abandonó toda inclinación en tal sentido y al frente del gobierno implementó una política fuertemente represiva que implicaba una persecución sistemática de editores, predicadores y en general de toda persona que se aventurara a argumentar en favor de dicha reforma. La Corresponding Society fundada por Thomas Hardy el principal propagandista por el cambio constitucional entre los trabajadores, fue prohibida y el dirigente acusado de alta traición. Derechos como el de Habeas Corpus fueron suspendidos y muchas personas fueron encarceladas sin pruebas en su contra, mientras el Parlamento aprobaba las Leyes contra las Combinaciones que ponían fuera de la ley los sindicatos y todas las combinaciones de trabajadores. El partido

Whig que representaba la oposición se dividió en una facción que apoyaba al gobierno y su política y en otra encabezada por Charles James Fox que abogaba por una política moderada tanto interna como externa. Esta última facción quedó reducida a la impotencia bajo la doble acusación de falta de patriotismo en la guerra extranjera y de simpatía por la subversión interna y se limitó a ser testigo de los acontecimientos, esperando la hora en que sus ideas acerca de la reforma del sistema político salvarán a Inglaterra de una catástrofe social una generación más tarde(40).

Cuando la guerra terminó veintidos años después, el miedo no terminó. El rezago del sistema político en relación con las nuevas realidades sociales y económicas era cada vez más patente e insoportable. Un acontecimiento reflejó las peligrosas tensiones que se generaban en el seno de la sociedad inglesa: la masacre de Peterloo. Este es el nombre, poco conocido fuera de Inglaterra, que se da a la sangrienta represión que sufrió en 1819 una manifestación de trabajadores de Manchester a manos de fuerzas militares, pese al orden y paz con que se estaba realizando. "Realmente fue una masacre...La presencia de tantas mujeres y niños es un testimonio del carácter pacífico del mitin que (los reformistas sabían) toda Inglaterra estaba observando. El ataque fue hecho contra la multitud con el veneno del pánico" (41). La sociedad se conmovió profundamente con este episodio que tiene en la conciencia inglesa el sitio que ocupan las Vísperas Sicilianas, la Noche de San Bartolomé o Buchenwald en la de otros países(42). Pese a todo, el estancamiento político de Inglaterra, cada vez más peligroso, continuó.

Un factor que explica esta prolongación del estancamiento fue la pasividad de la clase media que por unos años se limitó a acumular los frutos del progreso industrial. Los trabajadores fabriles, aislados y carentes de organizaciones, no estaban en condiciones de cambiar el orden político establecido pese a su número siempre creciente. Parecida impotencia afectaba a numerosos campesinos desposeídos por los cercamientos y convertidos en jornaleros.

Por fin, en 1830, la convergencia de varios fenómenos hizo de la reforma electoral una posibilidad: la depresión económica, la violencia de los trabajadores tanto urbanos como rurales exasperados por la miseria, el desgaste del partido en el poder después de décadas de monopolizarlo y particularmente la movilización de la clase media en favor de un cambio que se antojaba ya inevitable. La reforma del sistema electoral era vista en todos los estratos sociales como la clave para adecuar el poder político a la realidad nacional, convirtiendo el Parlamento en un reflejo más fiel de la nación. Una alianza general de clases apoyó la medida en la seguridad de que habría nuevas posibilidades actuales y futuras para la sociedad inglesa. El partido Whig comprendiendo que su hora por fin había llegado se puso al frente del movimiento. La inevitable resistencia a la reforma, que incluyó varias ejecuciones y centenares de exilios para los reformistas, generó una violenta agitación que amenazó a Inglaterra con la guerra civil. Por fin en 1832 la presión se volvió irresistible y el sistema electoral fue reformado. Fue un verdadero vuelco en la historia inglesa(43).

En efecto, a partir de entonces fue más fá-

cil ir adecuando la estructura política y jurídica a las cambiantes realidades de la nación. Estas estructuras fueron sometidas a una severa prueba poco después de su reforma. Los años que siguieron a 1832 fueron prósperos, pero después del boom de 1836 siguió una crisis entre 1837 y 1842. Las crisis, como mencionamos en el capítulo primero, van a ser un fenómeno recurrente, tal como observara Juglar, de la sociedad industrial, pero ésta fue terrible por su profundidad que redujo a los trabajadores y a los pobres en general a un nivel de miseria que no volvería a repetirse en la historia posterior de Inglaterra. El costo social de la crisis se incrementó aún más debido a que coincidió con la difusión de los telares mecánicos, los cuales arruinaron definitivamente a los tejedores artesanales quienes no pudieron resistir la competencia de la industria, al mismo tiempo que cambiaba la composición de la fuerza de trabajo ya que los empresarios preferían emplear mujeres y niños en sus fábricas y no a los tejedores varones desplazados, con la consiguiente perturbación de los hogares(44).

Esta profunda crisis tuvo su reflejo en el nivel ideológico. Los sufrimientos de los trabajadores y de los sectores pobres y el contraste que ofrecían con la continua expansión de las fuerzas productivas y la idea de progreso que generaba, conmovieron a varios políticos e intelectuales ingleses, como Benjamin Disraeli y Thomas Carlyle e incluso llegaron a provocar entre ellos una idealización del pasado que incluía al catolicismo y la Edad Media, como correspondientes a una sociedad mejor equilibrada(45).

Por otra parte, es necesario tener presentes elementos que matizaban el proceso, la sociedad inglesa aun en

los peores momentos, encontró recursos para moderar el costo de las contradicciones que la inmensa transformación imponía. Así, por ejemplo, cuando en 1794, en medio de la reacción ultraconservadora provocada por la guerra con la Francia revolucionaria, el gobierno pidió la pena de muerte para Thomas Hardy y otros opositores, el jurado se negó a imponerla.

Pero, como ya se ha dicho, el gran viraje vino con la reforma del sistema político en 1832, cuando Inglaterra se encontró ante una disyuntiva brutal: el cambio o la catástrofe. Y los sectores sociales generados por la industrialización, se dispusieron a resistir la posibilidad de un gobierno opuesto al cambio y sostenido por la fuerza contra la voluntad de la mayoría de la nación. A partir de su triunfo prosiguió el largo proceso que había hecho de Inglaterra la primera nación industrial de la historia. Un ejemplo de la adecuación que había resultado entre el poder político y las fuerzas económicas y sociales, fue el rechazo de las Leyes Cerealeras que habían sido aprobadas en 1815 para proteger los intereses de los terratenientes y que prohibían la importación de trigo si su precio descendía por debajo de un límite, pese a la crítica que David Ricardo había hecho de ellas. Durante la terrible crisis de 1837 se desató una campaña contra esas leyes que las denunciaba abiertamente como contrarias a los intereses tanto de los trabajadores para quienes significaba pan caro, como los de los industriales para los que la importación de cereales abría nuevos mercados para sus productos en el exterior(46). La abolición de las Leyes Cerealeras en 1846 significó el triunfo de la Inglaterra industrial sobre la Inglaterra agrícola.

N O T A S

- 1.- Fernand Braudel, La dinámica del capitalismo, trad. Rafael Tusón Catayud, México, Fondo de Cultura Económica, 1986, p.116
- 2.- Joel Mokyr, "The Industrial Revolution and the New Economic History", Joel Mokyr (ed.), The Economics of the Industrial Revolution, London, George Allen & Unwin, 1985, pp.3,4
- 3.- En este análisis se ha utilizado la edición inglesa de 1983 y todas las referencias subsecuentes son a ésta. Paul Mantoux, The Industrial Revolution in the Eighteenth Century: An Outline of the Beginnings of the Modern Factory System in England, prólogos T.S. Ashton y John Kenneth Galbraith, Chicago, Chicago University Press, 1983
- 4.- El primer uso del término "Revolución Industrial" fue hecho por el economista francés Jerome Adolphe Blanqui en su Histoire de l'economie politique publicado en 1837
- 5.- Colin McEvedy, The Penguin Atlas of Modern History (to 1815), Harmondsworth, Penguin Books, 1972, pp.62-65
- 6.- Idem, p.88
- 7.- C.H. Feinstein, "Capital Formation in Great Britain", P. Mathias y M.M. Postan (eds.), Cambridge Economic History of Europe, Cambridge, 1978, VII, p.91
- 8.- Nicholas F.R. Crafts, "British Economic Growth, 1700-1831: A Review of the Evidence", Economic History Review, XXXVI, 2, mayo, 1983
- 9.- Feinstein, "Capital Formation...", op.cit., p.88
- 10.- Donald McCloskey, "The Industrial Revolution 1780-1860: A Survey", Joel Mokir (ed.), The Economics..., op.cit., p.62
- 11.- Daumas y Gille, "La machine a vapeur", op.cit., p.53
- 12.- Mokir, "The Industrial Revolution...", op.cit., pp.35,36
- 13.- Ashton, op.cit., p.154
- 14.- Idem, pp.151,152
- 15.- Mantoux, op.cit., pp.47,48
- 16.- Cazadero, Desarrollo, crisis..., op.cit., caps. VI y VII

- 17.- Ruggiero Romano y Alberto Tenenti, Los fundamentos del mundo moderno, Edad Media Tardía, Reforma, Renacimiento, trad. Marcial Suárez, Mexico, Siglo XXI, 1977, p.20
- 18.- R.A. Lomas, "The Priory of Durham and its Demesnes in the Fourteenth and Fifteenth Centuries", The Economic History Review, vol. XXXI, n.3, agosto 1978, p.339
- 19.- M.M. Postan, The Medieval Economy and Society, Harmondsworth, Penguin Books, 1975, pp.213-215
- 20.- Harry A. Miskimin, The Economy of Early Renaissance Europe, 1300-1460, Cambridge, Cambridge University Press, 1975, pp. 92-96
- 21.- George Macaulay Trevelyan, A Shortened History of England, Harmondsworth, Penguin Books, 1959, pp.117,189,190
- 22.- Christopher Morris, The Tudors, Fontana, 1979, pp.45,46
- 23.- Christopher Hill, Reformation to Industrial Revolution, Harmondsworth, Penguin Books, 1969, p.34
- 24.- Idem, pp.35,38
- 25.- Giorgio Mori, La Revolución Industrial, trad. Carlos Elordi, Barcelona, Editorial Crítica, 1983, p.21
- 26.- Trevelyan, op.cit., pp.207,208
- 27.- Hill, op.cit., pp.119,120,132
- 28.- Idem, pp.135,146,147,155,156,169
- 29.- Phyllis Deane, The First Industrial Revolution, Cambridge, Cambridge University Press, 1979, pp.37-39
- 30.- Cfr., Mantoux, op.cit., p.184; Deane, op.cit., p.52
- 31.- Max Weber, La ética protestante y el espíritu del capitalismo, Tlahuapan, Puebla, Premia editora de libros, 1979; R.H. Tawney, Religion and the Rise of Capitalism, West Drayton, Middlesex, 1948
- 32.- Bernard Mandeville, "La fábula de las abejas", Mori, op.cit., (doc. n.1), pp.165-167
- 33.- David Hume, "Essays in Economics" en Writings in Economics, E. Rotwein (ed.), Madison, University of Wisconsin Press, 1955, p.13 citado en Michel Beaud, A History of Capitalism, 1500-1980, trad. Tom Dickman y Anny Lefebvre, New York, Monthly Review Press, 1983, p.68

- 34.- Adam Smith, The Wealth of Nations, New York, Modern Library, 1937, p.651
- 35.- Ashton, op.cit., p.26
- 36.- Idem
- 37.- Deane, The First..., op.cit., pp.8,9
- 38.- E.L. Woodward, The Age of Reform, 1815-1870, London, Oxford University Press, 1939, p.18
- 39.- Trevelyan, op.cit., p.411
- 40.- Idem, pp.411-415
- 41.- E.P. Thompson, The Making of the English Working Class, Harmondsworth, Penguin Books, 1968, pp.752,753
- 42.- Robert Walmsley, Peterloo: The Case Reopened, Manchester, Manchester University Press, 1969, p.22
- 43.- Woodward, op.cit., pp.75-83
- 44.- Derek Beales, From Castlereagh to Gladstone, 1815-1885, London, Nelson, 1969, pp.106,110-112
- 45.- Idem, pp.112,113
- 46.- Woodward, op.cit., pp.58,59,113

CAPITULO TERCERO

LA REVOLUCION INDUSTRIAL COMO METAMORFOSIS DE LA ECONOMIA MUNDIAL

La Revolución Industrial es la transformación más fundamental de la vida humana en la historia... toda una economía mundial fue construida en torno a Inglaterra.

Eric Hobsbawm(1)

I

Para completar este análisis de la Revolución Industrial es necesario hacer un examen de sus efectos en el ámbito mundial. La necesidad de esto se deriva del hecho, ya mencionado, de que una revolución industrial es un fenómeno de dimensiones planetarias y sólo es plenamente inteligible considerándolo como tal.

Paulatinamente las diversas innovaciones tecnológicas orientadas hacia la producción de bienes de consumo que impulsaban la Primera Revolución Industrial en Inglaterra fueron perdiendo su capacidad dinamizadora y el empuje fundamental fue suministrado en forma creciente por innovaciones vinculadas con la producción de bienes de capital. La primera fase de la industrialización, la textil, dio paso a la segunda, la ferroviaria...

Esta segunda etapa del proceso industrializador inglés comienza, como ya hemos visto, hacia 1830 cuando se inicia

la construcción de la red de ferrocarriles británicos; tiene un primer auge de inversión acelerada entre 1835 y 1837 y alcanza su apogeo con la gigantesca "manía ferroviaria" que tiene lugar entre 1845 y 1847, de manera que para 1850 la red ya estaba tendida en sus aspectos principales(2). Después de esta fecha se siguieron construyendo líneas ferroviarias y para 1870 el sistema estaba integrado y contaba con una extensión de 15 540 millas como se aprecia en los datos del cuadro 3.1. Posteriormente se continuó ampliando el sistema pero a un ritmo mucho más lento, así en la década de los años setenta sólo se añadieron unas 2 400 millas de vías contra casi 6 000 durante la década del gran auge en los años cuarenta. Podemos pues estimar que la fase ferroviaria de la Primera Revolución Industrial en Inglaterra terminó prácticamente en 1870.

CUADRO 3.1

DESARROLLO FERROVIARIO DE VARIOS PAÍSES EN MILLAS
1840-1900

Año	Reino Unido	Francia	Alemania	Estados Unidos
1840	838	360	341	2 820
1850	6 620	1 890	3 640	9 020
1860	10 430	5 880	6 980	30 630
1870	15 540	9 770	11 730	53 400
1880	17 935	14 500	20 690	84 393
1890	20 073	22 700	26 750	161 397
1900	21 855	25 000	32 330	194 262

Fuente: G.D.H. Cole, Introducción a la historia económica 1750-1950, México, Fondo de Cultura Económica, 1963.

Los datos del cuadro 3.1 demuestran la necesidad de considerar la PRI como una transformación de la economía mundial y no sólo de la inglesa. En efecto, a lo largo del siglo XIX, Francia, Alemania y Estados Unidos generaron procesos que los transformaron en sociedades industriales dotadas de sistemas ferroviarios aun mayores que el inglés y cuyo vigoroso crecimiento después de 1870 contrasta con el relativo estancamiento de éste. Así, mientras el sistema ferroviario británico creció de 15 540 millas en 1870 hasta 21 855 en 1900, lo que representa un incremento de 40% en esos treinta años, el sistema francés crecía de 9 770 millas a 25 000 en ese periodo lo que equivale a un 155% de aumento, mientras que, por su parte, el alemán pasó de 11 730 a 32 330, esto es un crecimiento de 175% y, por último, el estadounidense creció de 53 400 hasta convertirse en una enorme red ferroviaria de 194 262 millas lo que representa un gigantesco incremento de 263% en esos 30 años.

El proceso de industrialización de Francia, Alemania y Estados Unidos al que se sumaron algunos otros países, así como la construcción de los sistemas ferroviarios que tan importante papel desempeñaban en esa transformación, repercutieron en Inglaterra al generar una demanda de bienes de capital que las industrias domésticas de aquellas naciones no podían satisfacer. Durante estos años la delantera que la industria inglesa poseía tanto en capacidad productiva como en desarrollo tecnológico, convirtieron a Inglaterra en el "taller del mundo". La información del cuadro 3.2 hace ver la importancia creciente de los bienes de capital en el comercio exterior británico. Este tipo de bienes que en una

fecha tan tardía como 1840 apenas representaban un poco más de la décima parte de las exportaciones manufactureras, crecieron hasta representar más de un quinto en 1857 y continuaron incrementándose hasta constituir más de un cuarto hacia 1880. Inglaterra no sólo se había industrializado sino que ahora estaba industrializando otros países que serían pronto sus rivales.

CUADRO 3.2

EXPORTACIONES BRITANICAS DE BIENES DE CAPITAL
1840-1884

Periodo	Porcentaje de los bienes de capital en la exportación de manufacturas
1840-1842	11%
1857-1859	22%
1882-1884	27%

Fuente: E.J. Hobsbawm, Industry and Empire, Harmondsworth, Penguin Books, 1969, p.109.

La expansión de la Primera Revolución Industrial a Francia, Alemania y Estados Unidos hizo que las necesidades energéticas de estos países crecieran en forma acelerada. Al igual que en el caso inglés, la demanda de energía de esas naciones fue satisfecha potenciando la producción carbonífera. En el cuadro 3.3 se aprecia como entre 1860 y 1900, esto es, en el periodo en que el proceso industrializador de estas sociedades alcanzó su plenitud, la producción del energético creció en forma muy dinámica. La producción francesa se incrementó de 9.8 millones de toneladas anuales hasta 31.8 millones, lo que equivale a 224 de aumento porcentual en esos cuarenta años. Alemania, por su parte, incremen-

taba su producción en un astronómico 618%, mientras que Estados Unidos lo hacía en una proporción todavía mayor, equivalente a 1 581% en dicho periodo.

CUADRO 3.3

PRODUCCION CARBONIFERA EN VARIOS PAISES
1860-1900

Periodo	Producción promedio por quinquenios en millones de toneladas			
	Reino Unido	Francia	Alemania	Estados Unidos
1860-64	84.9	9.8	15.4	16.7
1880-84	156.4	19.3	51.3	88.7
1900-04	226.8	31.8	110.7	281.0

Fuente: William Ashworth, A Short History of the International Economy 1850-1950, London, Longmans, Green and Co., 1952, p.34

Estos hechos hacen resaltar una realidad que se había hecho patente desde los inicios del proceso industrializador en Inglaterra: la Revolución Industrial tiene como requisito indispensable y, a la vez, como parte integral de la misma el establecimiento de una nueva base energética con una capacidad extraordinariamente superior a la que servía a la sociedad tradicional. La Revolución Industrial es, además de otras cosas, una revolución energética.

II

Únicamente unos cuantos países pudieron seguir la ruta de Francia, Alemania y Estados Unidos, implementando procesos que los convirtieran en sociedades industriales desarrolladas. La

inmensa mayoría de los pueblos del mundo se integraron a la Primera Revolución Industrial, como ya hemos dicho, pero formando un conjunto de regiones subdesarrolladas pobladas por hombres y mujeres víctimas de enfermedades y hambre crónicas y soportando una vida miserable "sino de aquellos pueblos que aumentan su número sin pasar a través de una revolución industrial"(3). Debemos analizar los obstáculos estructurales que Francia, Alemania y Estados Unidos vencieron para escapar a ese destino.

Los primeros intentos de introducir las innovaciones tecnológicas de la Primera Revolución Industrial en la estructura productiva francesa datan del siglo XVIII, pero el proceso resultó excesivamente lento y en pequeña escala. Así, por ejemplo, la máquina de vapor de Newcomen fue introducida quince años después de su aparición y sólo unas cuantas fueron instaladas y algo similar ocurrió con el modelo de Watt. El periodo de la Revolución y el Imperio fue de estancamiento para el débil proceso de industrialización y al terminar dicha etapa en 1815, se habían fabricado pocas máquinas y estas eran de modelos obsoletos que sufrían de un rezago tecnológico de 30 años en relación a Inglaterra(4). La situación en que se encontraban otras innovaciones no era mejor y puede decirse que cuando terminaron las guerras napoleónicas, Francia todavía no se había incorporado a la Primera Revolución Industrial.

El rezago del proceso industrializador en Francia resulta inexplicable si se examinan los recursos de que disponía el país en comparación con Inglaterra y que aparecen en el cuadro 3.4. Como puede apreciarse, hacia 1780 la población de

Francia con 25.6 millones de habitantes era casi tres veces superior a la de la Gran Bretaña con 9 millones. Tal vez más significativa sea la población urbana la cual también era superior en más del doble a la británica, ya que es de suponerse se trataba de individuos que vivían dentro de una economía monetaria. El comercio exterior era prácticamente igual en ambos países, mientras que la producción de hierro que puede tomarse como un indicador del avance industrial era muy superior en Francia.

CUADRO 3.4
DEMOGRAFIA Y PRODUCCION EN FRANCIA Y GRAN BRETAÑA
1700-1780

	FRANCIA		GRAN BRETAÑA	
	1700	1780	1700	1780
Población (millones)	19.2	25.6	6.9	9.0
Población urbana (millones)	3.3	5.7	1.2	2.2
Comercio exterior (millones de £)	9	22	13	23
Producción de hierro (miles de toneladas)	22	135	15	60
Consumo de algodón (millones de libras)	0.5	11	1.1	7.4
Producción agrícola (1700=100)	100	155	100	126
Producción industrial (1700=100)	100	454	100	197
Producción total (1700=100)	100	169	100	167
Ingreso per capita (1700=100)	100	127	100	129

Fuente: Nicholas F.R. Crafts, "Industrial Revolution in England and France: Some Thoughts on the Question Why was England First" apud, W.W. Rostow, How it All Began, New York, 1975 en Joel Mokyr (ed.), The Economics of the Industrial Revolution, London, George Allen & Unwin, 1985, p.128

Los gobiernos de la Revolución y el Imperio realizaron un esfuerzo muy grande para modernizar las estructuras de la sociedad francesa, bajo el criterio de racionalidad heredado del Siglo de las Luces. El proceso se inició en la famosa noche del 4 de agosto de 1789, cuando los representantes de la nobleza y el clero renunciaron a los privilegios feudales que poseían incluyendo la exención de impuestos, derechos al trabajo servil y continuó con la Declaración de los Derechos del Hombre y del Ciudadano que consagraban la igualdad ante la ley y el derecho de propiedad. Las reformas institucionales incluyeron una nueva administración homogénea basada en la división en comunas y departamentos, el inicio de una educación superior con orientación tecnológica mediante la fundación de la Escuela Politécnica, creación de un sistema bancario incluyendo el Banco de Francia, un sistema fiscal centralizado y el Código Napoleón basado en el Derecho Romano y las tesis de los revolucionarios, dotando a Francia de una legislación uniforme(5).

Esta enorme labor modernizadora debió preparar a la sociedad francesa para un dinámico proceso de industrialización y auge del capitalismo, sin embargo, esto no fue así, ya que tanto el progreso de la industria, como del capitalismo siguieron siendo anémicos. Kemp explica esta atonía en la estructura económica con base en el carácter arcaico de las relaciones prevalecientes en la producción agraria antes y después de las reformas. Antes de la Revolución la nobleza extraía un excedente en obligaciones laborales obligatorias, en dinero y en especie, pero se desentendía de la explotación de las propieda-

des y de las posibilidades de introducir mejoras en ellas, mientras que, por su parte, los campesinos cuya vida generalmente se mantenía en el nivel de subsistencia carecían de medios que los convirtieran en agentes del progreso técnico. Por otra parte, el campesino era en muchos casos y para los efectos prácticos el dueño de la tierra sujeto tan sólo a las exacciones feudales citadas pero protegido por la vitalidad de la comunidad y el derecho consuetudinario contra cualquier abuso del señor similar a los cercamientos ingleses. La nobleza tendía a utilizar el excedente económico que concentraba en consumo suntuario y servicios, mientras que el campesinado tenía una economía de autoconsumo que sólo parcialmente penetraba en el mercado. En estas condiciones ambas clases tendían a dificultar transformaciones cualitativas de la estructura económica(6). Los esfuerzos que se realizaron para que los nobles emularan a los prósperos terratenientes ingleses resultaron intermitentes, inconexos y, en consecuencia, poco eficaces. El tradicionalismo del sector agrario se extendía a otros, de los que el financiero puede servir de ejemplo. En la Francia prerrevolucionaria se desconocía el sistema bancario y crediticio al estilo inglés; los financieros se dedicaban a especular, a financiar los gastos del Estado o el comercio internacional y marginaban el apoyo a las actividades productivas. Charles Morazé considera que efectivamente uno de los obstáculos más formidables a la industrialización era la ausencia de un sistema funcional de crédito y esta carencia no era culpa de un rey tonto y débil o de una reina frívola y derrochadora o siquiera de la Corte. Mo-

razón es terminante: el verdadero culpable es la sociedad francesa en su conjunto. Víctima de los excesos especulativos de años atrás, los franceses desconfiaban profundamente del papel moneda y de los bancos. La desconfianza hacia los bancos era tal que el término mismo no se utilizaba durante el Antiguo Régimen y los poseedores de activos líquidos fomentaban una continua fuga de capitales hacia el oro que convirtió a los franceses en 1785, en vísperas de la Gran Revolución, en propietarios de la mayor reserva de oro del mundo(?). Las grandes instituciones creadas por los revolucionarios y sus sucesores imperiales representaban medidas correctas pero no podían crear algo que no puede improvisarse: una clase empresarial eficiente. Una clase así, como lo atestigua el ejemplo inglés, es el resultado de la acción creativa de varias generaciones.

Por su parte, Kemp para explicar la falta de dinamismo del proceso industrializador después de la modernización hecha por el régimen revolucionario y su sucesor imperial, afirma que esta transformación proporcionó una base jurídica extremadamente favorable al desarrollo pleno y libre del capitalismo y un contexto en el que la industria podía disponer de un amplio campo de acción para la empresa privada. Sin embargo, añade, a pesar de crear estas condiciones favorables al desarrollo industrial, éste no se materializó. Además de las perturbaciones generadas por la revolución y la guerra, el obstáculo principal se encontraba en la supervivencia de una sociedad agraria conservadora. Los campesinos fueron convertidos por la acción revolucionaria en dueños de la tierra que pasó a ser propiedad legal suya y surgieron como una fuerza política que los

demás sectores sociales no pudieron ya ignorar nunca. Pero esta revolución hecha desde abajo constituyó una estructura refractaria al cambio y poco propicia para la industrialización(8). En estas condiciones la industria francesa no llegó a representar desafío alguno para la inglesa en el ámbito mundial e incluso se sentía amenazada en su mercado interno por ésta.

Otros analistas señalan diferentes debilidades de la estructura económico-social francesa. François Caron hace un verdadero catálogo de ellas donde se vuelve a referir a la debilidad de las instituciones para movilizar los capitales y añade las deficiencias de los transportes, la importancia del autoconsumo campesino, la falta de penetración de la economía monetaria, etcétera. Algunos autores hacen énfasis en una mentalidad anticapitalista prevaleciente en el país(9). Estamos de acuerdo en que ninguna explicación monocausal es aceptable. Eran muchos los factores que frenaban los impulsos hacia la industrialización que se generaban en el interior de la sociedad francesa, pero queremos añadir que lo más importante era que impedían la formación de una estructura totalizadora favorable al proceso industrializador. La industrialización inglesa, ya lo hemos examinado, es el resultado de la evolución a través de siglos de muchos factores que cubren un amplio espectro que se extiende desde las relaciones con el entorno geográfico hasta los mecanismos más sutiles del funcionamiento del inconsciente.

Durante décadas e incluso después de gran esfuerzo modernizador de la Revolución y el Imperio, la industria francesa lucha contra una inclinación de los empresarios a mantener

pequeñas sus empresas a fin de conservar el control de ellas. Se siente aversión a introducir a extraños en lo que se consideraba un dominio exclusivo de la familia. Los inversionistas en contrapartida no gustaban de arriesgar su capital y hacia 1840 si bien ya había bancos éstos no representaban el mecanismo de intermediación financiera que tenían en Inglaterra, al grado que en su Traité théorique des opérations de banque, Courcelle-Seneuil escribía "En Francia, los hombres arriesgan fácilmente sus vidas y difícilmente sus fortunas; los hombres abundan, pero los capitales son raros"(10). Las inversiones en bienes inmuebles fueron preferidas por los inversionistas hasta una fecha tan tardía como 1870.

Pese a tan formidables obstáculos, la modernización de la economía francesa, principalmente la industrialización, tomó fuerza a partir de 1850. Esto aparece con claridad en el crecimiento del sistema ferroviario: en esa fecha la red sólo tenía, como se aprecia en el cuadro 3.1, una extensión de 1890 millas, cifra claramente inferior no únicamente a la inglesa sino también a la alemana. Es únicamente después de 1850 que el sistema crece a un ritmo adecuado que le permite rebasar al inglés en la penúltima década del siglo. Esto conlleva un efecto multiplicador ya que supone, por una parte, grandes inversiones, creación de empleos, demanda a la industria pesada y por la otra, la integración de un mercado interno, todo lo cual permite que Francia se industrialice.

Otros indicadores también señalan la segunda mitad del siglo XIX como la correspondiente al despegue indus-

trial francés. Los textiles de algodón que contaban únicamente con 5 mil telares mecánicos en 1834, disponían de 31 mil en 1846 y de 85 mil en 1875, con lo que comenzó la desaparición de los equipos manuales. En la metalurgia se lograron avances espectaculares gracias al progreso tecnológico y especialmente a las nuevas disponibilidades energéticas: la capacidad de un alto horno alimentado con madera era de 3 o 400 toneladas anuales, mientras que para los modelos utilizados hacia 1856 y en los que se empleaba carbón mineral, la producción alcanzaba las 3 300 toneladas anuales. En el dominio más amplio del suministro energético a la producción general tenemos el mismo fenómeno. En 1816, Francia sólo disponía de 150 a 200 máquinas de vapor, cifra que creció hasta alcanzar de 5 a 6 mil unidades en 1850(11). La revolución industrial en Francia fue, lo mismo que en Inglaterra, una revolución en las disponibilidades de energía.

El avance del proceso industrializador reflejaba cambios en todos los niveles de la actividad social: hacia 1850 disminuyeron los prejuicios contra la gran empresa, el miedo a las innovaciones tecnológicas, se comenzaban a utilizar nuevas formas para movilizar grandes capitales como la sociedad anónima y el capital bancario dio un apoyo decidido a la expansión de las empresas industriales(12). Sin lugar a dudas, en la segunda mitad del siglo las estructuras francesas consiguieron superar los obstáculos que impedían su modernización con lo que se dio un progreso decidido en el proceso industrializador. El largo periodo de 60 años de esfuerzos de modernización que se extiende desde la Gran Revolución de 1789 hasta 1850 demuestra

la magnitud de la resistencia al cambio y es una prueba más de las dificultades para instrumentar una dinámica industrializadora que lleve a un país dado a conseguir un desarrollo autosustentado.

La experiencia francesa indica que la modernización involucra la salida de un círculo vicioso mediante una trayectoria en espiral en la que millares de pequeñas victorias de los agentes del cambio van modelando una nueva sociedad cualitativamente distinta de la antigua y capaz de asimilar la estructura de innovaciones tecnológicas que forma el núcleo de una revolución industrial.

III

La industrialización de Alemania presenta características especiales que dan lugar a reflexiones muy interesantes para este análisis. La sociedad alemana hacia finales del siglo XVIII también poseía muchos rasgos arcaicos y vestigios feudales que representaban barreras para el proceso industrializador. Sin embargo, el principal obstáculo era la fragmentación política del pueblo alemán que en 1789 estaba dividido en 314 territorios independientes y más de 1 400 feudos de Caballeros Imperiales. En estas condiciones el comercio interior se veía obstaculizado por innumerables barreras aduanales, diferentes monedas, leyes heterogéneas, monopolios comerciales, etcétera(13). La Revolución Francesa fue un acontecimiento casi tan importante en la historia alemana como lo fue en la fran-

cesa e implicó significativos progresos en la eliminación de los obstáculos para la modernización de Alemania.

Los ejércitos franceses dotados de un notable dinamismo se desbordaron allende sus fronteras convertidos en una curiosa e indefinible mezcla de conquistadores y libertadores. Como resultado de este avance los territorios occidentales de Alemania pasaron a formar parte de Francia por toda una generación, mientras que otros fueron reorganizados bajo la tutela francesa con lo que absorbieron las ideas e instituciones revolucionarias y modernizantes de los conquistadores debilitando o destruyendo los vestigios del viejo orden tradicional. En el oriente de Alemania, principalmente en Prusia, no hubo una influencia directa de Francia, pero los gobernantes tomaron conciencia de la necesidad de modernizar las estructuras sociales para poder resistir con eficacia el expansionismo francés. Esta necesidad se hizo más evidente después de la derrota sufrida por el ejército prusiano en Jena en 1806 y al año siguiente se empezaron las reformas Stein-Hardenberg con la abolición de la servidumbre personal que se hizo efectiva en 1810. A esta reforma siguieron otras en 1811, 1816 y 1821 transformando las relaciones sociales en el campo, de manera que los colonos tenían una parte de las tierras que habían usufructuado de acuerdo con el derecho feudal a cambio de ceder otra parte al señor. Esta reforma realizada desde arriba tuvo por ello resultados muy diferentes a la realizada en Francia desde abajo, ya que preservó las grandes propiedades de los Junkers lo que permitió mejoras considerables en la eficiencia de la agricultura.

tura(14).

Por otra parte, en esa misma época comenzó a manifestarse con vigor el nacionalismo alemán. Las palabras del patriota Friedrich von Stein sintetizan ese sentimiento cuando en 1812 afirmaba: "Tengo una sola patria y esa es Alemania... Sólo a Alemania y no a una parte de ella soy leal con toda mi alma. En este punto crucial de la historia las dinastías me son totalmente indiferentes. Es mi deseo que Alemania sea grande y fuerte..."(15). Sin embargo, para materializar estos anhelos de una nación unificada había que superar formidables barreras.

El Congreso de Viena que reconstruyó el mapa de Europa en 1815, tuvo como principios rectores en su obra la legitimidad de los derechos dinásticos, el rechazo de cualquier pretensión de alterar la estructura social y lograr la seguridad en contra de cualquier resurgimiento del expansionismo francés o de otra potencia mediante el establecimiento de un sistema de equilibrio de fuerzas. Las aspiraciones y deseos de los habitantes de los diversos territorios fueron sencillamente ignorados. La aplicación de estos principios en Alemania estableció una situación que parecía formar una barrera infranqueable a la industrialización. El mosaico de reinos y señoríos de la geografía prebélica alemana no pudo restaurarse y fue substituída por un conjunto de 39 estados independientes agrupados en una Confederación carente de autoridad efectiva. A dichos estados retornaron los antiguos monarcas y príncipes rodeados de sus cortesanos y reclamando sus viejos privilegios incluido el poder

absoluto(16). Los integrantes de los gobiernos de estos pequeños estados tenían como principal objetivo conservar el poder y resultaban por tanto enemigos de cualquier proyecto de unificación nacional.

Prusia uno de los estados más fuertes era un ejemplo de la grotesca geografía alemana. Con el objeto de servir de barrera a una posible agresión francesa se le adjudicó una provincia en el Rhin, con lo que se constituyó un país con dos porciones separadas y diferentes, la occidental tenía una sociedad más evolucionada y contrastaba con la oriental dominada económica, política y socialmente por los Junkers y sus grandes latifundios. Ambas porciones tenían fronteras muy recortadas y para colmo existían aduanas interiores incluyendo peajes en los ríos. Las dificultades de administrar esta extraña creación dieron el primer impulso a un proceso que culminaría con la unidad alemana. En 1816 todas las líneas aduaneras fueron trasladadas a las fronteras del estado prusiano y todas las aduanas interiores fueron abolidas. Casi inmediatamente después, en 1818 se instauró para toda Prusia un arancel único y el primero de enero de 1819 todo el sistema aduanal quedó definitivamente unificado(17).

La política prusiana provocó la hostilidad de los gobernantes de la mayoría de los otros estados alemanes cuyos diplomáticos intentaron crear una unión económica para oponerse. El fracaso de estos esfuerzos, llevaron entre 1819 y 1823 a cuatro pequeños principados a ingresar al sistema aduanero de Prusia. La lucha por la superación del localismo resultaba difícil pese a los esfuerzos y anhelos de hombres como Friedrich List,

joven economista que realizaba una propaganda continua en favor de una Alemania integrada. Paulatinamente se fueron venciendo las resistencias y en 1834 se proclamó el Zollverein que era la unión aduanera de Prusia, los dos Hesse, Wurtemberg, Baviera y Sajonia al cual poco después se adhirieron los estados de Turingia y Frankfurt(18). Fue el momento histórico en que fue dado el paso decisivo en la unificación alemana con lo que se había derrumbado el principal obstáculo para el proceso industrializador.

El desarrollo del sistema ferroviario es el mejor testimonio del auge de la industrialización que siguió. Como se aprecia en el cuadro 3.1, en 1840 la red alemana era la más pequeña de las poseídas por los cuatro países listados, para 1850 era ya superior a la francesa y en 1880 sobrepasó a la británica con 20 690 millas de vías. El establecimiento de los ferrocarriles tuvo el consabido efecto multiplicador: unificó el mercado interno complementando la obra del Zollverein, creó una demanda masiva para la industria, generó industrias secundarias, etcétera. Además en el caso de Alemania tuvo un valor adicional que no poseía ningún otro país dada la posición que tenía en el centro de Europa con lo que convirtió a Alemania en el gran vínculo entre las porciones occidental y oriental del continente. El proceso industrializador se caracterizó a partir de la década de 1850 por su extraordinario vigor que convertiría a este país en la mayor potencia industrial europea.

Varios factores específicos de la industrialización alemana explican su notable dinamismo. Uno de estos elementos fue la participación de los bancos en la expansión de

la industria. El sistema bancario suministró los grandes capitales necesarios para un rápido desarrollo industrial estableciendo una verdadera simbiosis entre banqueros y empresarios industriales. La continua renovación de los préstamos dio a estos el carácter de financiamiento a largo plazo que se requería para las grandes inversiones e incluso en muchos casos los bancos mismos tomaban la iniciativa en la fundación de empresas productivas. Esto contrastaba con la banca inglesa, que como ya hemos visto, limitaba sus operaciones al corto plazo y la francesa donde su participación era aún más limitada(19). Estas estrechas relaciones entre banca e industria dio a ésta los recursos para lograr un desarrollo muy acelerado de la industria pesada que se convirtió en la avanzada del proceso industrializador.

Otros factores que ayudan a explicar el dinamismo de la industrialización alemana fueron la concentración de los capitales y el progreso técnico. La sociedad anónima fue utilizada extensamente como marco para la organización de las empresas industriales y permitió a éstas disponer de mayores recursos que sus congéneres francesas cuyos propietarios tenían preferencia por la empresa familiar al mismo tiempo que tropezaban con la renuencia gubernamental al uso de las sociedades capaces de congregarse muchos capitales. Esto y el apoyo de los bancos dio un gran vigor al progreso industrial.

El avance tecnológico fue igualmente decisivo en el dinamismo de la industria. Un caso ejemplifica la tendencia alemana a adoptar la tecnología más avanzada. En 1840

90% del hierro prusiano era fabricado con carbón de madera y únicamente 20 años después, en 1860, el 88% se producía con carbón mineral. El retraso de la industrialización alemana que parecía una seria desventaja se convirtió en un elemento muy favorable pues le permitió disponer de la tecnología más avanzada, importada en la primera etapa y posteriormente desarrollada en sus propias fábricas y laboratorios(20).

El avance industrial alemán hubiera sido imposible sin el crecimiento de las disponibilidades energéticas, incluso en la primera etapa del proceso industrializador antes del gran despegue a partir de 1850. En el cuadro 3.5 puede verse que la producción carbonífera alemana que en 1800 era únicamente de 300 mil toneladas anuales para 1850 era ya de 6.7 millones de toneladas y posteriormente la potenciación del abasto energético continuó hasta alcanzar 37.9 millones de toneladas en 1871, esto es, se había multiplicado más de 100 veces.

CUADRO 3.5
PRODUCCION ALEMANA DE CARBON Y DE HIERRO
1800-1913

Año	Carbón en miles de toneladas	Hierro en miles de toneladas
1800	300	40
1820	1 500	90
1840	3 400	190
1850	6 700	220
1871	37 900	1 500
1900	89 300	4 700
1913	279 000	14 800

Fuente: Para 1800-1850, J.Kuczynski, *Darstellung der Lage der Arbeiter in Deutschland*, vol.I, *Von 1789 bis 1849*, Berlin Oriental, 1961 en Dreyfus, *op.cit.*, p.523 y para 1871-1913, Thompson, *Europa...*, *op.cit.*, pp.379, 380

En el mismo cuadro aparece el crecimiento de la producción de hierro que es generalmente considerada como un buen indicador del crecimiento industrial y la cual se eleva de 40 mil toneladas en 1800 a 1.5 millones en 1871. Fue en ese año que se proclamó la unificación política de Alemania. Esta unificación se logró después de tres guerras victoriosas y a menudo los libros de historia atribuyen la unión a esas victorias, pero en realidad esos conflictos sólo fueron auditorías hechas por la vía militar que demostraron el desarrollo económico alemán y en especial el elevado nivel alcanzado por su industrialización. Sobre este punto Keynes afirmó: "El Imperio Alemán fue construido más ciertamente, con carbón y hierro que con sangre y hierro"(21). En 1871 se cosechó lo sembrado en 1834 con el establecimiento del Zollverein, la fecha crucial en la transformación de una colección de pequeños estados atrasados y con gobiernos integrados por cortesanos de visión provincial en una nación desarrollada. La unidad política, desde luego, dio un mayor impulso al proceso industrializador como lo muestran las cifras correspondientes a 1900 y a 1913. Vale la pena señalar que el crecimiento de la oferta energética prueba, como en los casos de Inglaterra y de Francia, que una revolución industrial es también una revolución energética.

La unificación política de 1871 aportó nuevos elementos para el desarrollo que no habían podido generarse en el marco del Zollverein. Entre estos se cuentan la homogeneización de las leyes sobre comercio complementada por el establecimiento de una completa libertad de movimientos tanto para los

individuos como para las mercancías, la emisión de una moneda única con base en el patrón oro(22). Esta medida fue de la máxima importancia pues proporcionó a los alemanes una moneda confiable capaz de fomentar el ahorro y por tanto el auge de las diversas actividades económicas, todo lo cual hizo que la industrialización continuara con gran dinamismo hasta el periodo de problemas en el siglo XX que examinaremos más adelante.

Por último, es preciso referirse al hecho de que el éxito del proceso industrializador habría sido imposible sin el extraordinario impulso que Alemania dio a la educación y al cultivo de la ciencia. Una de las características más importantes del sistema educativo fue su empeño en cuidar la calidad del mismo en todos los niveles. Así los presupuestos destinados a educar a la niñez no sólo crecieron a medida que lo hacía la economía, sino que representaban un porcentaje siempre creciente de la riqueza nacional. Los gastos destinados a la educación de cada niño de 6 a 14 años pasaron de 16 marcos en 1860-1864 a 72 marcos en 1900-1904 y a 109 en 1910-1913, representando en el primer periodo el 1.1% del producto social neto, el 2.2% en el segundo y el 2.6% en el tercero. Por último, en los niveles más altos de la educación, según afirma François Caron, de la Universidad de París, "la sociedad alemana demostró una capacidad de adaptación a las necesidades educativas de la civilización industrial muy superior a la de la sociedad francesa, y sobre todo a la de la inglesa, tanto en lo concerniente a la formación de cuadros técnicos medios y superiores como en el desarrollo de una enseñanza superior orientada hacia la inves-

tigación" (23).

Este esfuerzo de Alemania para fomentar la educación y la ciencia resultó una inversión que dio magníficos rendimientos. Los técnicos y cuadros medios proporcionaron a la industria un personal bien calificado para dirigir los procesos productivos. Las universidades fueron ampliadas con departamentos técnicos donde los investigadores disponían de laboratorios bien equipados. Los resultados fueron excelentes. Un ejemplo es el de J. von Liebig quien no fue sólo un gran científico sino que se preocupó por la enseñanza de la ciencia. La mayor parte de los grandes químicos europeos del siglo XIX fueron sus discípulos y crearon en diversas ciudades de Alemania laboratorios que hicieron progresar rápidamente la industria química del país hasta dar a ésta casi un monopolio en ramas tan importantes como la industria de colorantes (24). El conjunto de elementos con los que Alemania propició su industrialización fue tan eficiente que no sólo le otorgó un lugar de privilegio entre las naciones que hicieron la Primera Revolución Industrial, sino que la convirtieron en un país pionero de la Segunda Revolución Industrial con sus avances en las industrias química, eléctrica, automotriz, etcétera.

Los Estados Unidos, otra de las naciones que se industrializaron en el siglo XIX, tuvo unos orígenes modestos en la colonización inglesa de la costa atlántica de Norteamérica en el siglo XVII. La modestia de ese inicio no debe ocultar el hecho de que en él se hallaban presentes algunos de los elementos que harían posible el futuro proceso industrializa-

dor. La colonización de la Nueva Inglaterra, nombre que se aplicó a las colonias septentrionales, tuvo su principal impulso en las luchas religiosas y sociales que agitaban a la sociedad inglesa durante el reinado de los primeros reyes de la dinastía Estuardo. El empeño de la corona de imponer el Anglicanismo, hizo que muchos seguidores de las sectas protestantes radicales decidieran emigrar a un territorio virgen donde podrían organizarse según sus inclinaciones y ya hemos tenido ocasión de examinar el importante papel que esas minorías disidentes tuvieron en la futura industrialización de Inglaterra. Se trataba de individuos que a través de siglos de evolución social se hallaban mejor preparados que los integrantes de otras comunidades para realizar la gran transformación implicada en el proceso industrializador.

Otros factores también resultaron favorables al proceso. La mayoría de los colonos procedía del sudeste inglés y de las tierras medias de la isla que se caracterizaban por sus poblados relativamente grandes, forma de organización que obviamente los inmigrantes utilizaron al asentarse en el Nuevo Mundo. Esto hizo posible que desde el primer momento pudiese haber un desarrollo del comercio y las artesanías que se habría dificultado si hubiesen establecido granjas aisladas. Su principal deseo era tener tierra propia para trabajarla ellos mismos, recurso que desde luego había en abundancia, aun cuando el suelo era de pobre calidad y exigía un trabajo intenso para rendir sus frutos(25). El clima era extremoso con largos y fríos inviernos pero sano, lo que combinado con los puertos na-

turales que ofrecía la costa y la abundancia de bosques que llegaban hasta ella propiciaron el desarrollo de las actividades marítimas. Las luchas políticas que se daban en la madre patria en aquella primera etapa, hizo que los colonos tuvieran un grado de autogobierno que se aproximaba a la independencia y que les dio una experiencia política desconocida en otras colonias europeas.

El principal defecto que mostraba la joven y dinámica comunidad novoiinglesa era su intolerancia. Paradójicamente, ellos que habían atravesado el océano huyendo de la represión política y religiosa de su gobierno, impusieron en su propia sociedad uno aún más rígido y que equivalía a una auténtica teocracia. Esta fue tan estricta que provocó la anipatía incluso de muchos puritanos que emigraron para fundar otra colonia donde sin abandonar sus principios religiosos hubiera más tolerancia.

Las colonias intermedias que se extendieron al sur de la Nueva Inglaterra tuvieron un carácter muy distinto. Estaban integradas por individuos con diversos antecedentes nacionales y religiosos. En ellas convivían ingleses, holandeses, suecos, alemanes, franceses y escoceses de Irlanda, lo que significaba la coexistencia en materia religiosa de anglicanos, puritanos, calvinistas, luteranos, católicos, cuáqueros y presbiterianos e incluso vinieron a agregarse hugonotes franceses (26). Esta extraordinaria mezcla tiene su origen en la diferencia de políticas entre la corona inglesa y los gobiernos de otras potencias colonizadoras. La persecución religiosa que caracteri-

zaba esta época tenía un origen en parte ideológico, combatir falsas religiones que representaban un peligro para las almas y en parte político, unificar la población en una forma similar a la que hoy desempeña el nacionalismo. Pero mientras gobiernos como el francés o el español ponían su énfasis en el aspecto teológico y prohibían la emigración de miembros de minorías religiosas a sus colonias, el gobierno inglés enfatizaba la cuestión política y veía con buenos ojos que esas minorías disidentes y subversivas se autoexiliaran al otro lado del océano.

Por último, las colonias sureñas recibieron desde los primeros años esclavos negros traídos de Africa y esto unido a su clima más cálido les va a conferir un papel muy especial en la historia americana y en la industrialización.

Las colonias inglesas en Norteamérica, que en el siglo XVIII llegaron a ser trece ocupaban un territorio amplio para los criterios europeos pero que representaba tan sólo una pequeña porción de la inmensa masa continental norteamericana. Se alineaban a lo largo de la costa atlántica y para penetrar el interior del continente deberían vencer dos barreras, una natural y otra humana. La barrera natural estaba representada por la cordillera de los Apalaches que con más de dos mil kilómetros de longitud corre paralela a la costa. No siendo ni alta ni escarpada no representaba un obstáculo infranqueable al avance de los angloamericanos hacia el oeste. La barrera humana era más formidable y estaba constituida por la colonización francesa del interior que cubría un territorio

de enormes dimensiones. Penetrando por el río San Lorenzo llegaron a los Grandes Lagos y a partir de éstos descendieron por el centro de Norteamérica incluyendo los valles de los grandes ríos, el Ohio, el Illinois, el Missouri, el Mississippi, hasta llegar a la desembocadura del último en el Golfo de México. Para controlar este vastísimo imperio fundaron ciudades como Quebec o fuertes militares hoy convertidos en ciudades y algunas de las cuales como Detroit, Mobile, Nueva Orleans, San Luis, conservan sus nombres originales(27). Sin embargo, este inmenso dominio adolecía de varias debilidades comparado con las colonias inglesas. La primera era su escasa población, que a mediados del siglo XVIII cuando se produjo la lucha decisiva era únicamente de 50 000 colonos francoamericanos contra 1 610 000 angloamericanos(28). La segunda era el dominio del mar por los ingleses que les hacía fácil llevar tropas europeas a América mientras que a los franceses les resultaba difícil reforzar sus efectivos en ultramar. La última, era que Francia era una potencia continental preocupada principalmente por la guerra en territorio europeo, mientras que Inglaterra era una potencia oceánica que protegida por su marina podía concentrar sus esfuerzos en una estrategia mundial que implicaba la conquista de territorios en otros continentes. El conflicto, conocido como la Guerra de los Siete Años(29) y al cual ya hemos tenido ocasión de referirnos, culminó en una total victoria inglesa que destruyó el imperio francés en Norteamérica y con ello abrió el inmenso interior del continente a la colonización angloamericana, limitando a los francoamericanos a la actual

provincia canadiense de Quebec donde han continuado defendiendo tesoneramente su cultura.

La ruptura del cerco francés a las colonias inglesas paradójicamente resultó sólo unos años más tarde en el rompimiento de los nexos de las colonias con Inglaterra y su independencia tras una guerra en la que contaron con la ayuda de Francia que esta vez libre de combates en Europa tuvo un brillante desempeño en la lucha marítima.

Es interesante señalar que aún antes de alcanzar la independencia, ya las colonias angloamericanas habían puesto los cimientos del futuro proceso industrializador. En una época tan temprana como el siglo XVII, la industria textil inglesa pidió protección al gobierno contra la competencia de los productos coloniales y en 1699 el Parlamento respondió con la Ley de Lanás que prohibía a las colonias la exportación de productos de lana. Desde luego esta postura era similar a la de otros gobiernos de potencias colonizadoras que veían a las colonias como simples servidoras de los intereses de la metrópoli; lo que hace especial este caso es que no se prohíbe la fabricación de textiles sino su exportación lo cual significa que ya existía una industria colonial con la madurez para competir con la industria inglesa. La producción industrial en las colonias siguió creciendo en el siglo siguiente y para 1775, en vísperas de la independencia, la producción de hierro de una sola colonia, Maryland, equivalía a la séptima parte de toda la producción inglesa(30). Otros testimonios confirman el avance de las manufacturas coloniales. Así, en 1774, un escri-

tor inglés afirmaba "...los habitantes de las colonias...fabrican muchas cosas y exportan varias manufacturas"(31).

Posiblemente el factor que más contribuyó tanto al desarrollo económico de las colonias angloamericanas como a la posterior industrialización fue el progreso del comercio marítimo y de la industria naval. Al mismo tiempo que se establecieron en el siglo XVII las colonias continentales que hemos venido examinando, Inglaterra estableció otras en las Antillas dedicadas principalmente a la agricultura especializada en productos tropicales y las cuales nunca tuvieron el avance industrial de aquellas. Durante la Guerra Civil inglesa y las guerras con Francia que siguieron, estas colonias antillanas incapaces de obtener productos manufacturados de Europa se volcaron hacia la Nueva Inglaterra y las colonias centrales para proveerse. Esto desarrolló una marina mercante que por otra parte contaba con varios activos a su favor que ya hemos mencionado: abundantes bosques que llegaban hasta la costa que era de clima salubre y dotada de buenos puertos. Este conjunto de factores hizo que las colonias angloamericanas contaran ya a principios del siglo XVIII con una flota mercante poderosa. Posteriormente a lo largo de ese siglo la actividad comercial de las colonias siguió prosperando e incluía viajes tanto a la Gran Bretaña, el Mediterráneo y Africa, como a su primera zona de interés en el mundo antillano(32). Otra función de gran importancia para la marina colonial era comunicar a las colonias entre si en una navegación de cabotaje que no se limitaba a las trece colonias que van a formar los Estados Unidos

sino también las colonias que permanecieron dentro del Imperio Británico como Nueva Escocia, Quebec y Terranova.

Otros elementos que es importante subrayar son las características cuantitativas y cualitativas de la flota colonial angloamericana. En el cuadro 3.6 se presenta el volumen de construcción de barcos en las colonias medido en toneladas medios anuales durante los últimos años antes de la Guerra de Independencia.

CUADRO 3.6

CONSTRUCCIONES NAVALES EN LAS COLONIAS ANGLOAMERICANAS
1769-1771

Colonia	Tonelaje medio anual de navíos construidos
Massachusetts	7 664
New Hampshire	3 675
Rhode Island	1 870
Connecticut	1 516
New York	1 204
Pennsylvania y Delaware	1 710
Maryland	1 511
Virginia	1 531
Carolina del Norte	324
Carolina del Sur	487
Georgia	217

Fuente: Atlas of Early American History, Princeton, 1976, en Butel, "Las Americas y Europa", op.cit., p.88

Se aprecia la amplia ventaja que tiene la Nueva Inglaterra y Massachusetts en particular, en la industria de construcciones navales, la importancia intermedia de las colonias centrales y el rezago de las sureñas. Mientras Massachusetts

producía un promedio de 7 664 toneladas anuales de barcos, todas las colonias sureñas apenas alcanzaban un poco más de 4 000 toneladas. Este hecho es de particular interés para la tesis que hemos venido sosteniendo de que el desarrollo industrial no depende de un factor sino de una estructura de ellos. En efecto, las colonias sureñas contaban con abundantes materiales para esta actividad, al grado de que una de sus exportaciones eran las naval stores, nombre que se daba a los materiales para reparar y construir barcos, pero indudablemente en la Nueva Inglaterra el resto del conjunto de factores era más favorable al progreso de la navegación.

La industria naviera colonial operaba, además, con buenos niveles de calidad y precio, al grado de que uno de sus clientes era la propia Inglaterra, al punto que la competencia provocó en 1724 la queja de los constructores del Támesis. Los armadores bordeleses apreciaban la calidad y buen precio de los buques de Nueva Inglaterra que superaban, según ellos, a los de la "vieja Inglaterra". La competencia continuó y para 1774 se estimaba que nada menos que un tercio de los buques de la flota británica, esto es 2 342 de un total de 7 694 eran de construcción americana (33). Una industria capaz de construir más de 2 000 barcos difícilmente podría considerarse pequeña o incipiente. Este examen de las condiciones del comercio y la industria angloamericanos en la época colonial pone en evidencia que ya desde antes de independizarse, los habitantes de las colonias contaban con una buena base para su desarrollo industrial posterior.

Siempre existió la posibilidad de la independencia de las colonias de Inglaterra. El hecho se precipitó, como ya hemos dicho, por la conquista de la América francesa. Esta dejó al gobierno inglés en posesión de grandes y heterogéneos territorios que deberían gobernarse y defenderse. Se planteó pues una reorganización del Imperio Británico con un mayor control de Londres que incluía impuestos a las colonias para sufragar los gastos de la defensa común. Si este planteamiento se hubiese hecho a los angloamericanos cuando la amenaza francesa estaba vigente es posible que hubiese sido aceptado, pero después de desaparecido dicho peligro, los colonos lo encontraron inaceptable, especialmente los impuestos legislados por un Parlamento en que ellos no estaban representados. Los intentos de la corona de imponer su criterio provocaron una serie de fricciones que para 1775 condujeron a la guerra.

Las colonias siempre habían sido entidades independientes entre sí, sin embargo, ante el conflicto con Inglaterra, se reconoció la necesidad de una acción conjunta y se convocó a un Congreso Continental para coordinar la resistencia ante la metrópoli. Con el estallido de las hostilidades, un Segundo Congreso Continental comenzó a adoptar la forma de un gobierno y a hablar de romper los vínculos con Londres. Como es bien sabido, la independencia fue proclamada el 4 de julio de 1776. Esto fue indudablemente de gran importancia histórica, pero a largo plazo y muy especialmente para el análisis que realizamos, fue aún más importante el hecho de que las colonias, ahora transformadas en estados, se fusionaran en una sola nación, los Estados Unidos de América, en lugar de cons-

tituirse en trece pequeños países independientes. Esto abrió posibilidades mucho más amplias a la nueva nación. Sin embargo, como en el caso de Alemania esta unión no se logró ni rápida ni fácilmente y tardó muchos años en consolidarse.

El primer gobierno constituido por el propio Segundo Congreso Continental tenía poderes muy limitados. No había poder ejecutivo, ni capacidad para recaudar impuestos. Esta última limitación hizo que se emitiera papel moneda sin respaldo que se devaluó rápidamente hasta perder de hecho todo valor. Si las colonias en rebelión pudieron proseguir la guerra contra Inglaterra fue por la ayuda económica que recibieron de Francia, España y Holanda. Posteriormente estas tres potencias le declararon la guerra a la Gran Bretaña que se vio obligada a sostener combates en muchos frentes. El esfuerzo bélico de la alianza incluyó el envío de tropas regulares francesas a luchar junto a los estadounidenses y la temible campaña que llevó a cabo el almirante Suffren en el Océano Indico, amenazando la India, la más preciada posesión del Imperio(34). Por fin la multiplicidad de los enemigos y sus ataques así como la tenaz resistencia de los angloamericanos pese a la penuria de sus recursos decidió al gobierno inglés a conceder a éstos la independencia en 1783.

Muchas de las dificultades sufridas por los estadounidenses durante el conflicto se debían, como ya se ha afirmado, a la debilidad de su gobierno; primero del propio Congreso Continental y después, cuando se aprobaron los Artículos de la Confederación. para darle un marco jurídico al gobierno

revolucionario, éstos no concedieron al gobierno central poderes adecuados para hacer efectiva la unidad de los Estados Unidos que lo eran únicamente de nombre. Después del tratado de paz las dificultades continuaron y se fue haciendo cada vez más obvio que el gobierno de la nueva nación no podía responder a sus obligaciones y que era imperativo lograr una reorganización que tuviera como directriz principal crear un gobierno eficaz y se propuso elaborar una constitución para lograrlo. Fue en ese espíritu de reforma que la Convención se reunió en mayo de 1787. Uno de sus líderes, James Madison, personificaba el deseo de muchos, había dedicado los meses precedentes a examinar "los vicios del sistema político de Estados Unidos" y había llegado al convencimiento de que la realidad exigía una unión fuerte(35). Los convencionistas reunidos en Filadelfia tuvieron intensos debates ya que había que conciliar muchos intereses divergentes entre los que destacaban los de los estados grandes en contraposición con los de los pequeños. Luego de redactada la Constitución hubo que dar nuevas batallas esta vez estado por estado para conseguir la ratificación(36).

La Constitución aprobada en 1788 y que continúa vigente hasta hoy, creó un gobierno lo suficientemente fuerte para hacer de los Estados Unidos una nación unificada efectivamente. Pese a esto, consolidar dicha unión fue un proceso que continuaría, como ya hemos dicho, por largo tiempo. Para entender mejor ese proceso, así como el de industrialización es aconsejable examinar otro tema: los efectos de la Primera Revolución Industrial en el resto del mundo.

IV

La inmensa mayoría de las naciones no pudieron implementar procesos industrializadores que las convirtieran en países desarrollados. En las décadas que siguieron a la segunda guerra mundial aparecieron abundantes estudios sobre el hecho cada vez más notorio de la división del mundo en dos porciones asimétricas tanto cuantitativa como cualitativamente. Por una parte existe una minoría de países con niveles elevados de ingreso por habitante y cuyos ciudadanos tienen generalmente acceso a satisfactores suficientes en cantidad y calidad y por la otra una abrumadora mayoría de países de bajos ingresos y en los que la mayor parte de la población no cuenta con satisfactores adecuados ni desde el punto de vista cuantitativo ni del cualitativo. Existe un consenso en el sentido de que la industrialización o la ausencia de ella es un elemento fundamental para explicar la ubicación de cada país en uno de estos dos polos en que esta dividida la humanidad.

Creemos que lo examinado hasta aquí explica en términos generales la causa fundamental de esta división. Los procesos industrializadores implican la integración de complejas estructuras de innovaciones tecnológicas, las cuales a su vez para poder ser producidas y asimiladas requieren de una multitud de factores favorables en la sociedad y que incluyen las relaciones con el entorno natural, los nexos sociales, la naturaleza del poder político, la ideología prevaleciente e incluso oscuros mecanismos del inconsciente operando en la colectividad. Todo ello equivale a armar un gigantesco rompecabezas histórico

en que un complejo conjunto de elementos deben integrar una totalidad funcional. Los países que consiguieron integrar esos rompecabezas con un mínimo de operatividad, se industrializaron, el resto no pudo hacerlo.

Las causas de la incapacidad para integrar las condiciones de un proceso industrializador varían mucho de un país a otro. Así, la mayor parte del Africa subsahariana estaba poblada por comunidades primitivas, mientras que China era un vasto imperio heredero de una antiquísima y rica civilización pero que resultó incapaz de asimilar la matriz de factores que constituían el proceso industrializador. En contraste, el Japón, una nación cuya cultura se derivaba en gran medida de la china y con un territorio pobre tuvo un gran éxito para incorporarse rápidamente a la Primera Revolución Industrial. Bastan estos pocos ejemplos para indicar la necesidad de ser muy cuidadoso al hacer generalizaciones acerca del fracaso de la mayoría de las naciones para industrializarse y nosotros nos limitamos a afirmar que no pudieron integrar la compleja matriz de elementos necesarios y suficientes para el proceso industrializador.

De esta compleja problemática, para los propósitos de este análisis interesa enfocar la atención en un hecho fundamental, de la máxima importancia para entender las sucesivas revoluciones industriales y al cual ya nos hemos referido: las naciones que no pudieron lograr procesos industrializadores no se limitaron a permanecer en su estado previo sino que también se incorporaron a la Primera Revolución Industrial.

aun cuando de una manera esencialmente distinta a la de los países industrializados. Es por eso que la PRI no debe entenderse como un fenómeno limitado a Inglaterra o cuando más al pequeño número de naciones que se industrializaron sino como un fenómeno planetario que afectó a todos los países y regiones. Esto es lo que afirma Supple cuando escribe: "En la amplia perspectiva de la historia la Revolución Industrial es un fenómeno internacional abarcando en sus procesos y consecuencias el mundo entero" (37). Es más, ni siquiera puede decirse que existe un adelanto en el tiempo en los cambios experimentados por Inglaterra y otros países industrializados en relación con las transformaciones que experimentó el resto del mundo. En multitud de casos las transformaciones fueron simultáneas y esto no como una simple coincidencia, sino que dicha simultaneidad se desprende de la naturaleza misma de las revoluciones industriales.

Si retomamos el análisis del desarrollo de Estados Unidos después de su establecimiento como nación independiente y unificada entenderemos mejor ese desarrollo, así como el significado de la idea de que la Primera Revolución Industrial es un fenómeno de metamorfosis mundial. El algodón es una fibra textil utilizada desde tiempos muy remotos en el Antiguo Continente mientras que en el Nuevo fue empleada por las grandes civilizaciones incaica y mesoamericana, antes de la llegada de los europeos e incluso por culturas menos avanzadas como las antillanas. En las colonias angloamericanas del continente, durante el siglo XVIII se cultivaba el algodón pe-

ro en cantidades ínfimas. La economía de las colonias sureñas, únicas adecuadas por su clima para su cultivo, basaron su economía en el tabaco que era el principal producto de Maryland, Virginia y Carolina del Norte, en Carolina del Sur y en Georgia al tabaco también muy importante se agregaba el arroz. En cambio el algodón sólo se cultivaba en pequeñas cantidades en la parte meridional de la costa atlántica y en las islas ubicadas frente a Georgia(38). En suma, el algodón tenía muy poca importancia económica en las colonias angloamericanas.

Inglaterra, por su parte, utilizó el algodón en su industria desde el siglo XVII y como no se producía en su territorio, se importaba. En el decenio 1695-1704 se importó algodón con un peso promedio de 1.14 millones de libras y a lo largo del siglo XVIII la cantidad importada creció aun cuando lentamente a medida que se desarrollaba la economía inglesa, hasta alcanzar 4.2 millones de libras de promedio en el periodo 1772-1774. Después, como ya hemos visto, se inició la Primera Revolución Industrial y la producción de tejidos de algodón se multiplicó extraordinariamente, lo que hizo que las importaciones se dispararan hasta alcanzar un promedio de 41.8 millones de libras en el periodo de 1798 a 1800 y por último un gigantesco volumen de 141 millones de promedio entre 1819 y 1821(39). Los tejidos de algodón eran un elemento clave en la industrialización inglesa.

Esta inmensa potenciación de la demanda generada por el proceso industrializador de Inglaterra tuvo un for-

midable impacto en las antiguas colonias sureñas para entonces convertidas en estados de la Unión Americana ya independiente. El cultivo del algodón pasó de ser una actividad marginal para convertirse en el centro de la economía del Sur de Estados Unidos. La exportación que había sido de 189 mil libras en 1791 alcanzó la extraordinaria cifra de 21 millones de libras en 1801, esto es, sólo diez años más tarde y siguió creciendo dinámicamente. Este vertiginoso crecimiento de la producción algodонера únicamente se pudo lograr mediante grandes transformaciones en todo el Sur estadounidense. En primer lugar la aparición de una innovación tecnológica: en 1793 Eli Whitney inventó su despepitadora de algodón que procesaba mil libras de algodón por día en contraste con sólo seis libras diarias cuando se utilizaba el método tradicional. La despepitadora de Whitney pasó a ser un elemento más de la estructura de innovaciones que formaron el núcleo de la Primera Revolución Industrial. En segundo lugar, el cultivo del algodón se extendió por todo el Sur de Estados Unidos desde Virginia y Kentucky hasta el Golfo de México, para luego atravesar el Mississippi e invadir Luisiana, Arkansas y Texas(40).

Todo lo anterior implicó formidables transformaciones sociales, políticas, ideológicas, etcétera, todas ellas vinculadas con la esclavitud. En efecto, muchos agricultores tanto del Norte como del Sur tenían espíritu empresarial y deseaban trascender los estrechos límites de la granja familiar para explotar grandes propiedades con eficiencia y la consiguiente rentabilidad. El obstáculo para lograrlo era, paradójicamen-

te, la abundancia de tierra que permitía a los hombres de la época lograr su deseo de poseer su propia granja y esquivar el trabajo asalariado. La única salida a esta dificultad era la utilización de esclavos, trabajadores propiedad de los terratenientes y por lo tanto obligados a trabajar para ellos. Sin embargo, esta solución tenía una seria limitante: los esclavos eran caros. En los estados norteros cultivadores de cereales esta barrera no pudo superarse y la esclavitud terminó por extinguirse, en el Sur el tabaco primero y el algodón después tenían una rentabilidad superior que hacía económicamente factible la esclavitud. El algodón en particular tiene ciertas ventajas que explican su extraordinario auge. Se trataba de una mercancía tan valiosa que era rentable producirla incluso lejos de los ríos, principales vías de transporte antes de los ferrocarriles; en segundo lugar, a diferencia del tabaco cuyo cultivo agota rápidamente las tierras, el del algodón si se entierra el rastrojo incluyendo la semilla como se acostumbraba, no cambia la composición química del suelo que puede seguir produciendo; una tercera ventaja es que su cultivo utiliza toda la fuerza de trabajo únicamente durante la cosecha y el resto del año sólo se emplea la octava parte de la misma, por lo que el resto podía utilizarse para producir alimentos, lo cual tenía la ventaja de volver prácticamente autosuficientes a las plantaciones, nombre con el que se conocía a estas propiedades, protegiéndolas de las oscilaciones del mercado(41).

El resultado fue que el Sur se transformó en una región con características muy especiales. Dominada política

y socialmente por una élite rica y culta dueña de vastas plantaciones trabajadas por esclavos y especializada en producir una materia prima, el algodón, destinada a alimentar la industria inglesa, pero sin poseer industria propia. En otras palabras el Sur estadounidense se había convertido en el complemento económico o periferia de Inglaterra. La Primera Revolución Industrial había transformado el Sur tan profundamente como a la propia Inglaterra.

Pues bien, lo que le sucedió al Sur estadounidense fue en términos generales y con las especificidades que imponían las condiciones históricas lo que le pasó a la inmensa mayoría de los países del mundo a lo largo del siglo XIX: se convirtieron en la Periferia de la minoría de naciones industrializadas. Antes de continuar examinando este importantísimo tema debemos concluir el análisis de la industrialización de Estados Unidos.

Utilizando como base la industria heredada del periodo colonial la nación ya independiente y unificada continuó su proceso industrializador. Este, sin embargo, no fue rápido, todavía en 1820 la mayoría de los bienes de consumo se producía en los hogares. Para 1830 la producción doméstica comenzó a decaer con la aparición de la industria y el desarrollo de los transportes, primero canales y caminos y después los ferrocarriles. En esa primitiva organización industrial se utilizaban según convenía el sistema de trabajo domiciliario controlado por el empresario (putting out system) para productos como telas baratas y el trabajo fabril para mercancías más fi-

nas como textiles de calidad(42). Al igual que en los países cuya industrialización ya hemos examinado, los ferrocarriles tuvieron un papel estratégico creando un mercado interno unificado, generando demanda a muchas industrias, produciendo empleos, etcétera, pero en Estados Unidos la función de los ferrocarriles fue particularmente importante dadas las dimensiones del país, lo que explica el hecho de que para el año clave de 1860 ya tuvieran una extensión superior a las redes ferroviarias británica, francesa y alemana combinadas(43). Estos ejemplos hacen evidente el carácter nuclear del los ferrocarriles en la Primera Revolución Industrial.

Debido al nivel relativamente alto de los salarios, los empresarios estadounidenses mostraron una tendencia desde esa época a utilizar la maquinaria más automática disponible. Es en este contexto que los industriales de ese país contribuyeron con dos innovaciones tecnológicas de gran importancia en los procesos productivos: la fabricación de partes estandarizadas y por lo tanto intercambiables y el proceso de producción continua. La producción de partes estandarizadas ya había sido ensayada en Europa, pero la primera aplicación realmente exitosa la hicieron los estadounidenses en la industria de armamentos. Ya en 1807 se empleó para la fabricación de pistolas, en 1827 se introdujo el procedimiento de forjado con dados y para 1855, Samuel Colt producía sus famosas pistolas con mucha precisión mediante máquinas herramientas que hicieron que la lima de mano perdiera importancia en el acabado de partes lo suficientemente precisas para hacerlas intercambiables. Para lograr esto la industria esta-

dounidense comenzó importando máquinas-herramienta inglesas, en una segunda etapa produjo copias de ellas y para el año crucial de 1860 ya existían firmas nacionales que fabricaban esas máquinas con buena calidad. Para ese año también la industria textil había sido mecanizada(44). Al obtener partes estandarizadas con un alto nivel de precisión se hizo posible, a su vez, introducir la segunda gran innovación, la producción continua de productos terminados, que tuvo gran importancia en la productividad de las industrias en que se aplicó, fabricantes de armas, de relojes, etcétera y constituye un antecedente muy significativo de uno de los elementos fundamentales de los procesos industriales en la Segunda Revolución Industrial: el uso de las cadenas semiautomáticas de producción.

Sin duda el periodo entre 1840 y 1860 fue crucial para convertir a Estados Unidos en una potencia industrial. Este desarrollo de la industria, sin embargo, no se distribuyó homogéneamente en los diversos estados, como lo demuestran las cifras del cuadro 3.7 que aparece a continuación.

CUADRO 3.7

CAPACIDAD MANUFACTURERA ESTADOUNIDENSE POR REGIONES EN 1860

	Capital inver tido/dólares	Trabajadores		Producción en dólares
		Hombres	Mujeres	
Nueva Inglaterra	257 477 783	262 834	129 002	468 599 287
Atlántico Central	435 061 964	432 424	113 819	802 338 392
Medio Oeste	194 212 543	194 081	15 828	384 606 530
Sur	95 975 185	98 583	12 138	155 531 281

Fuente: Eight Census of the United States: Manufactures, 1860
en Walton, op.cit., p.254

Esta información mide el desarrollo de la industria manufacturera mediante tres indicadores: el capital invertido en ella, el número de trabajadores que emplea y el valor de la producción. Se advierte inmediatamente que existe una correlación entre los tres indicadores y que de acuerdo con ellos, los estados de la costa atlántica central eran los que habían avanzado más en el proceso industrializador; que la segunda región por importancia industrial era la Nueva Inglaterra y la tercera era el Oeste Medio, es decir los estados que habían surgido al norte del río Ohio como resultado de la colonización más allá de la cordillera de los Apalaches y cuya industria tenía la peculiaridad de emplear pocos trabajadores femeninos en comparación con las dos primeras. Por último, el Sur es la región menos industrializada de acuerdo con los tres indicadores y también emplea pocas mujeres.

La constitución del Sur en una región periférica y el desarrollo industrial de los estados norteros nos ayuda a explicar muchas de las especificidades que tuvo su evolución en los niveles social, político e ideológico. Paulatinamente los estados norteros y los sureños se fueron convirtiendo en sociedades diferentes: esquematizando podemos describir el Norte como una región de granjas explotadas por el dueño y su familia y de ciudades cada vez más industrializadas y donde la esclavitud quedó abolida en todos los estados desde 1804 y el Sur con sus grandes plantaciones trabajadas por esclavos, su dependencia de un producto primario y débil industrialización. Al principio del siglo estas diferencias no parecían

muy importantes y así cuando Luisiana en cuyo territorio la esclavitud había existido desde la época del dominio francés fue aceptado en la Unión en 1812 como estado esclavista, el hecho no provocó mayores problemas. En los años siguientes la situación cambió, en el Norte fue aumentando una ideología anti-esclavista al mismo tiempo que su población crecía más rápidamente que la sureña por lo que la Cámara de Representantes fue dominada por diputados de los estados libres. El Sur comenzó a experimentar un temor cada vez mayor de que se pasaran leyes contra la esclavitud que ellos consideraban como vital para sus intereses por lo que veían al Senado donde los estados tenían igual representación sin importar el número de sus habitantes como un factor esencial en su defensa. El ingreso de Alabama en 1819 como estado esclavista estableció el equilibrio entre ambas regiones en el Senado. Cuando poco después Missouri solicitó su admisión también como estado esclavista provocó una tormenta política que se resolvió en 1820 aceptándolo simultáneamente con Maine como estado libre para conservar el equilibrio. Este compromiso fue, sin embargo, una simple tregua; comenzó una carrera de ambas regiones hacia el Oeste para incorporar estados libres y esclavistas a la Unión. La conquista de todo el norte de México hasta California llevó las tensiones a un nivel explosivo. El Sur se sentía una sociedad sitiada y en desventaja por la hostilidad del Norte contra la esclavitud y la creciente superioridad de éste en población, industria y riqueza(45). La realidad era que en Estados Unidos se habían formado dos naciones diferentes que coexistían bajo

un mismo gobierno, aun cuando pocos se percataban de ello.

En 1860, año que hemos mencionado como crucial, la tensión entre ambas regiones hizo crisis con la victoria electoral del Partido Republicano. En el Sur se consideraba por muchos que sus intereses eran ya incompatibles con su pertenencia a la Unión Americana y se planteó su retiro de la misma. La postura de los sureños era que los Estados Unidos se habían formado por la unión voluntaria de estados libres y soberanos y que éstos conservaban el derecho de abandonarla si así lo decidían(46). Con este principio como base once estados esclavistas se separaron y se constituyeron como una nación independiente con el nombre de Estados Confederados. El gobierno estadounidense obviamente no aceptó la independencia sureña y la guerra estalló en 1861 y duró cuatro años. Pese a la calidad militar tanto de los generales como de las tropas del Sur, el Norte triunfó aplastando a la Confederación con su enorme superioridad en recursos humanos y sobre todo industriales. La abolición de la esclavitud y la terrible devastación del Sur por los ejércitos nortteños invasores hicieron que la victoria de éstos consolidara la Unión Americana en forma irreversible. El proceso de unificación había por fin terminado.

La guerra dio un formidable impulso a la industrialización de los estados nortteños que convirtió al país en la segunda potencia industrial después de la Gran Bretaña como se aprecia en el cuadro 3.8. Después de la victoria, la inmensidad de los recursos naturales contenidos en el vasto territorio nacional, la demanda generada por una población crecien-

te, el apoyo de gobiernos casi siempre partidarios del capital, la ausencia de amenazas externas que obligaran a canalizar recursos a la defensa del país y la modernización de la agricultura que incluyó rotación y variedad de cultivos, introducción de forrajes y maíz en la alimentación del ganado, etcétera, hicieron que el proceso industrializador continuara con gran dinamismo en las décadas siguientes y para 1913 la industria estadounidense era la mayor del mundo como lo indican las cifras del mismo cuadro.

CUADRO 3.8

PRODUCCION INDUSTRIAL DE LAS GRANDES POTENCIAS
1870-1913

País	Porcentaje de la producción industrial mundial	
	1870	1913
Estados Unidos	23.3	35.8
Alemania	13.2	15.7
Gran Bretaña	31.8	14.0
Francia	10.3	6.4

Fuente: Industrialisation et commerce extérieur, S.D.N., 1945 en François Caron, "El crecimiento económico", Gilbert Garrier (director), La dominación del capitalismo, trad. Mario A. Valotta y Marta Ayala, Madrid, Ediciones Encuentro, 1978, p.116.

Pero el crecimiento industrial no fue únicamente cuantitativo, los avances hechos en las innovaciones tecnológicas ya examinadas de producción de partes estandarizadas e intercambiables y los procesos productivos continuos hicieron que Estados Unidos fueran, al lado de Alemania cuyas innovaciones en las industrias química, eléctrica y automotriz ya han

sido mencionadas, no sólo las principales potencias industriales que emergieron de la Primera Revolución Industrial sino las mejor preparadas para iniciar la Segunda Revolución Industrial.

Nos hemos referido ya al hecho de que la mayoría de los países y regiones del mundo no reunieron la matriz de factores que les permitiera generar un proceso industrializador y como la PRI no por eso las deja al margen de su acción sino que operó en ellos transformaciones tan profundas como las correspondientes a los países que se industrializaron, convirtiéndose en la Periferia de éstos y hemos presentado al Sur estadounidense como un ejemplo de este proceso de satelización económica.

El sistema económico mundial se formó durante el siglo XVI cuando los europeos desarrollaron una tecnología de navegación oceánica que formando un paquete con varias innovaciones permitieron su integración(47). Durante una primera etapa, este sistema produjo, entre otras cosas, vastos imperios. A principios del siglo XIX muchas de las colonias se habían independizado, como las angloamericanas que formaron Estados Unidos, o estaban a punto de hacerlo como las ibéricas. Como resultado de este proceso histórico, hacia 1830 los imperios europeos habían quedado reducidos a su mínima expresión. Únicamente en Asia meridional e Indonesia subsistían colonias importantes a las cuales se agregaban posesiones menores en las costas de Africa, en Australasia y el Pacífico(48).

A partir de 1850 tiene lugar una segunda etapa

de expansión de Europa en el mundo que construye nuevos imperios o amplía los restos de los antiguos. Esta segunda ampliación del dominio europeo es sumamente dinámica como se revela en el hecho de que en 1800 únicamente el 35% de la superficie terrestre estuviese controlada por los europeos o sus descendientes y que para 1914 ese porcentaje hubiese ascendido hasta el 84.4%. Por otra parte, los imperios de las dos etapas fueron muy diferentes. Los imperios de la primera fase crearon colonias de "asentamiento" donde los inmigrantes que afluyeron de Europa formaron sociedades cuasieuropeas, en contraste, los imperios de la segunda fase se integraron con colonias de "ocupación" formadas en países poco promisorios como zonas de colonización, por lo que las sociedades nativas conservaron su raza y cultura y únicamente eran controladas por un pequeño número de europeos(49). Todas las pruebas indican que esta formidable expansión de Europa estuvo estrechamente vinculada con la Primera Revolución Industrial que generaba un gran apetito por mercados para vender productos manufacturados y adquirir materias primas para la industria, así como oportunidades de inversión para capitales excedentes que no encontraban colocación satisfactoria en los países industriales.

El sistema económico mundial que surgió como resultado de la PRI no se limitó a subordinar a las regiones coloniales a las necesidades de los centros industriales sino que también satelizó a muchas naciones nominalmente soberanas que quedaron integradas a un orden neocolonial. Tanto las colonias como los países sometidos al neocolonialismo tienen un denomi-

nador común: sus economías son el complemento de las industriales y en ellas el proceso industrializador no se produce o bien lo hace en una forma muy imperfecta. En cambio, la principal diferencia entre ambos tipos de países es que en las colonias el poder económico y político lo ejerce un pequeño grupo de administradores y colonos venidos de los centros industrializados, mientras que en los países neocoloniales esos poderes se ejercen en asociación con élites nativas.

Dentro de estos patrones generales se dan muchas variantes según las condiciones históricas concretas. Inglaterra fue particularmente fértil para encontrar fórmulas originales de dominación. Así, en la India los administradores británicos ejercían el poder en muchas regiones mediante príncipes nativos, en el Sudán establecen un condominio angloegipcio, situación difícil de entender dado el hecho de que la división del poder se hacía con Egipto que era otra colonia británica. Todos estos países estaban destinados a convertirse en naciones subdesarrolladas.

El principal mecanismo integrador que daba una cohesión siempre creciente al sistema económico mundial era el comercio internacional cuyo dinámico crecimiento no tenía precedente en la historia. En el cuadro 3.9 puede apreciarse que dicho crecimiento atravesó por tres periodos entre 1830 y 1913, siendo el primero y el tercero los que mostraron mayor dinamismo. El vigor de los flujos comerciales que envolvieron progresivamente al planeta generó fuerzas centrípetas que obligaban a un país tras otro a integrarse al Centro o a la Pe-

riferia del sistema, aun cuando desde luego cada país se integró con el ritmo y las modalidades que imponían sus circunstancias específicas.

CUADRO 3.9

CRECIMIENTO DEL COMERCIO MUNDIAL EN LA PRIMERA REVOLUCION INDUSTRIAL
1830-1913

Periodo	Tasa de crecimiento anual
De 1830-1840 hasta 1870-1880	4.6%
De 1876-1880 hasta 1896-1900	2.9%
De 1896-1900 hasta 1911-1913	4.2%

Fuente: François Caron, "Factores y mecanismos de industrialización" op.cit., p.174

Esta división del mundo en dos polos asimétricos tanto en sus dimensiones como en su desarrollo, tuvo entre sus múltiples consecuencias un creciente diferencial en el ingreso de los habitantes de ambas regiones. Así, Estados Unidos alcanzó un ingreso por habitante de 200 dólares anuales en 1832(50), el Reino Unido alcanzaría esa cifra en 1837, Francia en 1852 y Alemania en 1886. Por otra parte, en esa época, hacia 1850 los actuales países subdesarrollados tenían una renta anual típica de 100 dólares anuales por habitante(51). Podemos pues decir que hacia mediados del periodo que ocupa la Primera Revolución Industrial, ésta ya había establecido un diferencial de 2:1 en la riqueza de los seres humanos. Esta diferencia entre los países industriales y los periféricos seguiría creciendo hasta alcanzar las lamentables proporciones

que conoce el mundo actual.

Dentro de esta evolución del sistema económico mundial provocada por las revoluciones industriales, la América Latina tiene un doble interés. Por una parte, es la región a la que pertenece el país del autor de este análisis y por otra, Latinoamérica es la única región del mundo que tiene la dudosa distinción de pertenecer simultáneamente a la civilización occidental y al mundo subdesarrollado.

La primera cuestión que se plantea es de si las naciones latinoamericanas no surgieron a la vida independiente demasiado tarde. La respuesta parece ser una enfática negativa. México y Centroamérica lograron su independencia en 1821 y el dominio español en Sudamérica terminó en 1824 con la derrota total del ejército virreinal. Brasil, por su parte, logró su propia independencia en 1822 a través de la emigración de la familia real portuguesa a su gran colonia americana, huyendo de la invasión napoleónica de Portugal. Si tenemos en cuenta que, como hemos visto, en Francia apenas en 1815 se inició débilmente el proceso industrializador y que éste no mostraría verdadero dinamismo sino hasta 1850, que en Alemania el Zollverein, pieza fundamental de la industrialización, fue proclamado en 1834, etcétera, difícilmente puede decirse que a Latinoamérica le faltó tiempo para incorporarse a la Primera Revolución Industrial. Sin embargo, el ejemplo más contundente en contra de cualquier argumentación centrada en un rezago cronológico, lo ofreció el Japón.

El sistema económico, político y social que

tenía el Japón a mediados del siglo XIX surgió como resultado de las feroces luchas que se dieron en el siglo XVI entre las grandes familias feudales y de las cuales emergió victoriosa la Casa de Tokugawa. El jefe de ésta se convirtió en Shogun, quien en la práctica era el verdadero gobernante del país, aun cuando se conservó al emperador confinado con su corte en Kioto y sin poder efectivo. El shogunato era una dictadura militar que dominaba a una sociedad de tipo feudal. La gran mayoría de la población era de campesinos con una economía no monetaria cuyos excedentes servían para el sostenimiento de los señores feudales (daimyo) y de una casta de guerreros (samurai). El país fue prácticamente cerrado a los contactos con los extranjeros y sólo se toleraban restringidas relaciones con los chinos en el puerto de Nagasaki y con los holandeses en la cercana factoría de Deshima(52). Este sistema que perduraba cuando ya varios países estaban implementando los procesos industrializadores de la PRI, puede esquematizarse describiendo al Japón como una sociedad feudal y casi cerrada a todo contacto con el mundo exterior.

Esta estructura que perduró por más de doscientos años fue destruida como resultado de la convergencia de dos fuerzas. Por un lado, la gran expansión de los países industrializados durante la segunda mitad del siglo XIX, que ya hemos mencionado, y, por otra parte, la decadencia interna Shogunato Tokugawa. La presión del sistema económico mundial se presentó materializada en una flotilla estadounidense al mando del comodoro Perry que entró en la bahía de Surawa en

1854 y se negó a marcharse mientras el gobierno japonés no aceptara terminar con la reclusión del país. Los japoneses convencidos de que la superioridad técnica de los visitantes hacía inútil la resistencia cedieron. Los estadounidenses fueron los primeros en llegar porque la conquista del norte de México seis años atrás los había convertido en una potencia en el océano Pacífico, pero esa primera brecha fue rápidamente ampliada mediante derechos comerciales concedidos a británicos, franceses y otros extranjeros en los años siguientes, por medio de los que los japoneses llamaron con resentimiento "tratados desiguales". Cuando algunos señores quisieron resistir estos cambios impuestos por los extranjeros, la superioridad militar de los países industriales quedó plenamente demostrada mediante el bombardeo de Kagoshima y de Shimonoseki en 1863 y 1864(53). El descontento japonés se canalizó hacia el Shogun y en 1868 un movimiento revolucionario que los japoneses llaman la Restauración Meiji, destruyó el shogunato y estableció un nuevo gobierno que se fijó como objetivo fundamental modernizar el Japón como única alternativa a su incorporación al sistema económico mundial sea dentro del patrón colonial o del neocolonial. El éxito de la sociedad japonesa en este esfuerzo constituye uno de los "prodigios" de la historia: Japón se incorporó exitosamente a la Primera Revolución Industrial, posteriormente lo haría a la Segunda y actualmente es un país líder en el tránsito hacia la Tercera.

En la historia no hay milagros, si el Japón

pudo lograr esa metamorfosis es porque existían factores que la hicieron posible. Lo que nos interesa es enfatizar el factor cronológico. La construcción del Japón moderno empezó más de cuarenta años después de la independencia de Latinoamérica en la década de 1820. Es pues evidente que el subdesarrollo de los países latinoamericanos no se debe a un rezago en su nacimiento como naciones independientes o a las presiones externas, sino a que en sus sociedades existían obstáculos estructurales que les impidieron convertirse en países modernos e industrializados, por lo que incapaces de resistir las fuerzas centrípetas del polo industrializado del sistema económico mundial se integraron a su Periferia. Retomaremos este tema más adelante y ahora centraremos la atención en el análisis de la Segunda Revolución Industrial.

N O T A S

- 1.- Eric J. Hobsbawm, Industry and Empire, From 1750 to the Present Day, Harmondsworth, Penguin Books, 1969, p.13
- 2.- Idem, p.110
- 3.- Ashton, op.cit., p.190
- 4.- Daumas, "La machine a vapeur...", op.cit., pp.68-73
- 5.- David Thompson, Europe since Napoleon, Harmondsworth, Penguin Books, 1966, pp.29-32, 56-58
- 6.- Tom Kemp, La Revolución Industrial en la Europa del Siglo XIX, trad. Ramón Ribé, Barcelona, Fontanella, 1976, pp. 81-84
- 7.- Charles Morazé, Les bourgeois conquérants, Paris, Armand Colin, 1957, pp.120, 121
- 8.- Kemp, op.cit., pp.86-91

- 9.- François Caron, "Los 'países seguidores': Francia y Bélgica", Louis Bergeron (director), Inercias y revoluciones, trad. René Palacios More, Madrid, Ediciones Encuentro, 1980, p.468
- 10.- Fernand Braudel y Ernest Labrousse (directores), Histoire économique et sociale de la France, Paris, Presses Universitaires de France, 1976, III, 520
- 11.- Idem, III, 496-498
- 12.- Idem, III, 522-528
- 13.- Knut Borchardt, "La revolución industrial en Alemania 1700-1914", Carlo M. Cipolla, Historia económica de Europa, v.4, El nacimiento de las sociedades industriales, trad. Rubén Mattini, Barcelona, Ariel, 1982, p.87
- 14.- Kemp, op.cit., pp.122-127
- 15.- G. Barraclough, Origins of Modern Germany, Oxford, Basil Blackwell, 1946, p.406
- 16.- Thompson, Europe since Napoleon, op.cit., p.102; Barraclough, Origins of Modern..., op.cit., p.413
- 17.- François G. Dreyfus, "La Europa germánica" en Bergeron (director), Inercias y revoluciones, op.cit., p.520
- 18.- Idem, pp.520-522
- 19.- Kemp, op.cit., pp.142,143
- 20.- Morazé, op.cit., pp.244-246
- 21.- John Maynard Keynes, Economic Consequences of the Peace, London, Harcourt Brace, 1920, p.75
- 22.- Gustav Stolper, Historia económica de Alemania, trad. Raúl Martínez Ostos, México, Fondo de Cultura Económica, 1942, pp.34-39
- 23.- François Caron, "Factores y mecanismos de la industrialización", Gilbert Garrier (director), La dominación del capitalismo, trad. Mario A. Valotta y Marta E. Ayala, Madrid, Ediciones Encuentro, 1978, pp.191,192
- 24.- Idem, pp.192,193
- 25.- Trevelyan, op.cit., p.318
- 26.- Idem, p.325

- 27.- Joel Garreau, The Nine Nations of North America, New York, Avon Books, 1982, pp.367,368
- 28.- Gilbert C. Fite y Jim E. Reese, An Economic History of the United States, Boston, Houghton Mifflin, 1973, p.37
- 29.- Este es el nombre que recibe este conflicto en la historiografía europea, en la estadounidense se le conoce como la Guerra Francoindia, esto es, contra los franceses y los indios americanos quienes fueron aliados de aquellos
- 30.- Fite, op.cit., p.83
- 31.- Interest of the Merchants and Manufacturers of Great Britain in the Present Contest with the Colonies Stated and Considered, London, 1774, p.12 citado en Harold Underwood Faulkner, Historia económica de los Estados Unidos, trad. Aída Aisenso, Buenos Aires, Editorial Nova, 1956, p.111
- 32.- Paul Butel, "Las Américas y Europa", en Bergeron (director), Inercias y revoluciones, op.cit., pp.86,87
- 33.- Idem, p.89
- 34.- Fletcher Pratt, The Battles that Changed History, New York, Doubleday, 1956, pp.248,249
- 35.- Ralph Ketcham, From Colony to Country, The Revolution in American Thought, 1750-1820, New York, Macmillan, 1974, p.109
- 36.- H. Carey Hockett y A. Meir Schelesinger, Evolución política y social de los Estados Unidos, 2 v., trad. J.A. Brusol, Buenos Aires, Editorial Guillermo Kraft, 1954, I, 238-257
- 37.- Barry Supple, "The State and the Industrial Revolution 1700-1914" en Cipolla (ed.), The Industrial Revolution, op.cit., p.301
- 38.- Susan Previant Lee y Peter Passell, A New Economic View of American History, New York, W.W. Norton, 1979, pp.154, 155
- 39.- Véase cuadro 1.4
- 40.- Lee, op.cit., p.155
- 41.- Idem, pp.155,156,160,162
- 42.- Gary M. Walton y Ross M. Robertson, History of the American Economy, New York, Harcourt Brace Jovanovich, 1983, pp.240,241

- 43.- Véase cuadro 3.1
- 44.- Walton, op.cit., pp.242-244
- 45.- Rebecca Brooks Gruver, An American History, Reading, Mass., Addison-Wesley, 1976, pp.303-308
- 46.- Idem, p.477
- 47.- Cazadero, Desarrollo, crisis..., op.cit., cap. VIII
- 48.- David K. Fieldhouse, Economía e imperio. La expansión de Europa 1830-1914, prol. Charles Wilson, trad. Juan A. Ruiz de Elvira Prieto, México, Siglo XXI, 1978, p.7
- 49.- Idem, pp.7,8
- 50.- Dólares de 1952-1954
- 51.- Osvaldo Sunkel y Pedro Paz, El subdesarrollo latinoamericano y la teoría del desarrollo, México, Siglo XXI, 1970, pp.43-45, apud. Simon Kuznets, Six Lectures on Economic Growth, Glencoe, Free Press, 1959, p.27
- 52.- G. C. Allen, A Short Economic History of Modern Japan. London, George Allen & Unwin, 1972, pp.14-20
- 53.- Idem, pp.21-28

CAPITULO CUARTO

LA SEGUNDA REVOLUCION INDUSTRIAL

Acepto las grandes empresas como parte de la grande e irresistible corriente de la historia

John Kenneth Galbraith(1)

I

La Segunda Revolución Industrial es un proceso que tiene los tres grandes componentes de la Primera: es la formación de una estructura de innovaciones tecnológicas, es un cambio estructural global de la sociedad y es una metamorfosis del sistema económico mundial. El núcleo del nuevo enjambre de innovaciones se configura en torno de la máquina de combustión interna, el vehículo automotor que aplica aquella al transporte en forma similar al uso que se dio anteriormente a la máquina de vapor en ferrocarriles y barcos, la electricidad en sus diversas aplicaciones y la química.

La reestructuración de la sociedad necesaria para asimilar la nueva base tecnológica implicó nuevas relaciones con el entorno natural incluyendo formas novedosas de distribución geográfica de la población y de las diversas actividades humanas, establecimiento de la empresa gigantesca como elemento dominante de la es-

estructura económica, crecimiento de nuevas ramas industriales y o- caso de otras, nuevas formas de operar para el sector financiero, alteración en los patrones de interdependencia económica entre las naciones, incremento exponencial de ciertos sectores sociales y , disminución acelerada de otros, aparición de polos nuevos de poder político y eclipse de varios de los antiguos, surgimiento de insti- tuciones supranacionales de nuevo tipo, mutaciones rápidas de las ideologías dominantes y formación de complejos mecanismos incons- cientes producto de vivencias extraordinarias, etcétera. Todo es- te gigantesco proceso transformador conllevó la mutación del siste- ma económico mundial incluyendo la desintegración de imperios que habían existido por siglos, rápidos cambios en la correlación de fuerzas internacionales y, en general, una transformación profunda de la vida de toda la humanidad.

Para el análisis de la Segunda Revolución Industrial utilizaremos una metodología diferente a la empleada para la Prime- ra. Esta vez reduciremos al mínimo necesario el examen de las in- novaciones tecnológicas y centraremos la atención en las caracterís- ticas dominantes de las sociedades generadas por el proceso trans- formador. El objeto de este cambio de método es dirigir el esfuer- zo principal a determinar los elementos fundamentales que determi- nan el carácter de la sociedad al terminar la gran transformación. Examinaremos los que parecen ser los cuatro elementos más importan- tes de la sociedad conformada por la SRI y a continuación la nueva base energética que surgió para generar una oferta de energía capaz de responder cuantitativa y cualitativamente a las demandas genera- das por ella. Esto nos permitirá comprender cual es el mundo que

hemos heredado y en donde se está gestando la Tercera Revolución Industrial, a fin de analizar cuales deben ser las mutaciones que las sociedades actuales deben lograr a fin de conseguir materializar ese tercer gran cambio. Los cuatro elementos fundamentales impuestos por la SRI al mundo y que debemos examinar son: la concentración del capital, su internacionalización, el cambio en el proceso de trabajo y la intervención masiva del Estado en prácticamente todos los aspectos de la vida social. A esto se añade, como ya se ha mencionado, la conformación de una nueva base energética.

Todo parece indicar que el surgimiento de la empresa gigantesca como elemento dominante de la estructura económica durante la SRI, es la característica fundamental del proceso transformador y determina o matiza todos los demás elementos. En efecto, la nueva sociedad industrial que surgió como resultado de la evolución histórica en el siglo XX está caracterizada por la división de la estructura económica en dos sectores asimétricos: uno tradicional, formado por millares de pequeñas empresas que compiten por sobrevivir en un mercado que determina, fuera de su control, sus condiciones de operación y un sector moderno integrado por un número relativamente pequeño de grandes empresas cuyo dominio sobre las condiciones en que operan les permite controlar, por lo menos parcialmente, el mercado. Este sector es el que dinamiza y determina la totalidad de la economía.

La concentración económica es el inverso del tipo de estructura industrial que presupone la microeconomía clásica y neoclásica e incluso algunas teorías macroeconómicas. Las características principales de la estructura competitiva son la facilidad

de entrada al mercado para nuevos oferentes, el gran número de éstos y, lo más importante, ausencia de control sobre una porción significativa del mercado por cualquier oferente individual o grupo reducido de ellos (2).

La gran concentración del capital que representa el surgimiento de la empresa gigantesca es un proceso objetivo independiente de la voluntad individual o social e incluso de la conciencia que se tenga de él. Esta extraordinaria concentración es el resultado del efecto combinado de dos conjuntos de factores: los mecanismos de la competencia y las directrices de la evolución tecnológica que caracterizan el proceso industrializador.

La experiencia histórica demuestra que la competencia entre las empresas no es una lucha entre iguales. Debido a un conjunto de variables que incluyen factores tan diversos como pueden ser las relaciones personales de un empresario con los centros de decisión financieros, políticos, etcétera, hasta las economías de escala, la capacidad de cada empresa para resistir la presión generada por sus competidores es muy diferente. La consolidación de mercados cada vez más extensos como consecuencia del extraordinario avance de las comunicaciones y los transportes que caracteriza la sociedad industrial hace que el aislamiento que antes permitía sobrevivir al productor ineficiente haya tendido a reducirse cada vez más hasta desaparecer en la práctica. Los vencedores en estos combates por la supervivencia son empresas cada vez mayores ya que absorben las ampliaciones del mercado producidas por el crecimiento económico así como las porciones del mismo que pertenecían a competidores vencidos en esta lucha. Los vencidos son empresas

que perecen o, en el mejor de los casos, sobreviven como integrantes del sector tradicional.

Muchos de los mecanismos que propician la concentración del capital se derivan de la naturaleza de las tecnologías utilizadas en los procesos productivos y tienen particular interés en el análisis de la industrialización. Tal es el caso de las economías de escala que son uno de los mecanismos que mayor influencia tienen en la concentración. Las condiciones tecnológicas de operación de una fábrica de grandes dimensiones generalmente han implicado que el costo de producción por unidad descienda a medida que el volumen producido aumenta. Un factor importante en lograr este resultado es la división técnica del trabajo, la cual a medida que avanza permite incrementar la productividad. En su forma más simple éste es el resultado de la especialización de cada trabajador en una sola tarea que, por lo tanto, domina mejor. En la realidad de la sociedad industrial la división técnica del trabajo permite el uso de equipo especializado de gran eficiencia que provoca el descenso de los costos(3). Es conveniente aclarar que términos como concentración de capital o concentración económica tienen diversas variantes. John M. Blair, uno de los especialistas que se han ocupado de este tema distingue la concentración de mercado, que se refiere a la proporción de éste que es abastecido por un número muy pequeño, generalmente cuatro, de las firmas más importantes, concentración en mercado regional que hace las mismas consideraciones que en el caso anterior pero relacionadas a un mercado donde una mercancía determinada tiene una demanda concentrada, también se refiere a la vertical que existe cuando las firmas se vinculan

con otras que son sus proveedoras, también señala la de conglomerado que implica la centralización de empresas con diversos rubros lo que conlleva a un gran poder económico que puede utilizarse para que unas firmas subsidien a otras en detrimento de la competencia y, por último, la agregada que se produce por la simple existencia de empresas de grandes dimensiones(4). En general los economistas centran su atención en los tipos de concentración que generan obstáculos a la competencia; en este análisis, sin embargo, nos interesa sobre todo la concentración agregada. En efecto, la gran empresa en que se materializa la concentración del capital tiene dos funciones imprescindibles durante la Segunda Revolución Industrial: permitir la inversión de los extraordinarios excedentes económicos generados por las sociedades industrializadas y permitir el uso de muchas de las innovaciones tecnológicas generadas en el siglo XX. Podemos decir que sin la empresa gigantesca no habría podido realizarse la Segunda Revolución Industrial.

A lo largo del siglo XIX, las fuerzas concentradoras del capital no tenían el dinamismo suficiente para formar compañías gigantescas y la estructura económica estaba integrada por multitud de pequeñas empresas cuyas condiciones de operación semejaban el paradigma de competencia perfecta de la Teoría Económica. Fue en los ferrocarriles donde por razones técnicas evidentes se formaron las primeras grandes concentraciones de capital. Una empresa ferroviaria requiere de enormes inversiones para el tendido de vías; construcción de edificios para terminales, bodegas, estaciones intermedias; además del material rodante, furgones, coches de pasajeros, locomotoras, etcétera.

Las primeras concentraciones de capital que se produjeron en las empresas ferroviarias tuvieron un papel importante en el desarrollo del proceso industrializador no sólo en si mismo, sino como regulador en el funcionamiento macroeconómico de las sociedades industriales. En efecto, ya se ha mencionado como desde la primera época de su existencia este tipo de sociedades comenzaron a sufrir de crisis que llamaron la atención de economistas como Jüglar (5) y Marx (6). El desarrollo armónico y continuo de una economía requiere de un equilibrio entre diversos elementos macroeconómicos de carácter dinámico que dada su naturaleza autónoma sólo se consigue temporalmente. Entre estos elementos están el excedente económico y la inversión. Las empresas ferroviarias por su magnitud proporcionaron oportunidades de inversión que de no existir habrían precipitado a toda la sociedad industrial en una crisis destructiva. En una época tan temprana como la década de 1830, ya se habían acumulado en Inglaterra capitales que buscaban oportunidades para ser invertidos con la esperanza de tener ganancias superiores al modesto rendimiento prevaleciente. En la década de 1840 el excedente anual ascendía ya a 60 millones de libras y esta suma equivalía al doble de todo el capital invertido en la industria textil de la época (7). Existía, pues, una urgente necesidad de empleo para este capital acumulado. Las inversiones en el sistema ferroviario aliviaron parte de la presión, pero aún éstas fueron insuficientes como lo revelan las exportaciones británicas de capital que caracterizan la vida económica del siglo XIX.

En la industrialización de otros países también las

empresas ferroviarias desempeñaron esa misión estratégica de ofrecer oportunidades de inversión. En Estados Unidos, país que nos interesa particularmente por que será el país más importante durante la Segunda Revolución Industrial, tenemos que el Pennsylvania Railroad era ya en 1874 un ejemplo temprano de la empresa gigantesca con activos de 400 millones de dólares(8). Ninguna compañía manufacturera tenía en esa época esas dimensiones y únicamente en la última década del siglo XIX comenzaron a surgir grandes empresas de magnitud comparable en la industria manufacturera. Así tenemos que todavía en el periodo 1880-1900 la formación de capital durable neto en Estados Unidos se distribuía en un 50.1% para las "industrias reguladas", constituidas entonces principalmente por los ferrocarriles y en un 31.4% para la industria manufacturera(9).

Puede afirmarse que durante la PRI únicamente en el campo de los ferrocarriles se formaron empresas gigantescas que sirvieron para invertir los grandes excedentes económicos de las sociedades industriales. Por el contrario durante la Segunda Revolución Industrial se desarrollaron compañías de magnitudes colosales en varios sectores, principalmente en la industria, convirtiéndose, como ya se ha dicho, en el factor decisivo del funcionamiento de la economía en su conjunto.

Esto nos permite abordar el examen de una cuestión interesante: ubicar el principio de la Segunda Revolución Industrial. Aún cuando una conclusión definitiva la obtendremos hasta que hayamos analizado las grandes directrices de ésta, los elementos expuestos hasta aquí nos llevan a plantear la tesis de que el principio de la SRI se dio en el periodo de 1895 a 1914 que corresponde a la

revolución organizativa de la estructura industrial estadounidense en corporaciones cuya propiedad estaba representada por valores cotizados en el mercado bursátil(10). Esta reorganización tuvo una importancia clave en la formación de las empresas gigantescas. Esto significa que el principio de la Segunda Revolución Industrial coincide en términos generales con el final de la Primera.

La estratégica industria siderúrgica ilustra bien el proceso concentrador. Hasta mediados de la década de 1890 la industria del hierro y del acero en Estados Unidos estaba constituida por un conjunto de empresas en fiera competencia por un mercado cuyo crecimiento era inferior al de su capacidad productiva(11). La intensa lucha entre los productores provocó una concentración de capital en las firmas más eficientes, Illinois Steel, Carnegie, Jones and Laughlin y algunas otras. En 1898 se inició una etapa de centralización del capital mediante fusiones promovidas por financieros que tenían a su disposición los grandes recursos acumulados por los bancos y otros intermediarios. Finalmente, el imperio financiero de Morgan creó la gigantesca U.S. Steel Corporation mediante la fusión de 165 compañías que controlaban el 60% del mercado total del acero. 1902 fue el primer año completo de operaciones de la colosal empresa.

Procesos semejantes se produjeron en muchas ramas industriales entre fines del siglo XIX y la primera guerra mundial. La fusión de fabricantes de equipo eléctrico produjo la General Electric que ya en 1900 compartía el mercado de equipos eléctricos con un sólo competidor: la Westinghouse. En 1904 varios productores de maquinaria agrícola se fusionaron para crear la Interna-

tional Harvester Company que produjo el 85% de las cosechadoras fabricadas en el país. La lista se prolonga e incluye a la Standard Oil, la American Telephone and Telegraph, Alcoa, General Motors y otros nombres ampliamente conocidos a partir de entonces y que se convirtieron en sinónimos de empresa gigantesca. En el cuadro 4.1 se presentan las cifras de algunos años cruciales en este proceso que generó las grandes empresas que integran el sector directriz de la estructura industrial estadounidense.

CUADRO 4.1

CONCENTRACION DEL CAPITAL INDUSTRIAL EN ESTADOS UNIDOS
1897-1903

Año	Monto de las fusiones en millones de dólares
1897	120
1898	651
1899	2,663
1900	442
1901	2,053
1902	911
1903	298
T O T A L 7,138	

Fuente: Ralph Nelson, Merger Movements in American Industry, 1895-1956, Princeton, Princeton University Press, 1959, p.37

Las magnitudes de las fusiones que se dieron entre 1897 y 1903 deben considerarse en el contexto de las dimensiones de la estructura industrial de la época. Se ha calculado que el monto de los activos de toda la industria oscilaba entre 10 000 y 15 000 millones de dólares. Las cifras de las fusiones sobrevalúan

la realidad, pues involucran duplicaciones en los casos en que una firma se fusionase más de una vez, la sobrecapitalización que a menudo se emplea en las fusiones, etcétera. Estos datos deben tomarse únicamente como un indicador de la gran magnitud del proceso general de concentración y centralización del capital que durante esos años cruciales afectó la estructura misma del capitalismo estadounidense y constituyó, como dice Rosénberg, una revolución en la misma.

Una vez constituido el sector concentrado de la economía de Estados Unidos, éste no sólo se mantendría como el elemento determinante del conjunto sino que su importancia crecería a lo largo de todo el proceso de la Segunda Revolución Industrial. La información del cuadro 4.2 revela que los activos de las 200 mayores empresas no financieras que formaban ya el 33.3% del total de activos de todo el sector no financiero en 1909, se incrementaron hasta llegar al 54.3% en 1930 al iniciarse la Gran Depresión de esos años. Dicho en otra forma, esas 200 empresas que constituían el núcleo del sector concentrado de la industria incrementaron su participación de un tercio a más de la mitad de los activos totales en las dos décadas que siguieron al periodo concentrador inicial.

Una segunda serie que se refiere tan sólo a las 100 mayores empresas industriales, mineras y comerciales, esto es, al núcleo más íntimo del sector concentrado, confirma la tendencia concentradora del capital. En efecto, esas 100 empresas que en el año inicial de 1909 tenían el 17.7% de los activos, llegaron al 25.5% en 1929 y alcanzaron el 29.8% en 1958 cuando la Segunda Revolución Industrial llegaba a su plenitud como lo revela el examen de las próximas décadas de los años cincuenta y sesenta.

Por último, otra serie que se extiende de 1929 hasta 1968 y referida a las 200 mayores empresas industriales, hace ver que la concentración del capital es un proceso dinámico desde la crisis de los años treinta cuando esas firmas privilegiadas concentraban el 45.8% de los activos hasta llegar al apogeo de la Segunda Revolución Industrial en 1968 cuando abarcaban el 60.4% de ellos.

CUADRO 4.2

TENDENCIAS A LARGO PLAZO DE LA CONCENTRACION EN LA INDUSTRIA ESTADOUNIDENSE 1909-1968

Años y participación porcentual de las grandes empresas en los activos totales de la industria

1.- Activos de las 200 mayores empresas no financieras (menos inversiones gravables):

1909-33.3%	1929-47.9%	1930-54.3%
1931-55.5%	1932-54.8%	1933-54.8%

Fuente: National Resources Committee, The Structure of the American Economy, 1939, Pt. 1, p.107 preparado bajo la dirección de Gardiner C. Means

2.- Activos de las 100 mayores empresas industriales, mineras y comerciales:

1909-17.7%	1919-16.6%	1929-25.5%
1935-28.0%	1948-26.7%	1958-29.8%

Fuente: Norman R. Collins y Lee E. Preston, "The Size Structure of the Largest Industrial Firms", American Economic Review, Dic. 1961

3.- Activos industriales de las 200 mayores empresas industriales:

1929-45.8%	1933-49.5%	1939-48.7%
1947-45.0%	1950-46.1%	1955-51.6%
1960-55.2%	1965-55.9%	1968-60.4%

Fuente: Federal Trade Commission Staff, Economic Report on Corporate Mergers, 1969, p.173

Fuente general: John M. Blair, Economic Concentration, Structure, Behavior and Public Policy, New York, Harcourt Brace Jovanovich, 1972, p.64

Estas tres series contienen información reunida en distintas épocas y por diversas entidades y en conjunto no dejan duda acerca de que desde principios del siglo XX cuando se integró el núcleo de grandes empresas en la estructura industrial de Estados Unidos hasta fines de la década de los años sesenta cuando la SRI llega a su zenit, la concentración de capital es un proceso dinámico que incrementó la importancia del sector concentrado dentro de la estructura económica. Este no fue un proceso con velocidad uniforme. Blair hace notar que durante la guerra el proceso concentrador se estancó, pero únicamente para recomenzar con renovado ímpetu en la posguerra y explica este fenómeno en función de las grandes inversiones que se hicieron en el periodo posbélico de las utilidades acumuladas durante el conflicto(12).

Al seleccionar esta información se ha privilegiado aquella que revela la concentración de activos, pues esta refleja el surgimiento de compañías gigantescas, cuya importancia radica en que sirven de recipiente de las nuevas tecnologías que integraron el núcleo de la SRI. Galbraith señala como a finales del siglo XIX la mayoría de los productos industriales eran tecnológicamente simples lo que tenía consecuencias para la organización industrial. En primer lugar, los conocimientos técnicos y científicos necesarios para el proceso productivo podían ser poseídos por una sola persona, muchas veces el propietario mismo. Segundo, la complejidad limitada de los productos hacía que su diseño fuese sencillo, rápido y fácilmente alterable. Tercero, los insumos utilizados, algodón, lámina de acero, pintura, etcé-

tera, eran los que se encontraban en el mercado y podían ser adquiridos sin dificultad a medida que iban siendo requeridos en la producción. Posteriormente estas condiciones se alteraron en forma radical, una gran cantidad de productos se hicieron extraordinariamente complicados. En su fabricación intervenían conocimientos de química, electricidad, metalurgia, electrónica y otros que sólo podían ser proporcionados por equipos humanos integrados por muchos especialistas. Los productos se fueron haciendo tan complejos que su diseño requiere a menudo de años de esfuerzo por parte de esos especialistas y cualquier modificación demanda de mucho tiempo para ser implementada. Por otra parte, los productos utilizados como insumos, plásticos, aleaciones especiales, circuitos electrónicos, etcétera se fueron haciendo tan refinados que su abastecimiento no puede confiarse al mercado, debe planearse con años de anticipación y se realiza cada vez más fuera de los mecanismos del mercado, sea autoabasteciéndose por medio de empresas controladas directamente o bien por compañías vinculadas por contratos a largo plazo que las obligan a entregar los insumos requeridos con las especificaciones del comprador. Estos factores fueron provocando la abolición del mercado libre en el sector moderno de la economía(13). Es indudable que únicamente la gran empresa podía llenar las condiciones para realizar lo implicado en esta descripción: tener los equipos de especialistas para dirigir el proceso productivo y asegurar los incontables contratos con proveedores que garantizan a largo plazo el abastecimiento de los insumos especializados.

Por otra parte, la tecnología empleada en muchas industrias requiere de equipos muy complejos o de grandes dimensiones para ser rentable. Se ha estimado que una planta para producir aceros planos en Inglaterra en 1964 debería tener una capacidad de 3 millones de toneladas anuales para lograr una eficiencia óptima y esta cifra representa el 50% de toda la capacidad del Reino Unido(14). En la refinación de petróleo que tan estratégico papel tiene en la Segunda Revolución Industrial se presenta otro ejemplo de la necesidad de la existencia de la gran empresa impuesta por la evolución tecnológica del siglo XX: se estima que una refinería debe contar con instalaciones de grandes dimensiones capaces de procesar de 100 a 150 mil barriles diarios para ser rentable(15). La gran magnitud de las instalaciones industriales requeridas por la tecnología es, sin duda, otra fuerza que impone irresistiblemente a la compañía gigantesca como la unidad productiva fundamental durante la SRI.

II

Desde sus remotos orígenes el capital siempre mostró una clara vocación internacionalista que lo llevó a operar ignorando las fronteras(16). Durante la PRI los excedentes acumulados por las sociedades que se industrializaban dieron un mayor ímpetu a este proceso. Pero fue en el siglo XX que la internacionalización de las operaciones del capital en sus tres variantes, capital mercantil, capital de préstamo y capital productivo, alcanzó un desarrollo tal que se constituye en uno de los grandes componen-

tes de la Segunda Revolución Industrial, reestructurando el sistema económico mundial. Este proceso, sin embargo, no fue simple o lineal y es preciso analizar sus principales especificidades.

En los años comprendidos entre 1896 y 1913 que, como ya hemos visto, fueron decisivos en la fase formativa del nuevo proceso industrializador, el comercio mundial tuvo un desempeño muy dinámico, ya que creció con una tasa anual del 4.2% que contrasta con el estancamiento del periodo anterior(17). Este vigoroso fluir del capital mercantil se dio en el marco de una reformulación de las relaciones entre las potencias económicas: la Gran Bretaña había perdido definitivamente la supremacía industrial ya que había sido rebasada por Estados Unidos y por Alemania que en 1913 tenían el 35.8% y el 15.7% respectivamente de la producción de la industria mundial, frente a únicamente el 14% del Reino Unido(18). Resulta evidente que no fue una coincidencia que fueran precisamente Estados Unidos y Alemania los dos países líderes, tanto cuantitativa como cualitativamente durante la SRI. En efecto, la industria estadounidense mantendrá una posición de vanguardia en la implementación de los nuevos procesos de fabricación masiva, mientras que la alemana, por su parte, se distinguirá al elaborar productos químicos.

La situación de las grandes naciones industriales en el comercio internacional, sin embargo, no correspondía a la importancia de su industria. Como puede apreciarse en el cuadro 4.3, Inglaterra pese a su creciente debilidad industrial conservaba el primer puesto en los flujos mundiales del comercio con

un 15% del mismo mientras que Alemania tenía el 13% y el gigante industrial estadounidense apenas llegaba al 11%. Esta debilidad relativa del comercio internacional de los Estados Unidos, que contrasta con el gran tamaño de su planta industrial, refleja el carácter semiautárquico que tenía su economía y que se fundamentaba en la magnitud y diversidad de su sector primario que se dedicaba a explotar las grandes riquezas contenidas en su inmenso territorio. Esta situación, como veremos, tiene gran importancia para definir la estructura económica mundial.

CUADRO 4.3

COMERCIO EXTERIOR DE LAS GRANDES POTENCIAS EN 1913

P A I S	EXPORTACIONES		IMPORTACIONES		COMERCIO EXTERIOR	
	Millones de dólares	%	Millones de dólares	%	Millones de dólares	%
Gran Bretaña	2 600	14	3 200	16	5 800	15
Alemania	2 400	13	2 600	13	5 000	13
Estados Unidos	2 400	13	1 800	9	4 200	11
Francia	1 300	7	1 600	8	3 000	8

Fuente: Sociedad de Naciones, Memorandum on Balances of Payments and Foreign Trade Balances 1910-1924, Ginebra, 1925, I, p.90 en Gerd Hardach, La primera guerra mundial, trad. Octavi Pellissa, Barcelona, Editorial Critica, 1986, p.13

Nota: Las participaciones se refieren a un comercio mundial reñado de 37 800 millones de dólares que representaban aproximadamente el 93% del comercio total.

De acuerdo con lo anterior, se puede afirmar que en los albores de la Segunda Revolución Industrial el sistema económico mundial tenía ya una gran cohesión y el principal factor de la misma era una inmensa red de grandes flujos mercantiles que

cruzando oceanos, mares y fronteras vinculaban a los diversos países con una fuerza sin precedente desde la integración de la economía mundial cuatrocientos años antes. De acuerdo con la información recabada por la Sociedad de Naciones y que aparece en el cuadro 4.3 y la nota al pie, el conjunto de las diversas corrientes del comercio internacional totalizaba la enorme cifra de aproximadamente 40 000 millones de dólares.

Una característica muy importante del inmenso sistema constituido por la economía mundial era su equilibrio que se lograba a través de una complicada estructura de triangulaciones, pago de servicios como fletes, seguros, así como otros mecanismos que compensaban los déficits comerciales. Gran Bretaña que, como hemos señalado, pese a la creciente inferioridad de su industria continuaba siendo el país más importante en el gran tablero del comercio internacional, tenía una balanza comercial fuertemente deficitaria pues sus importaciones eran de 3 200 millones de dólares contra exportaciones de únicamente 2 600 millones, pero una serie de flujos invisibles de intereses, primas de seguro, etcétera cubrían la brecha y hacían de la economía británica un factor de estabilidad, pues ni la Gran Bretaña sufría una continua hemorragia de oro ni descapitalizaba a otros países acumulando saldos positivos(19). Francia y Alemania que también tenían un comercio externo deficitario aun cuando en menor medida, compensaban sus déficits en forma parecida.

Todo esto hace resaltar el papel estratégico que en el equilibrio de la economía mundial tenían las inversiones que las sociedades industriales habían acumulado en el exterior.

En el cuadro 4.4 aparecen los montos de los activos externos de las principales potencias y es fácil ver la mecánica que mantenía en equilibrio el conjunto del sistema. Gran Bretaña cuyo importante déficit comercial ascendía a 600 millones de dólares anuales contaba con las inversiones totales más cuantiosas y que tenían un valor de 18 000 millones, las cuales generaban flujos invisibles que contribuían a compensar la brecha de la balanza de mercancías. Francia cuyo déficit se elevaba a 300 millones, contaba con inversiones extranjeras de 9 000 millones y Alemania cuyo pequeño déficit era únicamente de 200 millones, tenía activos en el exterior por 5 800 millones.

CUADRO 4.4

INVERSIONES EXTRANJERAS DE LAS NACIONES INDUSTRIALIZADAS
1913-1914

Acreeedor	Millones de dólares	Deudor	Millones de dólares
Gran Bretaña	18 000	Europa	12 000
Francia	9 000	Estados Unidos y Canada	10 500
Alemania	5 800	América Latina	8 500
Estados Unidos	3 500	Asia	6 000
Bélgica, Holanda y Suiza	5 500	Africa	4 700
Otros	2 200	Australia	2 300
	44 000		44 000

Fuente: Naciones Unidas, International Capital Movements in the Inter-War Period, Lake Success, 1943, p.2 en Hardach, op. cit., p.14

Nota: En cada caso las cifras son en bruto, Estados Unidos, por ejemplo, era acreedor por 3 500 millones de dólares y deudor por 6 800 millones.

Conviene insistir en que los ingresos provenientes de estas inversiones se combinaban con otros para producir el equilibrio general del sistema. Así Gran Bretaña obtiene los fletes provenientes de su gran marina mercante, comisiones por servicios financieros, primas de seguros, etcétera; Alemania, por su parte, obtiene ingresos por el uso de su sistema ferroviario al que su estratégica posición en el centro de Europa le confiere gran valor y a los que se suman los rendimientos de sus bancos en el extranjero, fletes marítimos y venta de tecnología.

Es importante resaltar la singular posición de Estados Unidos como una nación en tránsito entre dos situaciones diferentes dentro del sistema. Por un lado, tiene un endeudamiento de 6 800 millones de dólares, lo que implica que en su proceso de desarrollo empleó el financiamiento externo para complementar la acumulación interna de capital y, por otro, había ya acumulado activos en el extranjero por 3 500 millones, cifra inferior a la de otras potencias industriales pero que señalaban su marcha hacia un futuro como país acreedor dentro del sistema económico mundial.

El funcionamiento de todo este gigantesco pero delicado mecanismo que servía de base a la prosperidad que caracterizó la época en que se gestaba la Segunda Revolución Industrial, va a sufrir un grave deterioro a partir de 1914 el cual dio paso a un largo periodo de casi cuatro décadas y durante el cual la humanidad sufrió tres grandes calamidades: las dos guerras mundiales y la gran depresión de los años treinta.

La primera guerra mundial significó obviamente

una gran perturbación para el sistema económico mundial. Los datos del cuadro 4.5 son testimonio elocuente del efecto negativo del conflicto. En 1920 la producción industrial del mundo era apenas un 93.6% de la generada en 1913, mientras que la industria europea estaba en una situación todavía peor y producía únicamente el 77.3% de su nivel de preguerra. Rusia, conducida por un gobierno inepto a una catastrófica derrota en la guerra mundial y víctima de la lucha civil que siguió a la revolución de 1917, tenía su industria prácticamente paralizada y ya transformada en la Unión Soviética producía un diminuto 12.8% del volumen de 1903. Únicamente Estados Unidos entre las grandes naciones industriales había conseguido incrementar en ese periodo el producto de su industria.

CUADRO 4.5
INDICES DE PRODUCCION INDUSTRIAL
1913-1925

Año	1913=100				
	Mundo	Europa	URSS	Estados Unidos	Resto del mundo
1920	93.6	77.3	12.8	122.2	109.5
1921	81.4	70.0	23.3	97.9	103.7
1925	121.6	103.5	70.1	148.0	138.1

Fuente: Ingvar Svennilson, Growth and Stagnation in the European Economy, Ginebra, Naciones Unidas, 1954, pp.204, 205

La crisis económica de 1921 hizo descender aun más la producción de las principales naciones industrializadas y únicamente la Unión Soviética, donde se inició la reconstrucción

después del triunfo de los revolucionarios, escapa a esta tendencia general. Sería únicamente hasta el año de 1925 que, como se aprecia en el cuadro, la industria europea alcanzó un nivel de producción similar al que tenía antes del conflicto mundial.

Es un lugar común hablar de la irracionalidad de la guerra y del terrible daño que causó a Europa que como consecuencia perdió la hegemonía del mundo que había tenido desde el siglo XVI. Desde luego ninguna mente racional puede evitar el rechazo hacia un conflicto en el que fue masacrada una generación de jóvenes europeos, sin embargo, es preciso neutralizar la tremenda carga emocional vinculada al tema y hacer un análisis más profundo.

La estabilidad relativa pero real que prevaleció en el siglo comprendido entre 1815 y 1914 se perdió para siempre. El examen del periodo entre 1914 y 1929 indica que el crecimiento de la producción se desaceleró comparado con el de las décadas anteriores. Algunas veces las tasas de crecimiento en la década de los años veinte son comparables a las de la preguerra pero hay que tener en cuenta que se parte de niveles deprimidos. Es evidente que se había dañado la capacidad de Europa para crecer(20). En efecto, a partir de 1925 los europeos comenzaron a olvidar la pesadilla de la guerra y a contemplar el futuro con mayor optimismo. La industria creció generando un periodo de prosperidad calificado como boom. Entre 1925 y 1929 la producción de la industria mundial aumentó en un 20.7%, mientras que la estadounidense lo hacía en 23%. La industria europea, por

su parte, incrementó su producto en 23.1%, esto es, en una proporción mayor que la del mundo y prácticamente igual a la de Estados Unidos, pero si tenemos presente que lo hacía desde un nivel similar al de la preguerra, el resultado es menos impresionante(21). Es indudable que el comportamiento de la economía mundial en la década de mil novecientos veinte tiene algo de enfermizo incluso durante el boom y, lo que es más importante, su trayectoria terminó en una catástrofe económica.

Aldcroft dice que el principal obstáculo que enfrentaban las naciones no era la destrucción causada por la guerra sino la dislocación del sistema económico mundial(22). Efectivamente el colosal esfuerzo hecho por los beligerantes incluyó el uso de mecanismos destructivos para la estructura económica preexistente. Veámos dos ejemplos de dichos mecanismos acompañados de las cifras que cuantifican las extraordinarias magnitudes que tuvieron y que les otorgaron su capacidad destructiva. La gran emisión de bonos que con distintos nombres emitieron los gobiernos y que crearon una moneda paralela a la tradicional aumentando el circulante en proporciones extraordinarias que han sido estimadas en 1 054% para Gran Bretaña, 1 041% para Alemania y 432% para Francia, con los consiguientes efectos desestabilizadores para el sistema financiero. Otro elemento igualmente perjudicial fue el gigantesco endeudamiento que entre 1914 y 1919 aumentó las deudas de los países de 5 a 156 miles de millones de marcos en el caso de Alemania, de 650 a 7 400 millones de libras para la Gran Bretaña, de mil a 25 mil millones de dólares en Estados Unidos y de 33.5 a 219 miles de millones de

francos para Francia(23). Estos mecanismos utilizados para financiar el esfuerzo bélico implicaron desequilibrios corrosivos para la estabilidad económica tanto en el ámbito interno de los diversos países como en el sistema internacional.

Estamos de acuerdo en que la primera guerra mundial dañó de manera irreparable el delicado mecanismo del sistema económico mundial producido por la acción creativa del proceso industrializador a través de más de un siglo, el cual había reorganizado a las naciones de acuerdo con los dictados de su propia lógica. Pero creemos que el verdadero problema no residía en ese daño sino en la incapacidad de la comunidad internacional para generar un nuevo sistema económico mundial capaz de reemplazar el que había sido dañado irreversiblemente. Esta postura coincide con la idea de Ingvar Svennilson(24) en el sentido de que Europa enfrentaba obstáculos estructurales para su desarrollo y que únicamente países como Suecia que se transformaron adaptándose a las nuevas condiciones tuvieron un buen desempeño, pero consideramos que el reordenamiento debía abarcar al sistema económico mundial como un todo.

A partir de 1929 el sistema económico mundial sufrió una gran crisis que hundió al mundo en una depresión muy severa que en muchos aspectos se prolongaría hasta la segunda guerra mundial. La crisis fue anunciada por el crac de la Bolsa de Valores de Nueva York en octubre de 1929, el cual tuvo efectos de alcance planetario(25). El desarrollo de todo el sombrío proceso cuyo costo social fue extraordinariamente alto puso de relieve, una vez más, tanto la insuficiencia de la estructura

económica como la incapacidad de la comunidad internacional para superarla.

Los precios de los valores bursátiles se elevaron desde principios de 1928 en medio de lo que ha sido descrito como una orgía especulativa, una obsesión, una burbuja y otros términos que indican una pérdida de contacto con la realidad, todo ello acompañado de predicciones sobre aumentos indefinidos en los precios de los valores y de prosperidad ilimitada. Las advertencias de algunos observadores contra los excesos especulativos, fueron ignoradas. Entre quienes se preocupaban por el sesgo de los acontecimientos se encontraban figuras tan prominentes como Owen D. Young y George Harrison del Banco de la Reserva Federal. Young, director del Banco, insistía en la necesidad de que éste tomase el control del mercado y sugería la intervención del presidente Hoover y el Departamento del Tesoro(26). La situación era tanto más delicada cuanto que el aumento de las cotizaciones bursátiles no correspondía a la situación de la economía real que acusaba debilidades importantes tales como la acumulación de excedentes. Los ciclos económicos habían alcanzado su punto máximo en abril en Alemania, en junio en Estados Unidos y en julio en Gran Bretaña y para la segunda mitad de 1929 las economías de los diversos países declinaban.

La Bolsa de Nueva York, como es bien sabido, alcanzó su cima en septiembre y en octubre comenzó a bajar y el día 24 el descenso dio paso al pánico. Los intentos de los principales banqueros para frenar el colapso movilizandolos recursos para comprar, fracasaron y una marejada de ventas de pánico el

29 de octubre, conocido como el "martes negro", provocó el derrumbe.

Todavía se discuten las relaciones entre el crac bursátil y la crisis de la estructura económica. La realidad es que la caída del sistema productivo fue impresionante: el índice de la producción industrial que era de 110 en octubre, bajó a 105 en noviembre y a 100 en diciembre. La industria automotriz, uno de los ejes de la Segunda Revolución Industrial se desplomó desde 440 mil unidades en agosto a 169 500 en noviembre y a sólo 92 500 en diciembre, mes en el que las ventas usualmente repuntaban al introducirse los nuevos modelos. En los meses y años siguientes la economía estadounidense se hundió en una crisis muy aguda como lo demuestran los indicadores del cuadro 4.6.

CUADRO 4.6.

INDICADORES ECONOMICOS DE LA CRISIS ESTADOUNIDENSE
1931-1932

Periodo	Producción Industrial	Empleo Industrial	Pago en salarios	Indice de precios	Importaciones en millones de dolares
1923-1925	100	100	100	100	
Marzo 1931	87	78	75	76	205.7
Agosto 1931	78	74	64	72	168.7
Junio 1932	59	60	43	64	112.5

Fuente: Federal Reserve Bulletin (varios números) en Charles P. Kindleberger, La crisis económica, 1929-1932, trad. Lluís Argemí D'Abadal, Barcelona, Editorial Crítica, 1985, p.203

Si se considera el promedio alcanzado en los años de 1923 a 1925 como base, la producción industrial descendió a

87% en marzo de 1931 y llegó a un ínfimo 59% en junio de 1932. Como resultado de la progresiva parálisis de la planta productiva, el empleo bajó a 60% mientras que los salarios de quienes lograron conservar su puesto descendían hasta llegar a un 43% de su nivel previo. La economía estadounidense era víctima de una espiral contractiva que parecía no tener límites. La ciencia económica ortodoxa, por su parte, no estaba equipada para comprender el fenómeno y a menudo las medidas que aconsejaban los economistas y otros expertos tendían a prolongar y agudizar la crisis en lugar de superarla(27).

Si hemos examinado el triste comportamiento de las economías de las naciones industrializadas en las décadas de los años de 1920 y 1930 es por la importancia que éste tuvo como obstáculo para el progreso de la Segunda Revolución Industrial y en especial para el avance de uno de sus componentes fundamentales: la internacionalización del capital. A partir de 1913 los flujos del comercio internacional sufrieron de una marcada atonía que los hizo crecer a un ritmo más lento que el de la producción. En efecto, en el periodo de 1913 a 1929 el comercio internacional creció tan sólo a una tasa de 1.6% anual que resultaba claramente inferior a la correspondiente a la producción que era de 2.7% (28). Este rezago en el desempeño del comercio mundial en relación al producto contrasta con la situación en las décadas anteriores cuando ambas variables crecían paralelamente.

Después de 1929 la situación se volvió todavía peor. El flujo del comercio exterior estadounidense se contrajo con gran rapidez como lo muestran las cifras del cuadro 4.6

en donde se aprecia que las importaciones bajaron de 205.7 millones de dólares en marzo de 1931 a 112.5 millones en junio de 1932. El comercio mundial, por su parte se contraía desde un nivel de prácticamente tres mil millones de dólares en enero de 1929, antes de estallar la crisis, a menos de mil millones en enero de 1933, cuando el mundo entero era víctima de la Gran Depresión, según se ve en el cuadro 4.7. En sólo cuatro años los flujos del comercio internacional habían caído a menos de un tercio de su nivel anterior.

CUADRO. 4.7
CONTRACCION DEL COMERCIO MUNDIAL EN LA CRISIS
1929-1933

Periodo	Importaciones de 75 países en millones de dólares oro
Enero de 1929	2 998
Enero de 1930	2 739
Enero de 1931	1 839
Enero de 1932	1 206
Enero de 1933	992

Fuente: Sociedad de Naciones, Monthly Bulletin of Statistics, febrero de 1934, p.51 en Kindleberger, op.cit., p.208

La brutal contracción del comercio mundial asegu-
ró que la crisis fuera de extensión planetaria y de larga dura-
ción. Un país tras otro vio su economía hundirse en la depre-
sión a medida que sus exportaciones se desplomaban obligándolo
a disminuir sus compras en el exterior. La equivocada política
económica con la que los gobiernos buscaron contener la crisis
utilizando medidas proteccionistas, las cuales a su vez provoca-

ban contra medidas similares de otros países, fue devastadora para el sistema económico mundial.

El resultado de las diversas dislocaciones que desestabilizaron la estructura de la economía mundial a partir de 1914 se refleja en el hecho de que los flujos del comercio internacional prácticamente no crecieron entre las vísperas de la primera guerra mundial y las de la segunda; en 1938 el comercio mundial era tan sólo un 3% superior al de 25 años antes según se aprecia en el cuadro 4.8. En todo ese periodo la comunidad de naciones fue incapaz de crear un concierto económico internacional. Inglaterra que había ya perdido la supremacía industrial perdió también su liderazgo en las finanzas y el comercio mundiales sin que su puesto fuese llenado satisfactoriamente. Estados Unidos sólo llenó parcialmente ese vacío y después de 1929 falló a sí mismo y al mundo (29).

La segunda guerra mundial resultó aún más larga y destructiva que la primera. Los beligerantes utilizaron toda clase de métodos para debilitar la economía del adversario incluyendo el bombardeo masivo de las áreas urbanas, de los centros industriales y de los sistemas de comunicaciones. Como si esto fuese poco, del conflicto emergieron dos superpotencias dotadas de sistemas económicos, sociales y políticos diferentes y llenas de recelos recíprocos. El sistema económico mundial sufrió los daños inherentes a esta orgía de destrucción y en 1948 la magnitud de los flujos internacionales del comercio eran iguales a los de 1913, como se ve en el cuadro 4.8. Los 35 años del periodo de 1914 a 1948 fueron perdidos desde el punto de vista

del crecimiento del comercio mundial. La conclusión es que en ese periodo el proceso de internacionalización del capital, que es una de las metamorfosis que integran la Segunda Revolución Industrial, sufrió de un grave estancamiento.

El periodo posbélico que siguió a la segunda guerra mundial fue, sin embargo, muy diferente del ubicado entre los dos conflictos mundiales. La larga tendencia depresiva que producía auges mediocres y recesiones y crisis graves tocó a su fin. Se produjo un punto de inflexión que transformó la tendencia general depresiva en una expansiva(30). Las fluctuaciones de los ciclos económicos fueron benignas en las décadas siguientes y el sistema económico mundial comenzó a funcionar con un decidido sesgo hacia el crecimiento que favoreció tanto a los países con economías reguladas por la competencia como a los dotados de planificación central que tuvieron durante las décadas de los años de 1950 y 1960 un crecimiento muy vigoroso y estable cuyo dinamismo no tiene precedente en la historia mundial y que superó al del periodo anterior a 1914, hasta ese momento añorado como una edad de oro de prosperidad para los países industriales.

El dinámico crecimiento de los países desarrollados alcanzó su mayor nivel en la década de 1960 de manera que, según el Banco Mundial, "el crecimiento fue especialmente veloz, alcanzando un promedio de 5% al año durante el decenio anterior al aumento a los precios del petróleo en 1973"(31).

Esta rápida expansión de los países de la OCDE hizo posible un continuo progreso en la liberalización del comercio internacional que creció más rápidamente que la produc-

ción y su dinamismo fue uno de los factores que impulsaron el desarrollo del sistema económico en su conjunto por un fenómeno de retroalimentación.

En el cuadro 4.8 aparece una serie larga de índices del comportamiento del comercio internacional que muestran las dos fases de la onda larga del sistema económico mundial desde 1913 hasta 1971. Puede apreciarse con toda claridad el contraste entre el estancamiento del comercio mundial entre 1913 y 1948 y el formidable dinamismo que muestra entre 1948 y 1971. Mientras que en el primer periodo de 35 años de duración el crecimiento de los flujos comerciales fue nulo, en el segundo periodo de únicamente 25 años su magnitud se quintuplicó.

CUADRO 4.8
INDICES DEL COMPORTAMIENTO DEL COMERCIO MUNDIAL
1913-1971

Fase depresiva		Fase expansiva	
1913	100	1948	100
1921-1925	82	1953	138
1926-1929	110	1958	182
1930	112	1963	261
1936-1938	107	1965	332
1938	103	1968	395
1948	100	1971	505

Fuente: United Nations Statistical Yearbook, 1972, New York, 1973, pp.40-43 y Folke Hilgerdt, Industrialization and Foreign Trade, New York, Columbia University Press, 1945, pp.157-167 en Rostow, The World Economy, op.cit., pp.663-665

Si en la primera etapa el proceso de internacionalización del capital no hizo progresos, en cambio en la segun-

da su vigoroso impulso reorganizó al mundo de acuerdo con los dictados de su propia lógica. Posteriormente abordaremos el examen de los mecanismos que pueden explicar la inversión de la tendencia dominante en la economía internacional. El sistema mundial que surgió como resultado de esa metamorfosis es uno de los productos de la Segunda Revolución Industrial.

III

La empresa transnacional representa la forma más acabada de los dos factores que hemos venido analizando: el capital concentrado y el capital internacionalizado. Ambos se materializan en gigantescas empresas que operan en muchos países y dada la importancia que han adquirido en el funcionamiento de las estructuras económicas contemporáneas, tanto en el interior de las diversas naciones como en el ámbito mundial, estas entidades han sido objeto de numerosos estudios.

De acuerdo con Mira Wilkins, las empresas transnacionales modernas de origen estadounidense se conformaron en las décadas de los años 1880 y 1890, cuando algunas firmas empezaron a establecer instalaciones manufactureras en países extranjeros y para 1914, Estados Unidos había hecho inversiones directas en el exterior con un valor de 2 650 millones de dólares(32). Esto quiere decir que el nacimiento de las empresas transnacionales es contemporáneo de otros elementos que hemos asociado con el principio de la Segunda Revolución Industrial, como la concentración de capital que se dio en la economía entre 1890 y 1914. En las décadas siguientes estas compañías continuaron sus opera-

ciones aun cuando su expansión se vio limitada por las adversas condiciones que prevalecieron entre 1914 y 1948 en el sistema económico mundial. Las otras naciones industriales tuvieron patrones de conducta semejantes, sus empresas comenzaron a extender sus actividades a países extranjeros y las inversiones resultantes formaban una porción importante de sus activos en el exterior que aparecen en el cuadro 4.4 y que, como hemos visto, tenían un papel estratégico en el mantenimiento del equilibrio y la funcionalidad de la economía mundial en los años anteriores a 1914.

Los motivos que impulsaron al capital concentrado a extender sus operaciones productivas a países extranjeros son múltiples y complejas y han sido clasificados por Wertheimer en tres grandes categorías(33). La primera categoría esta vinculada a la necesidad de abatir costos y en ella se comprenden el deseo de aprovechar los diferenciales existentes entre los diversos países en desarrollo tecnológico, en calificación, productividad y mentalidad de la fuerza de trabajo, en mercados de capital y en estructura-fiscal; conseguir reducciones de gastos de transporte; poder esquivar barreras arancelarias y, por último, utilizar la capacidad local para la investigación. La segunda categoría se relaciona con el volumen de ventas y comprende una amplia lista: deseo de superar deficiencias de los intermediarios locales, obtener capacidad para adaptarse a cambios en los mercados; seguir a clientes importantes en sus propias incursiones en el extranjero, hacer igual cosa con los competidores, complacer los deseos de los gobiernos de los países re-

ceptores, obtener una mejor y más favorable división internacional del trabajo consiguiendo mayor volumen de producción y logrando economías de escala y, por último, escapar a reglamentos indeseables en su país de origen. La tercera categoría está relacionada con factores de riesgo e incluye el deseo de evitar quedar excluidos de áreas donde operan clientes y proveedores importantes, promover procesos de integración vertical u horizontal, evitar el efecto de recesiones locales y finalmente, disminuir los riesgos derivados de dislocaciones sociales o políticas, distribuyendo las operaciones en varios países. Es preciso tener presente que en muchas ocasiones no es un sólo mecanismo el que impulsa a una empresa a internacionalizar sus operaciones, sino una combinación de varios.

El examen de casos concretos ilustra la forma en que actúan estas motivaciones en la realidad. Así encontramos que en ciertas ocasiones es la situación prevaleciente en el país de origen la que genera el impulso para establecer operaciones transnacionales. En tres países pequeños pero desarrollados, Bélgica, Suecia y Suiza, se organizaron empresas de este tipo desde época temprana por la necesidad de compensar la pequeñez de sus mercados internos complementándolos mediante la penetración de los exteriores, de manera que los datos revelan que las transnacionales de estos países establecieron un alto porcentaje de sus filiales antes de 1945(34).

En otras ocasiones es el entorno natural el que regula el proceso. Este es el caso de las compañías petroleras transnacionales, las cuáles mostraron un dinámico expansionismo

incluso en los difíciles años del periodo de entreguerra que las llevó a extender sus actividades en escala planetaria. Esto se explica por la importancia vital del petróleo en la estructura tecnológica de la Segunda Revolución Industrial, pero también por el hecho de que los yacimientos petrolíferos se encuentran dispersos en muchos países y que entre las naciones industriales únicamente Estados Unidos y la Unión Soviética cuentan con yacimientos importantes dentro de su territorio. La Royal Dutch Shell es un ejemplo de esta dinámica: se trata de una empresa europea dedicada a la explotación del nuevo energético que creció impulsada por él hasta convertirse en la firma industrial más importante de Europa(35). La dispersión natural de los yacimientos petrolíferos impuso la transnacionalización de las empresas del ramo.

Pese a esos avances, hasta 1950 las grandes compañías de las principales potencias industriales no habían tenido una expansión internacional de gran envergadura. En las dos décadas siguientes la situación cambiaría dramáticamente(36). Es pues en el periodo de veinte años en el que, como hemos visto, los flujos del comercio mundial crecieron con una rapidez sin precedente que se dio con un dinamismo comparable el proceso de internacionalización de las estructuras productivas, que encuentra su forma más completa en la expansión de las empresas transnacionales. La expresión misma en su versión inglesa, multinational corporations, parece haber sido utilizada por primera vez por David Lilienthal en 1960 en un trabajo pionero en donde define estas empresas como "corporaciones que tienen su base en un

país pero existen y operan bajo las leyes y costumbres de otros países"(37).

Posteriormente y a medida que crecía su importancia en el escenario mundial, los estudios sobre este tipo de empresas se han multiplicado al punto de que es posible hacer catálogos de ellos(38). En el cuadro 4.9 puede apreciarse la dinámica expansión de los sistemas de filiales manufactureras que las grandes empresas transnacionales, tanto europeas como estadounidenses integraron entre 1950 y 1970.

CUADRO 4.9

SISTEMAS DE FILIALES MANUFACTURERAS DE 316 GRANDES TRANSNACIONALES
1950-1970

Número de países en que tienen filiales	Número de empresas			
	135 transnacionales europeas		181 transnacionales estadounidenses	
	1950	1970	1950	1970
Menos de 6 países	116	31	138	9
De 6 a 20 países	16	75	43	128
Más de 20 países	3	29	0	44

Fuente: R. Vernon, "The Product Cycle Hypothesis in a New International Environment", Oxford Bulletin of Economic and Statistics, 41, p.258 en Taylor, The Geography of Multinationals, op.cit., p.1.

En 1950 al terminar la época de estancamiento, de 135 empresas transnacionales europeas, una gran mayoría de 116 operaba filiales manufactureras en menos de 6 países extranjeros y únicamente 3 de ellas tenían filiales en más de 20 países. En dramático contraste, en 1970 al culminar el gran proceso de internacionalización del capital productivo, ya sólo una minoría

de 31 empresas seguía limitando sus operaciones a menos de 6 países, mientras que la mayoría actuaba en un número mayor y 29 compañías operaban en más de 20 naciones. La expansión de las empresas estadounidenses en el escenario económico internacional fue aún más dinámica. En 1950, de 181 firmas una mayoría de 138 operaban en menos de 6 países y ninguna tenía filiales en más de 20, en 1970 la situación es radicalmente distinta, sólo 9 empresas continuaban operando en menos de 6 países y 44 lo hacían en más de 20.

El extraordinario dinamismo del proceso de expansión internacional del capital productivo hizo que las empresas en que se materializa éste adquirieran dimensiones colosales que las llevaron a rivalizar en el terreno económico con los Estados nacionales. Después de las dos décadas de rápida expansión en el escenario mundial, las mayores empresas transnacionales tenían magnitudes superiores a muchas naciones soberanas. Alma Chapoy informa que en 1971, la General Motors tenía un volumen de ventas de 28 300 millones de dólares, cifra superior al producto nacional bruto de países como Suiza que era de 24 500 millones, la Standard Oil de Nueva Jersey, por su parte, tenía ventas por 18 700 millones superando el PNB de Dinamarca que era de 17 500 millones. En una lista en que se intercalaron empresas transnacionales y países con economía de mercado ordenados de acuerdo con sus ventas y su PNB respectivamente, ambos correspondientes al año de 1969, se observa que la General Motors tenía la decimoquinta economía del mundo capitalista y sus ventas de 24 300 millones de dólares se aproxi-

maban al PNB de México que ascendía a 29 400 millones. Tal vez el dato más ilustrativo sea el de que de las cien entidades económicas que aparecen en la lista, 54 son empresas y 46 son países(39). No hay duda de que en sólo dos décadas la estructura misma del sistema económico mundial cambió como resultado de la explosiva internacionalización del capital productivo representado por las empresas transnacionales que hacia 1970 ya compartían con los Estados nacionales el papel de principales fuentes de decisión en el ámbito económico.

El extraordinario dinamismo de la expansión internacional de las grandes empresas estadounidenses se refleja ampliamente en los datos del cuadro 4.10 en que se ve que el monto de la inversión directa en el extranjero de Estados Unidos en 1971 era ya superior al del conjunto de todos los demás países.

CUADRO 4.10

INVERSION DIRECTA EN EL EXTRANJERO EN 1971

Pais inversionista	-Valor en libros en millones de dólares	Pais inversionista	Valor en libros en millones de dólares
Estados Unidos	86 001	Japón	4 480
Reino Unido	24 019	Países Bajos	3 580
Francia	9 540	Suecia	3 450
Alemania Federal	7 276	Italia	3 350
Suiza	6 760	Bélgica	3 250
Canada	5 930	Otros	7 364
		Total de la IDE	165 000

Fuente: Las corporaciones multinacionales y la economía mundial, ONU, 1973 en Alma Chapoy Bonifaz, Las empresas multinacionales, México, Ed. "El Caballito", 1975, p.27

Otros aspectos interesantes revelados por estas cifras serían, en primer lugar, la importancia de la Gran Bretaña que ocupa el segundo sitio con una inversión muy superior a la de Francia que le sigue en orden de importancia. Esta posición privilegiada es una herencia de la hegemonía económica que el país tuvo hasta 1914. En segundo lugar, el hecho de que Alemania y Japón tienen inversiones modestas debido a las pérdidas sufridas en las guerras mundiales. Por último, la importancia de las inversiones de países pequeños pero desarrollados como Suiza, los Países Bajos, Suecia y Bélgica que, como ya hemos advertido, han compensado la estrechez de sus mercados internos mediante la expansión en el exterior.

Para comprender en toda su importancia el papel de las empresas transnacionales en el proceso industrializador del siglo XX, es preciso examinar la estructura sectorial de la inversión directa en el extranjero. La información de Mira Wilkins que sintetizamos en el cuadro 4.11, revela que en el caso de Estados Unidos la porción más importante de las inversiones internacionales de las grandes empresas se canaliza hacia la industria manufacturera y el petróleo.

Mientras las inversiones en la industria manufacturera ascendían a 32 260 millones de dólares y en la industria petrolera a 21 710 millones, las realizadas en el comercio eran únicamente de 6 550 millones y en la minería de 6 170 millones. Finalmente están las realizadas en los servicios públicos que resultan casi insignificantes con un total de 2 870 millones de dólares, todo ello en el año de 1970.

CUADRO 4.11

INVERSION DIRECTA ESTADOUNIDENSE EN EL EXTRANJERO EN 1970

Región receptora	Valor en libros de la inversión en millones de dólares					
	Total (c)	Manufac-turas	Petróleo	Comercio	Minería	Servicios públicos
Europa	24 520	13 710	5 470	2 790	80	111
Canadá	22 760	10 060	4 810	1 320	2 990	680
América Latina(a)	14 760	4 620	3 940	1 540	2 070	610
Asia	5 560	1 520	3 020	460	90	140
Africa	3 480	540	2 090	210	450	10
Oceanía	3 490	1 810	740	230	490	10
Total(b)	78 180	32 260	21 710	6 550	6 170	2 870

Fuente: Mira Wilkins, The Maturing of Multinational Enterprise: American Business Abroad from 1914 to 1970, Cambridge, Harvard University Press, 1974, p.330

- Notas: a).- Incluye las dependencias europeas y las independizadas recientemente.
 b).- Incluye inversiones en el extranjero no ubicadas.
 c).- Es la suma de las columnas segunda a sexta más inversiones misceláneas.

Otros indicadores que hacen referencia al mismo año de 1970, también resaltan la concentración del capital internacionalizado en el sector industrial, así como la tendencia a concentrarse dentro de éste, en ciertas ramas como la química y la maquinaria tanto eléctrica como no eléctrica. Así tenemos que en ese año, el 29.9% de las filiales extranjeras de las empresas transnacionales manufactureras estadounidenses están en la industria química y el 23.6% en la de maquinaria tanto eléctrica como no eléctrica(40). Esto es de gran importancia para nuestro análisis pues significa que el 53.5% de las filiales pertenecen a empresas directamente conectadas con las actividades que corresponden a la Segunda Revolución Industrial como la química y la elec-

tricidad.

De igual significación es el hecho de que también en 1970, las subsidiarias extranjeras manufactureras de países como Inglaterra, Alemania, Holanda y Suiza, tuvieran patrones de concentración similares al estadounidense. Encontramos que el 21% de las filiales extranjeras manufactureras de empresas inglesas, el 46% de las alemanas, el 24% de las francesas, el 32% de las holandesas y el 35% de las suizas pertenecían a la industria química. También en la rama de maquinaria eléctrica y no eléctrica se dio una concentración que alcanzó el 30% de las subsidiarias alemanas y el 52% de las suecas(41).

Por otra parte, es preciso tener presente que la internacionalización del capital productivo de las naciones industriales a través del sistema económico mundial en ramas vinculadas con la Segunda Revolución Industrial como la química y la eléctrica, lleva, a su vez, a una mayor concentración del capital a nivel planetario, ya que se trata de actividades intensivas en tecnología avanzada con un ritmo de innovación muy elevado que representa una seria barrera a la entrada para empresas locales con recursos limitados tanto económicos como humanos y enfocadas a satisfacer mercados nacionales.

La Segunda Revolución Industrial se caracterizó por estar inscrita en un proceso de concentración del capital activado tanto por el potenciamiento de la demanda como por la naturaleza misma de la estructura de innovaciones tecnológicas que le sirvió de núcleo y en una dinámica internacionalización del capital representada tanto por el crecimiento de los flujos

del comercio internacional, como por el crecimiento extraordinario de los sistemas de subsidiarias de las grandes compañías industriales. La gran empresa transnacional que representa en su forma más acabada al capital concentrado e internacionalizado se convirtió así entre 1950 y 1970, en la célula básica de la Segunda Revolución Industrial de la cual es simultáneamente el principal producto y su artífice más importante.

N O T A S

- 1.- John Kenneth Galbraith, Annals of an Abiding Liberal. Perspectives on the Twentieth Century and the Case for Coming to Terms with it, Boston, Houghton Mifflin, 1979, p.28
- 2.- John M. Blair, Economic Concentration, Structure, Behavior and Public Policy, New York, Harcourt Brace Jovanovich, 1972, p.3
- 3.- Michael Utton, Industrial Concentration, Harmondsworth, Penguin Books, 1970, pp.19,20
- 4.- Blair, Economic Concentration, op.cit., pp.3-86
- 5.- Juglar, op.cit., passim
- 6.- Las ideas de Marx acerca de las crisis no estan expuestas en un solo libro sino dispersas a través de toda su obra. Consultese Pedro López Díaz, Marx y la crisis del capitalismo, México, Quinto Sol, 1986, pp.12,13
- 7.- Hobsbawm, Industry and Empire, op.cit., p.112,113
- 8.- Informe a la asamblea de accionistas en la Biblioteca de la Universidad de Harvard citado en Paul A. Baran y Paul M. Sweezy, El capital monopolista, trad. Arminda Chávez de Llanéz, México, Siglo XXI, 1986, p.176
- 9.- Simon Kuznets, Capital in the American Economy: Its Formation and Financing, Princeton, 1961, p.198
- 10.- Nathan Rosenberg y L. E. Birdzell, Jr., How the West Grew Rich, The Economic Transformation of the Industrial World, New York, Basic Books, 1986, p.191

- 11.- William Hogan, Economic History of the Iron and Steel Industry in United States, Lexington, Mass., Lexington Books, 1971, pp.236,237
- 12.- Blair, Economic Concentration..., op.cit., p.66
- 13.- John Kenneth Galbraith, The New Industrial State, Harmondsworth, Penguin Books, 1969, pp.31-36,44-49
- 14.- C.F. Pratten y R.M. Dean, The Economics of Large Scale Production in British Industry, Cambridge, Cambridge University Press, 1965, p.105 en Uton, op.cit., p.20
- 15.- Ferdinand Banks, The Political Economy of Oil, Lexington, Mass., Lexington Books, 1980, p.6
- 16.- Cazadero, Desarrollo, crisis..., op.cit., cap.III
- 17.- Véase cuadro 3.9
- 18.- Véase cuadro 3.8
- 19.- Gerd Hardach, La primera guerra mundial, trad. Octavi Pelli-sa, Barcelona, Editorial Crítica, 1986, p.10
- 20.- Derek H.Aldcroft, De Versalles a Wall Street, trad. Jordi Beltrán, Barcelona, Editorial Crítica, 1985, pp.236,237
- 21.- Idem, apud, Sociedad de Naciones, World Production and Prices 1925-1932, pp.45,49 y para Estados Unidos: OCEC, Industrial Statistics 1900-1959, 1960, p.9
- 22.- Aldcroft, op.cit., p.63
- 23.- Morsel, "Guerra económica y economía de guerra", op.cit., pp.49-59
- 24.- Ingvar Svennilson, Growth and Stagnation in the European Economy, Ginebra, Naciones Unidas, 1954, p.44
- 25.- Charles P. Kindleberger, La crisis económica 1929-1939, trad. Lluís Argemí D'Abadal, Barcelona, Editorial Crítica, 1985, p.126
- 26.- Idem, pp.127-129, apud, Archivos del Banco de la Reserva Federal de Nueva York, Owen D. Young a George Harrison, 12 de marzo de 1929
- 27.- John Kenneth Galbraith, El crac del 29, trad. Angel Abad, Barcelona, Seix Barral, 1965, p.226
- 28.- Aldcroft, op.cit., pp.359,360
- 29.- Walt W. Rostow, The World Economy, History and Prospect, Austin. University of Texas Press, 1978, pp.204,205

- 30.- Ernest Mandel, El capitalismo tardío, trad. Manuel Aguilar Mora, México, Ediciones Era, 1979, p.119
- 31.- Banco Mundial, Informe sobre el desarrollo mundial, 1978, Washington, agosto de 1978, p.9
- 32.- Mira Wilkins, The Maturing of Multinational Enterprise: American Business Abroad from 1914 to 1970, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1974, pp.3,4
- 33.- H.N. Werthermer, "The International Firm and the International Aspects of Policies on Mergers" en J.B. Heath (ed.), International Conference on Monopolies, Mergers and Restrictive Practices, London, HMSO, 1971, pp.171-206
- 34.- Fernando Fajnzylber y Trinidad Martínez Tarragó, Las empresas transnacionales, Expansión a nivel mundial y proyección en la industria mexicana, México, Fondo de Cultura Económica, 1976, pp.29,30
- 35.- Harvey O'Connor, The Empire of Oil, New York, Monthly Review, 1962, pp.251,252
- 36.- M.J. Taylor y N.J. Thrift, The Geography of Multinationals, Studies in the Special Development and Economic Consequences of Multinationals Corporations, New York, St. Martin Press, 1982, p.1
- 37.- David Lilienthal, "Management of Multinational Corporations" en M. Anshen y G.L. Bach (eds.), Managements and Corporations, New York, McGraw Hill, 1960, p.119
- 38.- Helga Hernes, The Multinational Corporation, A Guide to Information Sources, Detroit, Gale Research, 1977
- 39.- Alma Chapoy Bonifáz, Empresas multinacionales, México, Ediciones "El Caballito", 1975, pp.22-25
- 40.- Fajnzylber, Empresas transnacionales, op.cit., cuadro 5, p.37, apud, The World Multinational Enterprise, 1973, cuadros 8.1 y 8.21.1
- 41.- Idem.

CAPITULO QUINTO

ENERGIA Y SEGUNDA REVOLUCION INDUSTRIAL

Los avances científicos y tecnológicos tienen lugar en proporción directa con el incremento de la demanda de energía.

Andrew R. Cecil(1)

I

Toda sociedad requiere de una base energética. En las comunidades primitivas, ésta, generalmente, es proporcionada exclusivamente por el aparato muscular de los individuos que la integran. Tratándose de sociedades más complejas, usualmente esa energía se enriquece con la extraída de animales domesticados, del viento, de las corrientes y caídas de agua, etcétera. A estas formas de energía mecánica se añade la térmica, producto de la combustión de materiales inflamables, que ha servido para preparar alimentos, combatir el frío, como arma ofensiva y defensiva y en varios procesos productivos como la alfarería y la metalurgia. Posteriormente, tal como hemos tenido ocasión de comprobar al hacer el examen del proceso industrializador en los casos de Inglaterra, Francia, Alemania y Estados Unidos, la Primera Revolución Industrial tuvo como condición necesaria una enorme ampliación de la base energéti-

ca del aparato productivo mediante el uso de combustibles fósiles, principalmente el carbón mineral. Pese a la importancia de la energía en el funcionamiento de las estructuras económicas, la Economía rara vez se ha ocupado del tema del abasto energético. Al estudiar la Revolución Industrial se hacen largos análisis de las máquinas de diversos tipos que se introdujeron tanto en la producción como en el transporte, la nueva organización del proceso de trabajo, etcétera, pero se estudia en forma inadecuada la base energética que la hizo posible.

La expansión de los cimientos energéticos del desarrollo económico de los países industriales queda revelado en las cifras de la producción de carbón. Así, en el bienio 1868-1869 se producía un promedio anual en el mundo de 209 millones de toneladas métricas de carbón y para el período 1900-1904, la producción anual se había cuadruplicado para llegar a 827 millones de toneladas. Igualmente significativos son los datos correspondientes a los principales países industriales: Gran Bretaña producía 107 millones en 1868-1869, mientras que Estados Unidos se limitaba a 33 millones y Alemania a 34 millones, mostrando la superioridad industrial británica, pero para 1900-1904, Alemania se acercaba a Gran Bretaña con 157 millones anuales contra 230 de ésta, en cambio Estados Unidos la superaba ya con una producción de 286 millones de toneladas métricas(2). Los cambios en la correlación de fuerzas en el concierto de las naciones se reflejaban en el terreno de la energía.

Cuando las sociedades industriales penetraron en el siglo XX en una nueva revolución industrial, ello implicó la adquisición de una base energética también nueva cuyo centro de gravedad dejó de ser ocupado por el carbón y donde el pa-

pel principal correspondería al petróleo y la electricidad. Ambos elementos habían tenido ya una primera etapa de crecimiento en las últimas décadas del siglo anterior, pero ahora se convirtieron no sólo en la principal fuente de energía, sino que por sus características especiales fueron la condición indispensable para el funcionamiento de la nueva estructura económica. El petróleo possibilitó el motor de combustión interna que, a su vez, fue la base de los automóviles, camiones, locomotoras de tracción diesel, etcétera, que integran el transporte terrestre en la actualidad, así como de los barcos y aviones contemporáneos. El sistema que forman no sería posible sin la nueva base energética derivada del petróleo. La electricidad, por su parte, resulta indispensable aún en mayor medida que los hidrocarburos. En efecto, los mecanismos que dependen del motor de combustión interna están dotados de sistemas eléctricos más o menos complejos. Por otra parte, la electricidad permitió la construcción de motores eléctricos que posibilitarían, o por lo menos harían menos difícil, la organización de las cadenas semiautomáticas de producción. En las comunicaciones inalámbricas, radio y televisión, así como en servicios anexos como el radar la electricidad es un requisito indispensable para su existencia. Por último, la energía eléctrica fue igualmente necesaria para el desarrollo de la informática que ha llevado a nuevas fronteras la transformación de las sociedades industriales contemporáneas.

En esta gran metamorfosis de la base energética, el

carbón fue desplazado por el petróleo y el gas, de manera que en el consumo mundial de energía el carbón que proporcionaba el 95% del total en 1910, sólo abastecía el 25% en 1978(3). La diversificación de las fuentes energéticas primarias hace que la producción carbonífera ya no sea un indicador adecuado del consumo energético por lo que se ha hecho necesario reducir las diversas fuentes a un denominador común. Así contabilizado, dicho consumo, queda patente la inmensa expansión de la base energética que subyace en el desarrollo industrial de las sociedades avanzadas en particular y del mundo en general. Como hemos visto, en 1900 se consumían unos 827 millones de toneladas de carbón mientras que de acuerdo con las estimaciones realizadas por Jean-Romain Frisch, quien utilizó información de las Naciones Unidas, para 1950, cuando se han materializado las grandes transformaciones del fordismo, el consumo energético mundial se elevó a 2,600 millones de toneladas equivalentes de carbón (t.e.c.) y para 1974 después de la gran expansión de la posguerra, se consumieron anualmente 8,300 millones de t.e.c.(4). Esto es, la gran transformación económica de la economía mundial en el siglo XX implicó una decuplicación de la base energética, así como una transformación cualitativa de la misma en los términos descritos.

De esta manera, el vínculo entre el consumo de energía y el avance científico-tecnológico que subyace en el crecimiento económico está fuera de toda duda. Por otra parte, esta correlación, de acuerdo con todas las predicciones, se man-

tendrá en el futuro inmediato, de manera que, como afirma Roger A. Blais, sea cual sea nuestra política, la demanda energética se triplicará para el año 2000 alcanzando los 27,500 millones de t.e.c. Dar respuesta adecuada a esta gigantesca demanda es un grave reto para la humanidad y el fracaso en hacerlo se constituiría en una barrera al crecimiento económico con todas las consecuencias que esto implica. Este tema será examinado con mayor detenimiento en el capítulo correspondiente de este trabajo. Por otra parte, los cambios en el consumo global de energía siguen reflejando la correlación de fuerzas entre las diversas naciones o agrupamiento de ellas. Así, en 1950, los países industriales con economías de mercado consumían el 75% del abasto mundial, los países con economías centralmente planificadas el 18% y los países subdesarrollados, incluyendo a China, tan sólo el 7%, mientras que en 1974, la porción del primer conjunto de naciones había descendido a 61%, la de los países con planificación, en cambio, se elevó a 23% y la del Tercer Mundo a 16%, reflejando el mayor peso relativo económico y político de éstos dos últimos conjuntos(5).

II

La electricidad es, como se ha dicho, uno de los dos grandes elementos constitutivos de la renovación de la base energética del sistema económico mundial en el siglo XX. En el cuadro 5.1 puede apreciarse que el consumo de energía eléctrica no sólo ha crecido al incrementarse la demanda de energéti-

cos durante la gran expansión de las fuerzas productivas en el siglo XX, sino que la proporción que cubre de la oferta energética creció continuamente desde el 7% en 1925 hasta el 25% en 1970 al terminar la gran onda de crecimiento, permitiendo así asegurar un abasto adecuado tanto para el sistema productivo como para los requerimientos del consumo final.

CUADRO 5.1

Consumo mundial de energía primaria 1925-1970(a) y porcentajes correspondientes a la energía eléctrica

Millones de toneladas de equivalente de petróleo

	1925	1950	1970
Mtep	1200	1800	5100
% de electricidad	7	14	25

a) Incluye los países de economía centralmente planificada.
Fuente: International Atomic Energy Agency Bulletin, vol. 15, n.5, 1973.

La electricidad constituye una energía secundaria, esto es, no se obtiene directamente de la naturaleza sino que se genera a partir de las fuentes de energía primaria como el carbón o el petróleo. En vista de esto, lo más interesante de la industria eléctrica, desde la óptica de este análisis, lo constituyen las grandes oportunidades de inversión que ofrece su desarrollo y que permiten absorber las utilidades generadas por el capital altamente concentrado. Las grandes empresas generadoras de electricidad tienen actualmente activos que rebasan los correspondientes a los principales ferrocarriles que, como hemos visto, iniciaron las concentraciones gigantescas de

capital hace un siglo. Así tenemos que la empresa ferroviaria más importante de Estados Unidos, la Santa Fe Southern Pacific, formada apenas el 23 de diciembre de 1983 con la fusión de Santa Fe Industries y Southern Pacific, tiene activos por 11,387 millones de dólares, mientras que existen empresas eléctricas cuyas inversiones son superiores, como la American Electric Power con activos de 12,831 millones de dólares y la Commonwealth Edison con 13,591 millones(6). De esta manera, la energía eléctrica no sólo es un elemento insubstituible técnicamente en la estructura económica derivada de la Segunda Revolución Industrial, sino que ha tenido un papel de primer orden en el mantenimiento del equilibrio macroeconómico al absorber grandes inversiones.

Importantes como son las oportunidades de inversión abiertas por la demanda de energía eléctrica, son aun mayores las generadas en industrias que no existirían sin esa base energética. El mejor ejemplo de éstas es la empresa telefónica que ocupa un lugar privilegiado en el panorama económico estadounidense, la American Telephone & Telegraph, cuyos activos empujan no sólo los de las compañías eléctricas sino los de todas las demás empresas de Estados Unidos. En efecto, la AT&T posee activos por la astronómica cantidad de 69,403 millones de dólares(7), cifra superior a la correspondiente a la de la mayor empresa petrolera, la Exxon, que tiene 62,968 millones, lo mismo que la mayor empresa manufacturera, la General Motors, cuyos activos ascienden a 45,694 millones(8). Creemos que esto demuestra tanto el carácter estructural, como la magnitud de la gigantesca transformación

que con toda justicia recibe el nombre de revolución, que implica la nueva fase histórica que penetraron las sociedades industriales en el siglo XX y cuya base energética experimentó un cambio igualmente revolucionario que completaría la gran metamorfosis.

El petróleo presenta un panorama igualmente revelador de las características de la nueva economía de las sociedades desarrolladas. A diferencia de la electricidad, los hidrocarburos son una fuente de energía primaria y debemos, en consecuencia, darles un tratamiento más extenso que abarque aspectos que no son pertinentes en caso de la energía eléctrica. Dentro del enorme incremento de la demanda energética que sirvió de base al crecimiento económico de las naciones industriales en este siglo, el consumo de petróleo se caracteriza por su dinamismo, especialmente en Estados Unidos donde las transformaciones ligadas al fordismo se dieron en su forma más acabada. Mientras la población de ese país se incrementaba en un 60% entre 1920 y 1957, el uso de energía de todos los tipos aumentaba en 119% en ese periodo, pero el consumo de petróleo y gas mostraba un incremento de 736% en esos 37 años. Ese gran diferencial en los incrementos relativos hizo que la participación del petróleo dentro del consumo global de energía en la economía estadounidense aumentara rápidamente, de manera que pasó de ser un 17.7% en 1920 hasta alcanzar 67.5% en 1956(9). El nuevo capitalismo que se estructuró en la primera mitad del siglo XX en Estados Unidos, había, para esa fecha, construido su base energética so-

bre el petróleo. En el cuadro 5.2, elaborado a partir de una fuente distinta, aparecen datos que comprueban este desplazamiento hacia los hidrocarburos. En 1925, Estados Unidos extraía el 74.2% de su energía de los combustibles sólidos, lo que significa del carbón en términos prácticos, mientras que sólo el 25.4% procedía del petróleo y el gas. Para 1950, después de la transformación de la economía operada por la Segunda Revolución Industrial, los combustibles sólidos habían descendido al 42.3% y los hidrocarburos proporcionaban ya la mayor parte de la oferta energética con el 56.6%. Mientras que en 1965, al alcanzarse la culminación del auge generado por el nuevo modelo económico, la ventaja de los hidrocarburos era aun mayor, generando 74.4% del abasto de energía del país.

CUADRO 5.2

Distribución de las fuentes de la oferta energética en los principales países capitalistas
porcentajes

	Comb. sólidos			Comb. líquidos			Gas natural		
	1925	1950	1965	1925	1950	1965	1925	1950	1965
E. U. A.	74.2	42.3	24.3	19.2	37.7	42.9	6.2	18.9	31.5
Europa Occ.	96.0	83.8	47.1	3.2	13.5	47.1	-	0.2	2.5
Japón	92.4	83.2	36.5	4.4	6.1	58.4	0.1	0.2	1.4

Fuente: CEPAL, América Latina y los problemas actuales de la energía, México, Fondo de Cultura Económica, 1975, p.35, apud. J. Darmastadter et al, Energy in the World Economy, Baltimore, John Hopkins Press, 1971, p.86

Es muy importante para los propósitos de este trabajo señalar la evolución de la base energética en los países europeos con economía de mercado, así como en el Japón. En e-

fecto, se comprueba a través de los datos del cuadro 5.2 que hubo un rezago en la transformación de su base energética en relación con Estados Unidos. Así, Europa Occidental en 1950 todavía obtenía 83.8% de su energía fundamentalmente del carbón y en Japón la cifra era casi idéntica, en cambio, los hidrocarburos proporcionaban únicamente el 13.8% de la energía de la Europa Occidental y un minúsculo 6.3% en el caso japonés. Pero tan sólo quince años más tarde estas cifras habían cambiado dramáticamente, los combustibles sólidos habían descendido a 47.1% en los países europeos y en Japón la cifra era aun menor con 36.5%, mientras que los hidrocarburos ascendieron al 49.6% en el caso europeo y a 59.8 en la economía japonesa. Este rezago significa que las grandes transformaciones características de la Segunda Revolución Industrial, como la motorización masiva de la sociedad, sólo tuvieron lugar en Europa y en Japón después de 1950, lo cual explica el gran dinamismo de la economía mundial en las décadas de los años cincuenta y sesenta, al hacerse extensivos los efectos dinamizadores del nuevo modelo económico a las sociedades europeas y japonesa. El gigantesco crecimiento económico de la segunda posguerra implicó una expansión también gigantesca de la demanda de energía al mismo tiempo que ésta se desplazaba del carbón hacia el petróleo. Esto ocasionaría que en los veinticinco años que siguieron a 1945 el mundo consumiera una mayor cantidad de ese recurso que en todo el resto de la historia(10).

Responder a tan enorme demanda de petróleo signi-

ficó cambios muy importantes en las estructuras económicas y políticas del mundo entero en los que el capital concentrado ha tenido una influencia decisiva. La industria petrolera nació en 1859 con la perforación del pozo realizada por Edwin L. Drake en Titusville, Pennsylvania(11), cuando todavía estaba en plena vigencia la matriz de factores que caracterizaron la Primera Revolución Industrial y ya desde sus inicios tuvo una marcada vocación internacional. En Estados Unidos, las empresas petroleras no sólo se ocuparon de satisfacer el mercado interno sino que casi inmediatamente comenzaron a penetrar mercados extranjeros, de manera que doce años después del descubrimiento de Drake ya las exportaciones estadounidenses ascendían a 36 millones de dólares(12).

La industria petrolera se desarrolló en Estados Unidos en condiciones que no facilitaban la concentración del capital. Dos fueron las barreras que enfrentó el proceso concentrador: la propiedad privada del subsuelo y la dispersión de los yacimientos. La legislación norteamericana, a diferencia de muchas otras, no concede la propiedad sobre la riqueza subterránea al Estado sino al propietario de la superficie. Esto obligó a los empresarios petroleros a entablar negociaciones con una legión de propietarios individuales, dificultando cualquier intento monopolizador. Por otra parte, el petróleo se encontraba disperso en varios estados de la Unión en campos medianos y pequeños cuyo control era muy difícil(13). Pero si la producción de crudo

no era fácil de controlar, los procesos de refinación y transporte si lo eran y John D. Rockefeller aprovechó esta circunstancia para dominar la naciente industria y rápidamente llegó a controlar el 90% de la capacidad de refinación en Estados Unidos(14). La Standard Oil, la empresa organizada por el dinámico magnate, fue sujeta a una severa crítica que se reflejó en una acción legal que culminaría en 1911 con el fallo de la Suprema Corte en contra del trust, ordenando su fragmentación. El veredicto, sin embargo, aún cuando de gran importancia, no tuvo todos los efectos que se esperaban, pues implicaba devolver los activos de la empresa a sus accionistas. Dichos activos comprendían producción, transporte, refinación y comercialización de petróleo(15). El resultado fue que los intereses de Rockefeller siguieron dominando el sistema, de manera que once años después la Federal Trade Commission reportaba que "existe, como es generalmente conocido, una vinculación en la propiedad de las diversas organizaciones (del grupo Standard Oil) que ha perpetuado el mismo control monopólico que los tribunales quisieron liquidar"(16). Por otra parte, las diferentes empresas que surgieron como resultado de la fragmentación del antiguo trust se dedicaron a absorber competidores. En 1921, la Standard de Indiana adquirió la Midwest Refining y cuatro años después la Pan American Petroleum and Transportation. En ese mismo año, la Standard de New York (Mobil) absorbía la Magnolia Petroleum y en 1926 la General Petroleum. Estas adquisiciones

fueron un mecanismo importante del continuo crecimiento de las empresas Standard(17). Otras compañías siguieron trayectorias concentradoras similares y el resultado final del proceso, medio siglo más tarde, puede observarse en las cifras del cuadro 5.3. Las ocho empresas petroleras más importantes controlaban en 1970 más del 50% de las reservas nacionales de petróleo, así como de la producción de crudo, de la capacidad de refinación y de las ventas de gasolina al menudeo.

CUADRO 5.3

Principales compañías petroleras en Estados Unidos y proporción de las diversas operaciones en 1970

Empresa	Reservas en E.U.A.	Producción de crudo	Capacidad de refinac.	Ventas gaso- lina menudeo
Exxon	9.9%	9.8%	8.6%	7.4%
Texaco	9.3	8.5	8.1	8.1
Gulf	9.0	6.8	5.8	7.1
Stan. Calif.	9.0	5.3	7.7	5.0
Stan. Indiana	8.5	5.1	8.2	7.3
ARCO	7.5	5.1	5.4	5.6
Shell	5.9	6.1	8.0	7.9
Mobil	4.9	3.9	6.3	6.6
Totales	64.0%	50.5%	58.1%	55.0%

Fuente: 1973 FTC Staff Report, pp.13-22 citado Blair, The Control..., op.cit.,

Pese al grado de concentración señalado, las mismas cifras indican que en la industria petrolera ninguna empresa tiene la posición hegemónica que otras compañías como la General Motors o la IBM tienen en sus respectivos campos. Es preciso enfatizar que la concentración del capital no es sinónimo

de monopolización.

Las potencias industriales europeas no disponían de yacimientos petroleros importantes en sus territorios por lo que emprendieron una búsqueda de ellos en ultramar. Este proceso se inició en el Medio Oriente a principios de siglo cuando el gobierno del Imperio Persa dió una concesión a William Knox D'Arcy para explotar petróleo y gas en todo su territorio con excepción de cinco provincias septentrionales. En 1908 comenzó la producción comercial y el año siguiente se formó la Anglo-Persian Oil Company para explotar la producción de hidrocarburos en ese país, empresa que en 1935 cambió su nombre por el de Anglo-Iranian y, por último, en 1954 volvió a ser rebautizada como British Petroleum Company, denominación que conserva hasta la actualidad(18).

Esta penetración de los europeos en el Medio Oriente ilustra la diferencia en la situación que enfrentó la industria petrolera en Estados Unidos y las que encontraría en otros países. Mientras que en el primer caso tenía que adquirir sus derechos a la explotación del subsuelo de una multitud de propietarios individuales, en países como Persia, donde el Estado poseía tales derechos, éste estaba en condiciones de enajenarlos en forma masiva en favor de una empresa o individuo. Así en el caso persa se dió a D'Arcy la concesión sobre un territorio de 500,000 millas cuadradas, equivalentes a las cuatro quintas partes del Iran actual, creando automáticamente una situación monopólica(19). Por otra parte,

el importante papel del Estado en el desarrollo de la nueva etapa del sistema económico mundial originada por la Segunda Revolución Industrial, quedo evidenciado incluso tratándose de naciones atrasadas como la Persia Imperial al iniciarse el siglo XX. Otra intervención significativa del Estado se dió cuando la Anglo-Persian recibió un valioso apoyo del gobierno británico impulsado por Winston Churchill, entonces Primer Lord del Almirantazgo, quien deseaba asegurar el abasto de petróleo para la Royal Navy(20). Al mismo tiempo el interés de Churchill señalaba la creciente importancia del nuevo energético a medida que se construía la nueva base energética de la cual sería el centro. Poco después, Lord Curzon, miembro del gabinete británico durante la Primera Guerra Mundial, puso de relieve este hecho al proferir su conocida frase: "Los aliados flotaron hacia la victoria en una ola de petróleo".

El desarrollo de la riqueza petrolera del Medio Oriente es de la mayor importancia si se tiene presente lo que ahora sabemos acerca de la distribución de las resevas de ese recurso en el mundo. Independientemente de las ambigüedades que conlleva el concepto de reservas(21), no cabe duda que los yacimientos más ricos están en el Medio Oriente, tal como lo muestran las cifras del cuadro 5.4 correspondientes a las reservas mundiales de crudo tal como se calcularon en 1980 y de acuerdo con las cuales esa región posee más del 50% de la riqueza petrolera del planeta con unos 362 mil millones de barriles, mientras que Estados Unidos únicamente

tiene 26,500 millones y Europa Occidental un poco menos de 24 mil millones.

CUADRO 5.4

Cálculo de las reservas probadas de petróleo al 1o de enero 1980

Pais o región	Reservas probadas en miles de barriles
Asia-Pacífico	19,355,200
Europa Occidental	23,776,400
Medio Oriente	361,947,300
Arabia Saudita	163,350,000
Africa	57,072,100
Hemisferio Occidental	89,772,500
México	31,250,000
Estados Unidos	26,500,000
Países socialistas	90,000,000
Unión Soviética	67,000,000
Total mundial	641,623,500

Nota: Todas las cifras de reservas, con excepción de las de la U.R.S.S., son reservas probadas que pueden recuperarse con la tecnología presente y a los precios actuales. Los datos de la U.R.S.S. son "reservas exploradas" e incluyen reservas probadas, probable y algunas potenciales.

Fuente: Oil and Gas Journal, 28 de diciembre de 1979, citado en Marcela Serrato, Las reservas..., op. cit. pp.63,64

Sin embargo, las empresas estadounidenses no habían penetrado en el Oriente Medio al terminar el primer conflicto mundial y sus avances fuera del territorio de la Unión Americana se limitaban a México, donde se habían establecido desde época temprana al principio del siglo. Esta situación no resultaba aceptable para los norteamericanos. El senador Henry Cabot Lodge denunció que "Inglaterra se está posesionando de

la riqueza petrolera del mundo"(22). El gobierno estadounidense emprendió una intensa lucha para abrir paso a las empresas de su país en la explotación del energético en territorios extranjeros(23). Apoyadas de esta manera por el Estado las compañías norteamericanas consiguieron entrar al Medio Oriente en 1928, cuando Exxon Y Mobil llegaron a ser propietarias de la Iraq Petroleum Company. Posteriormente la Gulf llegó a Kuwait y la Standard Oil de California y la Texaco penetraron en Bahrein y en Arabia Saudita(24). La presencia de las empresas estadounidenses en este último país sería de gran importancia en el futuro, dada la magnitud de las reservas petroleras del mismo, muy superiores a las de cualquier otra nación. Además de penetrar en el Medio Oriente, las compañías norteamericanas también lo hicieron en el Extremo Oriente y en otros países de Latinoamérica además de México, terminando con la hegemonía británico-holandesa en el suministro mundial de petróleo(25). Como resultado final de todo este proceso surgieron las siete gigantescas empresas petroleras que han tenido un destacado papel en la historia económica de nuestra época y que son conocidas como las "siete hermanas"(26). El desbordamiento de la industria petrolera estadounidense más allá de sus fronteras nacionales le permitió abastecer sin dificultad el mercado interno a partir de 1948, cuando Estados Unidos dejó de ser exportador de este recurso para transformarse en importador neto de petróleo(27). De esta manera, en 1965, época en que las grandes transformaciones del sistema económico mundial provocadas por la Segunda Re-

volución Industrial se habían materializado, era posible afirmar en una ponencia sobre la formación de capital en la industria petrolera, que el siglo XX la había visto transformarse en una actividad mundial que extendía su búsqueda de recursos hasta los más lejanos confines de la Tierra(28). Las grandes compañías petroleras son, sin duda, paradigma de la empresa transnacional con intereses de alcance planetario.

El distanciamiento geográfico entre las regiones productoras del principal componente de la base energética de la economía mundial y las principales zonas consumidoras que caracteriza nuestra época, presenta otro aspecto que debemos examinar. Esta separación que no se dió en cualquier otro periodo histórico, ha generado un dinámico comercio internacional, de manera que el volumen de petróleo transportado creció de 250 millones de toneladas en 1954 a 2 mil millones en 1979. Este enorme incremento tuvo un efecto multiplicador en otras áreas de la economía. Para efectuar este transporte, la flota de buques-tanque se incrementó de 37 millones de toneladas de peso muerto a 340 millones, lo que significaría un aumento de casi diez veces en la flota petrolera en ese periodo de 25 años, hacia finales del cual los buques cisterna representaban el 50% del tonelaje de la marina mercante mundial(29). Es fácil imaginar el impulso que esto significó para industrias como la siderurgia, la de construcción de barcos, etcétera. Por otra parte, los barcos utilizados cambiaron sus dimensiones en forma revolucionaria; mientras en 1949 se consideraban supertanques a los navíos con peso muerto de 20,000 toneladas

y únicamente existían 18 unidades, para 1972, la necesidad de transportar volúmenes siempre crecientes de petróleo y de esquivar los problemas ocasionados por los conflictos del Medio Oriente en la ruta del Canal de Suez, hicieron que hubiese - 287 supertanques con más de 200,000 toneladas(30). Esto significó la necesidad de expandir los astilleros e incluso de construir otros nuevos equipados para producir barcos con dimensiones sin precedente. Otro tanto ocurrió con la transportación terrestre del petróleo, los carros tanque ferroviarios y autotransportes dedicados a ese acarreo fueron substituidos rápidamente por oleoductos, de manera que fuera de los países socialistas, los principales oleoductos que sólo eran trece en 1948, y tenían una extensión total de 1,800 millas, se habían multiplicado hasta ser 111 en 1972, con una longitud agregada de 15,000 millas(31). De esta manera, la nueva base energética centrada en el petróleo, crecía generando un nuevo impulso dinamizador en muchas áreas y absorbiendo oferta de capital.

III

El carbón, que constituyó el principal componente de la base energética de la Primera Revolución Industrial, ha sido desplazado, como lo demuestran las cifras del cuadro 5.2, de ese sitio de privilegio. Sin embargo, el carbón continuó siendo un factor de gran importancia en la oferta de energía del nuevo sistema económico surgido de la Segunda Revolución Industrial y, lo que es igualmente importante, muchos exper-

tos aseguran que este recurso, más que la energía nuclear, substituirá los hidrocarburos a medida que las existencias de éstos se agoten. Así, Michael Gaffen indica que el carbón constituye el 80% de las reservas de combustibles fósiles a escala mundial y en los Estados Unidos las reservas equivalen a cinco veces la totalidad de las de petróleo de todos los países de la OPEP(32).

Por otra parte, en el examen de la transformación sufrida por la base energética en el curso de la Segunda Revolución Industrial, es preciso considerar no sólo que disminuyó la proporción de la oferta energética correspondiente al carbón, sino que la estructura de la demanda tuvo grandes cambios. En la economía estadounidense, el uso del carbón disminuyó o incluso desapareció en ciertas áreas de consumo, pero, en cambio, se incrementó mucho en la producción de electricidad, de manera que mientras en 1940 se consumieron 50 millones de toneladas, esa cifra se elevaría hasta 400 millones en 1974(33).

CUADRO 5.5

Evolución en la estructura de la demanda de carbón en E. Unidos

Uso en:	1920	1955	1978
Viviendas	25%	15%	5%
Industrias	25	20	7
Producción de gas	15	19	16
Termoeléctricas	8	45	72
Transporte	27	1	0

Fuente: Dumon, Le renouveau..., op.cit., p.98.

Lógicamente, después de la crisis petrolera de 1973 la demanda de las empresas eléctricas ha incrementado su importancia dentro del consumo mundial de carbón(34). En el cuadro 5.5 pueden apreciarse las modificaciones en el perfil de la demanda carbonífera en Estados Unidos. En 1920, al iniciarse la Segunda Revolución Industrial, el uso del carbón en la calefacción doméstica, en la industria y en el transporte, correspondía al 25% de consumo total en las dos primeras y al 27% en el tercero, lo que significaba más de las tres cuartas partes de la demanda. Por el contrario, en 1978, al concluir esa gran transformación, el consumo era de un minúsculo 5% en la calefacción hogareña, un igualmente pequeño 7% en la industria y había desaparecido en el transporte.

Para comprender mejor el papel desempeñado por el carbón en las transformaciones de la base energética, conviene recordar que éste existe en distintas variedades. En la industria estadounidense se registran trece grados diferentes, incluyendo cuatro tipos principales: el lignito, el sub-bituminoso, el bituminoso y la antracita(35). A través del tiempo se ha experimentado una evolución en la producción que ha puesto el énfasis en diversos tipos en las distintas épocas, de manera que en la economía estadounidense existen cuatro etapas entre 1800 y 1980(36). Antes de 1865 se utilizaba de preferencia la antracita para la calefacción en donde remplazó al combustible de origen vegetal y en combinación con otras variedades en la industria metalúrgica. Desde 1865 hasta 1917, el carbón fue la principal fuente de energía y

se utilizaba en múltiples actividades como lo indica el cuadro 5.5. Estas dos fases corresponden a la Primera Revolución Industrial. Posteriormente, como ya hemos visto, después de la primera guerra mundial el petróleo ocupó progresivamente el papel principal en la oferta energética y la variedad más importante de carbón fue el bituminoso(37). En los años 1970, ha habido un resurgimiento del uso de la energía carbonífera y en 1979 se alcanzó el nivel de consumo que los Estados Unidos tenían en 1917-1918(38). Estas dos etapas son las correspondientes a la formación de la base energética de la Segunda Revolución Industrial.

Examinando otros aspectos de la energía carbonífera, se encuentra que en la actualidad existe una marcada tendencia a concentrar el manejo de esta mercancía en grandes empresas tanto de oferentes como de demandantes(39). Resulta pues que también en este tipo de energía es importante considerar la concentración del capital que caracteriza esta segunda gran transformación de la industria, pues como en otros campos, resulta un requisito para el avance de una tecnología intensiva en capital. En efecto, los progresos tecnológicos han sido importantes y actualmente, en las minas subterráneas se utilizan procesos continuos que integran en una sola operación las que antes eran actividades independientes como perforado, explosiones, cortado y embarque, mientras que en las minas superficiales se han introducido excavadoras gigantescas, con el consiguiente aumento de la productividad en ambos

casos(40). Según Dumon, el rendimiento promedio en un mismo tipo de mina se incrementó de 2 toneladas por hombre en 1965 a 5 toneladas en 1980 gracias a procesos extractivos crecientemente mecanizados(41).

Otro elemento a considerar al examinar la concentración de capital en este rubro, es la importancia que han adquirido algunas empresas petroleras en la producción carbonífera, la cual puede apreciarse en el cuadro 5.6.

CUADRO 5.6

Empresas petroleras que intervienen en la producción de carbón

Empresa carbonífera	Empresa propietaria	Producción en 1980 en millones de tons.
Consolidated Coal	Conoco/Du Pont	49.0
Island Creek	Occidental Oil	20.0
Arch Mineral	Ashland Oil	15.8
U.S. Steel	U.S. Steel/Marathon Oil	14.2
		<hr/> 99.0

Fuente: Chapman, Energy Resources..., op.cit., p.196

Existen además dos grandes empresas productoras de carbón asociadas con compañías petroleras: la Peabody Coal con Newmont y Williams y la AMAX con Standard Oil de California, cuya producción conjunta es de 105 millones de toneladas. De esta manera, la industria petrolera controla en Estados Unidos el 37% de la producción carbonífera(42), por lo que puede decirse que el capital concentrado no sólo tiene una presencia determinante en ambos rubros energéticos, sino que

Estos están vinculados por el mismo.

A diferencia del petróleo, el carbón no es una mercancía que se comercialice internacionalmente en una escala gigantesca. En efecto, únicamente el 9% de la producción carbonífera mundial es objeto de transacciones internacionales, en comparación con el 70% en el caso del petróleo(43). En el cuadro 5.7 aparecen las cifras correspondientes al comercio internacional del carbón en el año de 1980. Probablemente los hechos que más deben resaltarse son el que Estados Unidos que es el principal importador de petróleo en el mundo, es el más importante exportador mundial de carbón, mientras que los países que integran la Comunidad Económica Europea que basaron su industrialización en la energía carbonífera, ahora importan ese recurso.

CUADRO 5.7

Exportación e importación de carbón en 1980
millones de toneladas cortas

Exportadores		Importadores	
Estados Unidos	90	C E E	94
Australia	46	Otros de Europa Occid.	22
Polonia	35	Europa Oriental	33
Sudáfrica	29	Japón	76
Unión Soviética	24	América del Norte	19
R.F.A.	15	América Latina	8
Canadá	16	Otros	18

Fuente: U.S. Department of Energy, Interagency Coal Export Task Force, Interim Report of the Interagency Coal Export Task Force, Washington, D.C., Government Printing Office, enero 1981, citado en Gaffen, "The World ...", op.cit., p.88

El transporte del carbón requiere de equipo especial. El marítimo utiliza barcos que pueden alcanzar hasta las 100 mil toneladas; la carga de las naves se realiza por medio de bandas transportadoras y es muy eficiente, mientras que la descarga forma un cuello de botella, el principal sistema utilizado es el de noria que asegura una descarga continua. El transporte terrestre utiliza furgones de fondo plano que se llenan por puertas laterales o furgones que pueden descargarse por gravedad, lo cual resulta más rápido(44). El transporte de carbón, por lo tanto ha requerido de inversiones considerables y forma parte de los mecanismos que equilibran el sistema a nivel macroeconómico, absorbiendo excedentes.

Dado que el carbón es una mercancía de gran volumen y bajo precio, el costo del transporte es un factor muy importante en su competitividad con otros combustibles en el mercado energético. En el cuadro 5.8 se muestran datos que revelan que el carbón estadounidense es más caro que el australiano, pero que tratándose de abastecer a Europa, el trayecto mucho más largo y por lo tanto más caro, desde Australia, lo hace competitivo; mientras que para abastecer a Japón desde Estados Unidos, la porción terrestre del transporte es un factor que encarece considerablemente el producto, lo cual se debe obviamente a la ubicación de los yacimientos carboníferos dentro del territorio estadounidense. En el caso de Sudáfrica, la situación geográfica de este país hace que el transporte a Europa cueste exactamente lo mismo que a Japón.

CUADRO 5.8

Costo del abastecimiento de carbón por un millón de BTU en 1980 en dólares

De	A Europa			A Japón		
	Precio mina	Trans. tierra	Trans. mar	Precio mina	Trans. tierra	Trans. mar
Estados Unidos	1.65	0.35	0.35	1.10	0.70	0.45
Australia	1.00	0.15	1.05	1.00	0.15	0.45
Sudáfrica	1.00	0.30	0.65	1.00	0.30	0.65

Fuente: misma del cuadro anterior.

Por último, debe tenerse presente al examinar el carbón como fuente de energía que su extracción es una de las ocupaciones más peligrosas de acuerdo con el Bureau of Mines de Estados Unidos, lo que se refleja en un número elevado de heridos, enfermos profesionales y muertos entre los mineros dedicados a extraerlo(45).

IV

De esta manera se conformó la base energética de la Segunda Revolución Industrial. En las décadas de la segunda posguerra, surgió una nueva forma de energía, la nuclear, que vino a complementar las fuentes energéticas que hemos examinado, sin embargo, la energía atómica pertenece, de acuerdo con el criterio que rige la tesis que se presenta, a la Tercera Revolución Industrial, aun cuando haya surgido durante la Segunda, del mismo modo como el petróleo que forma parte de ésta, apareció durante la Primera, como lo demuestran los datos que se han presentado en este capítulo, por lo que su examen será abordado en el curso de la parte

correspondiente a esa Tercera Revolución Industrial.

NOTAS

- 1.- Andrew R. Cecil y otros, Economics of the Petroleum Industry, Houston, Gulf Publishing Company, 1965, vol.III, p.1.
- 2.- W.S. Woytinsky y E.S. Woytinsky, World Population, Trends and Outlook, New York, The Twentieth Century Fund, 1953, p.868.
- 3.- Roger Dumon, Le renouveau du charbon, Paris, Masson, 1981, p.14.
- 4.- Roger A. Blais, "Whatever we do, world energy demand will triple by the year 2000" en Growth in a Conserving Society, Proceedings of the 47th Couchiching Conference, Canadian Institute of Public Affairs, Toronto, Yorkwinster Publishing Ltd., 1979, p.102.
- 5.- Idem, pp. 102,103.
- 6.- Fortune, 11 de junio de 1984, p.188.
- 7.- Idem, p.190.
- 8.- Fortune, 30 de abril de 1984, pp.276,277.
- 9.- John M. Campbell, Oil Property Evaluation, Englewood Cliffs, N.J., Prentice Hall, 1960, pp.48,54, apud Bureau of Mines, Monthly Petroleum Statement, January, 1957, p.25 y Department of Interior, Nation's Mineral Output for 1917, December 31, 1957.
- 10.- Richard J. Barnet, The Lean Years, Politics in the Age of Scarcity, New York, Simon and Schuster, 1980, p.16.
- 11.- R.M. Goss, "The Structure of the Industry" en British Petroleum Company Limited, Our Industry Petroleum, London, Britannia House, 1977, p.27.
- 12.- Campbell, op.cit., p.43, apud, Bureau of Foreign and Domestic Commerce, Petroleum Facts and Figures, 9, p.336.
- 13.- John M. Blair, The Control of Oil, New York, Pantheon Books, 1976, p.125.
- 14.- Goss, op.cit., p.28.

- 15.- Blair, The Control of Oil, op.cit., p.127, apud Standard Oil Company of New Jersey et al vs. United States, 221 U.S. (1911).
- 16.- Blair, The Control of Oil, op.cit., p.127, apud Federal Trade Commission, Report on the Petroleum Trade in Wyoming and Montana, 1922, p.3
- 17.- Adolf A. Berle y Gardiner C. Means, The Modern Corporation and Private Property, New York, Harcourt, Brace, 1967, pp.320,321 citado en Blair, The Control of Oil, op.cit., p.127
- 18.- R.W. Ferrer, "A Brief History of B P" en British Petroleum, Our Industry..., op.cit., pp.535-537
- 19.- Blair, The Control of Oil, op.cit., pp.29-31
- 20.- Ferrer, op.cit., p.339
- 21.- Marcela Serrato, Las reservas mundiales de petroleo crudo y gas natural, México, El Colegio de México, 1980
- 22.- Neil H. Jacoby, Multinational Oil, A Study in Industrial Dynamics, New York, Macmillan, 1974, p.10
- 23.- Mensaje del presidente Coolidge en respuesta a la Resolución n. 149 del Senado del 13 de febrero de 1924; Oil Concessions in Foreign Countries, documento 97 del Senado, 68 congreso, 1a sesión, 1924; Diplomatic Protection of American Petroleum Interests in Mesopotamia, Netherlands East Indies and Mexico, Study for the Special Subcommittee Investigating Petroleum Resources, documento 43 del Senado, 79 congreso, 1a. sesión, 1945, citado en Jacoby, op.cit., pp.28,43
- 24.- Blair, The Control of Oil, op.cit., p.31
- 25.- O'Connor, The Empire of Oil, op.cit., p.9
- 26.- Las siete empresas son: Exxon, Mobil, Standard de California, Texaco, Gulf, Royal Dutch Shell y British Petroleum.
- 27.- Campbell, op.cit., p.43, apud, Bureau of Mines, Annual Petroleum Statement, 1948
- 28.- James W. Glanville, "Sources of Capital for the Petroleum Industry, Past, Present and Future" en Cecil, Economics of the Petroleum..., op.cit., p.89
- 29.- Banks, The Political Economy..., op.cit., pp.6.7

- 30.- Jacoby, op.cit., pp.76.77
- 31.- Idem.
- 32.- Michel Gaffen, "The World Coal Trade in the 80's: The Rebirth of a Market" en Jonathan David Aronson y Peter Cowley (eds.), Profit and the Pursuit of Energy, Markets and Regulation, Boulder, Colorado, Westview Press, 1983, p.83
- 33.- Richard A. Schmidt y George R. Hill, "Coal: Energy Keystone" en Annual Review of Energy, vol.1, 1976, p.37
- 34.- Gaffen, "The World...", op.cit., p.84
- 35.- Douglas M. Considine, Energy Technologies Handbook, New York, MacGraw-Hill, 1977, I, 15-27
- 36.- Duane Chapman, Energy Resources and Energy Corporations, Ithaca, Cornell University Press, 1983, pp. 193-195
- 37.- Idem, p.187
- 38.- Idem, pp. 193-195
- 39.- Gaffen, "The World...", op.cit., pp.98,99
- 40.- Schmidt, "Coal: Energy...", op.cit., p.48
- 41.- Dumon, Le renouveau..., op.cit., p.79
- 42.- Chapman, Energy Resources..., op.cit., p.196
- 43.- Dumon, Le renouveau..., op.cit., p.94
- 44.- Idem, p.93
- 45.- Flora H. Milans, "U.S. Coal: An Alternative to Oil and Gas?" en Ragaei El Mallakh y Dorothea H. El Mallakh, (eds.), Energy Options and Conservation, Boulder, Colorado, The International Research Center for Energy and Economic Development, 1978, p.213, apud Mining Research Review, junio 1975

INTRODUCCION A LA SEGUNDA PARTE

En los capítulos precedentes se han examinado algunas de las principales características de la Segunda Revolución Industrial. En el área de las innovaciones tecnológicas esa revolución se basó, como hemos visto, en la electricidad, el motor de combustión interna, la química y las múltiples innovaciones derivadas de esos elementos, conjunto que se cimentó en una plataforma energética centrada en los hidrocarburos, aún cuando el carbón continuó teniendo una presencia importante en la misma. Estas innovaciones se difundieron hasta transformar la naturaleza de la estructura económica y de las funciones de producción, gracias a que la sociedad de los países industriales experimentó una serie de transformaciones que hicieron posible ese proceso. La concentración del capital, que se había iniciado con anterioridad, prosiguió, lo que generaría los gigantescos recursos necesarios para financiar la producción masiva del fordismo, incluyendo las instalaciones que requiere, los inmensos inventarios de insumos de todo tipo y de productos terminados, el esfuerzo de investigación en busca

del progreso tecnológico, las campañas publicitarias para crear y reforzar la demanda, la infraestructura crediticia para ampliar la capacidad de los consumidores, etcétera. Por otra parte, el fordismo no proporcionó únicamente los medios idóneos para incrementar la productividad, sino que hizo posible que se reconstruyera el control empresarial sobre los procesos de trabajo, dándole a ese control un carácter técnico e impersonal que multiplicó su efectividad. Se asimiló a los sindicatos a la estructura institucional convirtiéndolos en un mecanismo más para la organización de los procesos productivos. Continuó el ya antiguo proceso de internacionalización del capital, pero ahora bajo nuevas modalidades: el capital internacionalizado se objetivizó en las empresas transnacionales que hacen de la industria de transformación su campo preferido de acción, inaugurando con ello una nueva etapa en la historia industrial del mundo. El comercio internacional mostró un extraordinario dinamismo, especialmente en el área de productos industriales proporcionando con ello a los productores mercados de dimensiones planetarias. Por otra parte, la presencia del Estado en los procesos económicos creció extraordinariamente tanto en su calidad de regulador de la economía como de productor de bienes y servicios; presencia que se agranda principalmente a partir de la Gran Depresión. El Estado ha llegado incluso a renunciar a una parte de su celosamente guardada soberanía, para integrar bloques económicos que al formar mercados más amplios faciliten la realización de los grandes volúmenes de producción de la

SRI, así como la financiación de las investigaciones en busca del progreso tecnológico. Los países agrupados en el Acuerdo General de Aranceles y Comercio, conducen una serie de sucesivas negociaciones para eliminar obstáculos al funcionamiento del capital internacional. Simultáneamente se configura una nueva base energética en donde el petróleo tiene el papel principal que antes ocupaba el carbón.

El surgimiento de todos estos elementos siguió patrones muy diversos. Mientras unos, como la concentración del capital, son antiguos y puede decirse que acompañaron a la SRI desde sus orígenes, otros, como la organización de los nuevos procesos productivos y las nuevas relaciones laborales que caracterizan el fordismo, sólo se configuraron después de recorrer un camino de varias décadas y lleno de dificultades. Este desfase en la aparición de los elementos que integran la SRI es muy importante para explicar la prolongada crisis que se extiende a lo largo de la primera mitad del siglo XX. Simplemente estos elementos resultaban incongruentes (mis-matched en la terminología de Christopher Freeman) y fue sólo después de la segunda guerra mundial que todos ellos integraron un conjunto coherente o matched. Es esta coherencia lo que explica el extraordinario dinamismo de las décadas de los años 1950 y 1960, que no fue sino el resultado de la maduración de la SRI y que llevaron a las naciones industriales a niveles de prosperidad y bienestar sin precedente. Europa y Japón ingresaron a la categoría de sociedades opulentas en el sentido

que John Kenneth Galbraith da a este término.

Pero hoy la SRI ha terminado y el crecimiento que generó se ha convertido en una fracción de lo que fue. Los primeros signos de desajuste se presentaron en Estados Unidos hacia 1967, pese a lo cual, el auge se prolongó hasta 1969; pero en 1970 se generó un cuadro de carácter claramente recesivo con bajas tasas de crecimiento, incremento del desempleo y presiones inflacionarias. La combinación de estos elementos fue la señal de que toda una época que había combinado el dinamismo con la estabilidad de precios tocaba a su fin. En 1971, la crisis se agudizó manifestándose con mayor claridad en un deterioro dramático del sector externo estadounidense, que alcanzó su culminación en agosto de ese año cuando el presidente Nixon dio por terminada la convertibilidad del dólar en oro. Esto significaba el colapso del sistema monetario internacional estructurado en Bretton Woods. Con todo ello se entró en un periodo de crisis recurrentes o si se prefiere de recesión permanente que dura hasta la actualidad en el sistema económico mundial. En esta nueva fase los ciclos cortos se insertan en una tendencia depresiva de larga duración.

En 1974-1975, se presentó una severa crisis inculcada con la elevación de los precios del petróleo que empezó a fines de 1973. Lo anterior ha dado pie a que muchos economistas atribuyan la onda depresiva de larga duración a la OPEP y su capacidad monopólica de imponer una tendencia alcista a los precios de los hidrocarburos. Sobre este particular es necesario ser categórico: la crisis no empezó con el incremento de

los precios que acompañó a la guerra árabe-israelí de 1973, sino varios años antes y ya para 1971 era lo suficientemente grave para provocar el desmoronamiento del sistema financiero nacido en Bretton Woods. Esto no quiere decir que la crisis petrolera no haya influido, indudablemente fue un fenómeno que golpeó una economía ya en decadencia y acentuó el proceso recesivo.

Esto nos lleva a penetrar en el núcleo mismo de nuestro tema, planteando la pregunta, ¿cual fue la causa de la crisis? Se encuentran circulando varias respuestas. En este trabajo presentamos una que tiene como elemento central la categoría de revolución productiva que utilizamos como herramienta principal de análisis y a partir de ello podemos afirmar: simplemente los elementos tecnológicos, económicos, políticos, sociales e ideológicos que constituían la SRI dejaron de tener el grado de coherencia que los había caracterizado en las dos décadas de prosperidad precedentes. Un repaso de las características que hemos examinado en los capítulos anteriores nos permite una visión más clara del problema. Los tres grandes elementos tecnológicos de esa revolución fueron la electricidad, el petróleo y el motor de combustión interna, los cuales fueron la base para generar multitud de innovaciones, desde los vehículos automotores hasta los aparatos electrodomésticos. Pues bien, precisamente hacia 1970 los mercados de estos productos comenzaron a estar saturados. La demanda solvente está determinada por el esquema de distribución del ingreso. Dentro de las economías desarrolladas con regulación de mercado, la demanda prác-

ticamente había alcanzado sus límites físicos. Los automóviles, aparatos electrodomésticos, etcétera, habían, de hecho, llegado a todos los integrantes de esas sociedades. Ciertamente en países como Estados Unidos había minorías de bajos ingresos que todavía tenían un acceso limitado a dichos bienes pero estos grupos estaban representados principalmente por minorías étnicas, como negros, hispánicos, etcétera, cuya condición de inferioridad estaba vinculada a factores culturales producidos por siglos de historia, que resultaban de difícil superación. Para los efectos prácticos, el consumo de dichos productos había alcanzado sus límites naturales. Los países con economías centralmente planificadas seguían un modelo de desarrollo diferente que implicaba una inserción limitada en el mercado mundial y su demanda se restringía, en lo principal, a compras de alimentos y bienes de capital, principalmente de alta tecnología y aún en este terreno sus importaciones sufrían la severa restricción de depender de una reducida disponibilidad de divisas. Los países subdesarrollados, operaban bajo dos limitaciones severas, por un lado el esquema de distribución del ingreso implicaba que la demanda de los productos característicos de la SRI, se restringieran a una minoría de la población y por el otro, una permanente escasez de divisas provocada por la atonía de sus exportaciones, imponía otra limitante a su demanda.

Los procesos de trabajo ligados al fordismo también llegaron a su límite, ya que los aumentos de la productividad comenzaron a producir desempleo, principalmente en Europa, con lo que la demanda agregada se restringió. Al mismo tiempo, se

presentaba una resistencia cada vez mayor contra un trabajo intenso y enajenante. La internacionalización del capital también tropezaba con serias barreras y en muchas partes entró en contradicción con la rectoría del Estado. En Europa el proceso integrador que había despertado tantas esperanzas en sus inicios, no rebasó la primera etapa, obstaculizado por un nacionalismo que muchas veces era alimentado por la propia crisis. La dirección económica del Estado también fue víctima de la tendencia depresiva, a medida que los ingresos se estancaban mientras que los costos de los servicios que prestaba, dentro del esquema de la SRI, se incrementaban y la disfuncionalidad resultante llevó al poder en muchos países a los partidos de oposición, fuese cual fuese su signo.

Todos los factores de crisis enumerados, más otros que cabría mencionar, pueden colocarse bajo el denominador común del agotamiento de la SRI. De acuerdo con la tesis que estamos desarrollando, el sistema económico mundial encontrará nuevamente el dinamismo que ha perdido, sólo cuando se avance en una nueva revolución productiva: la Tercera Revolución Industrial. Los elementos tecnológicos de ésta, aún cuando no en forma total, son ya visibles. Los más importantes parecen ser la microelectrónica, la energía nuclear y la biotecnología. Pero como hemos afirmado numerosas veces, una revolución productiva no consta únicamente de la aparición de un nuevo paquete tecnológico, sino de un proceso de creatividad social que permita el surgimiento de estructuras económicas, sociales,

políticas e ideológicas nuevas y congruentes con la tecnología emergente, que permita a ésta alcanzar toda su potencialidad.

En los próximos capítulos aplicaremos la estrategia propuesta, examinando los principales elementos de la nueva base tecnológica confrontándolos con las características del sistema económico internacional heredadas de la SRI, reflexionando sobre las transformaciones que deberán operarse en ellas para tornarlas funcionales para esa nueva tecnología, permitiendo así la conformación de la Tercera Revolución Industrial.

Al hacer este ejercicio examinaremos el avance de la tecnología de la información y de la microelectrónica, que exigen una reorganización social por lo menos tan profunda como las generadas por las dos primeras revoluciones industriales. Posteriormente estudiaremos los elementos que se ofrecen como alternativas para estructurar la oferta energética durante la Tercera Revolución Industrial, teniendo como punto de partida el hecho de que la experiencia histórica demuestra que una revolución industrial es, entre otras cosas, una revolución energética que sea congruente cuantitativa y cualitativamente con los demás factores que la conforman. Por último, intentaremos examinar los distintos elementos que se han presentado a lo largo de este trabajo para arrojar luz sobre la compleja situación que vive el sistema económico mundial al finalizar el siglo XX y hacer un esfuerzo por entender las contradicciones en el desarrollo producidas por el avance científicotécnico.

CAPITULO SEXTO

SOCIEDAD INFORMATIZADA Y TERCERA REVOLUCION INDUSTRIAL

El desarrollo de la computadora es uno de los hechos más importantes, no sólo de la historia de la ciencia sino de la historia universal.

Kenneth O. May(1)

I

Entre las numerosas innovaciones tecnológicas que han surgido en las últimas décadas y que forman elementos de la base tecnológica de la TRI, las más importantes son las que se derivan de los avances de la microelectrónica. Estas innovaciones se manifiestan tanto en los procesos productivos, como en la aparición de nuevos bienes de consumo, habiendo producido, en ambos casos, cambios económicos y sociales de gran magnitud y toda la evidencia hace pensar que se generarán transformaciones aún mayores en el futuro. Dada la importancia de este proceso, muchos especialistas utilizando las herramientas analíticas de diversas ciencias sociales, lo han examinado produciendo numerosos estudios que lo abordan desde los más diversos ángulos. Estos analistas representan tanto a los gobiernos y otras instituciones nacionales de los países industrializa-

dos, como a organizaciones internacionales del tipo de la OCDE y la CEE. Igualmente interesados se muestran los grandes sindicatos que han tomado conciencia del impacto que la nueva tecnología tendrá en el futuro tanto de la fuerza laboral como de sus organizaciones.(2)

La microelectrónica se ha desarrollado en varias direcciones entre las que se destacan dos como de particular importancia para este análisis: la tecnología de la información y la robotización de los procesos productivos, las cuales aunque vinculadas estrechamente serán tratadas separadamente por razones metodológicas.

El término tecnología de la información ha surgido recientemente para designar todo un espectro de tecnologías destinadas a adquirir, almacenar, transmitir, recuperar y procesar información. Para entender mejor su significado es aconsejable examinar brevemente el proceso histórico que ha conducido al estado actual. La primera tecnología de la información es producida por la naturaleza simultáneamente con la vida misma, ya que los organismos más primitivos tenían necesidad de transmitir información como parte de su dinámica vital. Los mecanismos de transmisión pueden ser asombrosamente complejos y así tenemos que un filamento de DNA, almacena información equivalente a 10^{10} bits.(3) Hace unos 200 o 300 millones de años apareció el sistema nervioso central, lo que incrementó cualitativamente la capacidad de los organismos vivos para interactuar con el medio en que existían. Este sis-

tema, a su vez, evoluciona hasta culminar en el cerebro humano con sus 10^{13} bits, que es el equivalente de la información almacenada en los 20 millones de libros que contiene el acervo de la Biblioteca del Congreso en Washington. (4) Por último, el progreso cultural de la humanidad ha hecho que la capacidad del cerebro para adquirir, almacenar y procesar información se haya visto potenciada por la tecnología puesta en marcha por el hombre y cuyo elemento central es la computadora electrónica.

La computadora no es otra cosa que un aparato mecánico o eléctrico capaz de procesar información a gran velocidad. De acuerdo con esta definición, la computadora tiene siglos de existencia. Una de las más antiguas es el ábaco chino y su versión japonesa, el soroban. El ábaco data del siglo II a. de Cristo y es tan eficaz que aún hoy día permite a un operador diestro competir con individuos equipados con calculadoras electromecánicas. (5) Sin embargo, el término computadora se utiliza usualmente únicamente para designar las máquinas procesadoras de información basadas en la electrónica que surgieron después de la segunda guerra mundial y es en este sentido que se utiliza aquí. Pese a su reciente aparición, la computadora es el resultado de elementos culturales acumulados a través del tiempo y entre los cuales pueden citarse; el concepto de número cuya antigüedad se estima en 100 mil años, la escritura desarrollada hace 6 mil, el alfabeto con unos 3 mil años, los símbolos numéricos de 0 a 9 con su notación decimal y posicional que fueron inventados en la India y transmitidos

por los árabes a Europa en la Edad Media.(6)

Las computadoras han experimentado una rapidísima evolución a partir de su surgimiento y hoy se habla de cuatro "generaciones" de computadoras, cada una de las cuales representa un avance tecnológico de tal magnitud en relación al equipo de la etapa precedente que puede calificarse de cambio cualitativo. La primera generación de computadoras estaba dotada de tubos de vacío o bulbos y su velocidad de operación era unas mil veces superior a la de las calculadoras. Menos conocido es el hecho de que su diseño estaba basado en un modelo matemático ideado por John von Newman del Instituto de Estudios Avanzados de la Universidad de Princeton y que resultó tan eficaz que sigue siendo la base del diseño de las computadoras hasta la actualidad. Las primeras unidades de esta generación fueron terminadas hacia 1951-1952. Posteriormente, en 1958, la aparición del transistor y su uso en las computadoras dio nacimiento a la segunda generación, constituida por unidades más pequeñas, baratas, rápidas y fáciles de operar y que tenían la ventaja de utilizar los programas de la generación anterior. La tercera generación apareció en 1964 representada por el Sistema 360 y estaba basada en los circuitos integrados, resultando mucho más veloz y eficiente que sus predecesoras, aunque presentó el grave inconveniente de no poder utilizar los programas de éstas. Ello significó un problema serio, había que convencer a los usuarios de hacer una inversión que implicaba elaborar nuevos programas a un

costo muy alto. Sólo una empresa de grandes recursos y con un alto grado de penetración en el mercado podía lograr esto. Este es un hecho de la máxima importancia y volveremos a él más adelante. Por último, en 1981, el uso de grandes circuitos integrados y otras innovaciones dio nacimiento a la cuarta generación de computadoras. En el cuadro 6.1 puede apreciarse la enorme diferencia en velocidad y costo que involucra el tránsito de una generación a otra, el cual, como hemos afirmado, representa una transformación cualitativa.

CUADRO 6.1

CARACTERISTICAS DE LAS CUATRO GENERACIONES DE COMPUTADORAS

	Primera generación	Segunda generación	Tercera generación	Cuarta generación
Tecnología	Tubos de vacío (bulbos) preferencia por tarjetas	Transistores, preferencia por cintas	Circuitos integrados, preferencia por discos	Grandes circuitos integrados, preferencia por conexión con otras computadoras
Tiempo de operación	milisegundos	microsegundos	nanosegundos	picosegundos
Costo en Dls.	\$5/función	\$0.50/función	\$0.05/función	\$0.01 a 0.0001/función

Fuente: Nancy B. Stern y Robert A. Stern, Computers in Society, Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1983, p.49

El avance tecnológico que permitió este asombroso proceso y que dio origen a la microelectrónica, fue el surgimiento de los dispositivos de estado sólido, primero el transistor y después los circuitos integrados. El transistor, que

vino a substituir los tubos de vacio o bulbos, es como éstos, una válvula o interruptor que se abre o cierra, permitiendo el paso de una corriente eléctrica o interrumpiéndola y que se fabrica aprovechando las propiedades de los cristales de silicio puro a los cuales se han añadido "impurezas" de fósforo y de boro en sitios precisos que adquieren propiedades eléctricas particulares. El circuito integrado está constituido por un conjunto de transistores y otros elementos, como condensadores y resistencias, formados todos ellos en una sola placa o pastilla de silicio. A partir de estos principios fundamentales se generó un proceso de miniaturización en el que complejos conjuntos de elementos cuyas dimensiones originales eran similares a una mesa quedaron reducidos a un tamaño inferior al de un sello postal.(7) Es precisamente este proceso de miniaturización el que permitió el cambio cualitativo que hemos mencionado y en el que se combinan muchas tecnologías que permiten obtener cristales muy puros, depositar las "impurezas" intencionales que se introducen en ellos con gran precisión, etcétera, lo que dio nacimiento a la microelectrónica y su posterior progreso que se ha traducido en un abaratamiento de los equipos acompañado de un incremento exponencial de su eficiencia.

II

Al progreso de la computadora se unieron avances tecnológicos en otros campos, principalmente en el área de

telecomunicaciones, que en conjunto constituyen la revolucionaria tecnología de la información. Nuevos métodos de transmisión utilizando satélites, cable coaxial de cobre y fibras ópticas capaces de conducir luz que puede ser dividida, han incrementado la capacidad de transmitir información. Simultáneamente el uso de señales digitales en lugar de analógicas ha aumentado aún más las potencialidades de los sistemas de comunicaciones convirtiéndolos en dignos complementos de los radicales progresos de las computadoras. Así, por ejemplo, las fibras ópticas substituyen a los cables metálicos con inmensas ventajas, ya que ponen a disposición de los usuarios un dispositivo con un ancho de banda virtualmente ilimitado y a un precio incremental prácticamente nulo. Las fibras ópticas consisten en filamentos de cristal con un diámetro no mayor al de un cabello humano capaces de transportar haces de luz concentrada en condiciones óptimas de inmunidad a las interferencias.(9)

Su inmensa potencialidad se basa en el hecho de que el volumen de información que puede ser transmitido por un canal dado depende de la frecuencia de la señal y la frecuencia de la luz que es el medio utilizado en las fibras ópticas, es mil veces superior a la correspondiente a las ondas de radio más cortas.

(10)

Todo esto muestra que las nuevas tecnologías representan un avance tan grande en relación a sus predecesoras que resultan en una transformación tecnológica cualitativa cuya penetración en las estructuras económicas y sociales tiene co-

mo consecuencia un cambio revolucionario de éstas, dando lugar al surgimiento de la sociedad informatizada.(11) Esta será el resultado de una revolución productiva de un carácter distinto a todas las anteriores, las cuales tuvieron como resultado un incremento en la producción de los bienes materiales que podía obtener la sociedad, mientras que en el caso presente lo que se aumenta es la capacidad de elementos de la mente humana como la memoria y el razonamiento. El gobierno japonés que se preocupa por orientar el cambio social en forma congruente con las perspectivas tecnológicas, como una estrategia de prosperidad e incluso de supervivencia, afirma que la meta de la sociedad informatizada será lograr la sustitución del actual consumismo de bienes materiales por un florecimiento de la creatividad intelectual de los hombres.(12)

En la computación se distinguen dos áreas cuyos nombres en inglés han pasado a incorporarse al español, se trata del hardware y del software. Los esfuerzos para acuñar neologismos en castellano para substituirlos no han tenido mucho éxito. El término hardware se utiliza para designar el conjunto de partes materiales de la computadora y sus principales elementos son los mecanismos de entrada por medio de los cuales se introduce la información y cuya forma más sencilla es el teclado, la memoria o unidad de almacenamiento de la información, la unidad de procesamiento donde se somete ésta a las operaciones lógicas deseadas y, por último, los mecanismos de salida que entregan la información al usuario y que en su for-

ma más simple es una pantalla. El software esta integrado por las instrucciones o programas que se dan a la computadora y que indican a ésta que operaciones se desea que realice con la información que posee. Tanto el hardware como el software son partes indispensables para el funcionamiento de la tecnología de la información y su diferenciación es importante para los propósitos de este análisis.

En la actual tecnología de la información, el hardware no esta constituido tan sólo por la computadora en su aspecto material, como generalmente se entiende, sino que todos los sistemas de telecomunicación a que hemos hecho referencia, satélites, fibras ópticas, etcétera, pasan a formar parte de él, constituyéndose en ampliaciones de los mecanismos de entrada y salida de información. Por otra parte, la memoria principal ultrarápida integrada a la computadora, se complementa con memorias secundarias cuya capacidad de almacenamiento es más barata y que pueden ser de varios tipos, de cinta magnética, disco magnético, etcétera. Todo ello incrementa las potencialidades del sistema.

El funcionamiento de la computadora requiere de su programación, esto es, de que ésta reciba las instrucciones adecuadas acerca de la labor a desarrollar. Para alimentar la programación se han diseñado lenguajes que traducen idiomas como el inglés a órdenes expresadas en números capaces de ser asimiladas por la computadora. Entre los lenguajes más conocidos están el FORTRAN, el primero que fue desarrollado,

el BASIC, que es muy sencillo y fue diseñado para ser dominado fácilmente, además de los llamados ALGOL, COBOL, LISP, PASCAL, ADA. La selección del lenguaje a utilizar depende de los objetivos perseguidos, así, el PASCAL está orientado hacia aplicaciones matemáticas y el COBOL hacia las operaciones del mundo de los negocios. El conjunto de instrucciones que se da a la computadora es lo que constituye el software, el cual debe utilizar uno de los lenguajes descritos. Es muy importante para nuestros propósitos hacer notar que mientras el costo del hardware ha ido disminuyendo con el tiempo, el del software se ha ido incrementando, de manera que mientras en 1955, el costo del primero representaba el 80% del costo total de operación y el segundo tan sólo el 20%, para 1985 estas cifras se habían invertido y el software representaba el 80% del total.(13) La programación ha resultado una tarea difícil y el problema de contar con personal competente es uno de los principales cuellos de botella con que se enfrenta esta industria.

III

El análisis del impacto social de la nueva tecnología derivada de la microelectrónica puede realizarse desde distintas perspectivas de acuerdo con Kimon Valaskakis del Grupo GAMMA de Canadá.(14) En primer término está la perspectiva microsectorial que es la que prevalece entre los técnicos, quienes tienden a contemplar exclusivamente el aspecto tecno-

lógico y además lo restringen al campo de su especialidad. En segundo término se tiene la perspectiva macrosectorial que enfatiza el crecimiento de un sector de la economía en detrimento de los otros. Uno de los primeros y más elocuentes voceros de esta postura fue Marc Uri Porat, quien en su obra The Information Economy(15) habla de un sector informativo de la economía estadounidense que genera aproximadamente un 45% del PNB del país y emplea más del 50% de su fuerza de trabajo. Este análisis ha inspirado otros estudios en los que el tema central es investigar si se ha llegado al punto en que la actividad principal de la economía es el procesamiento de información con lo que se ha dejado atrás la sociedad industrial para entrar en otra, postindustrial. Por último, tenemos la perspectiva estructural, que mantiene que la revolución informativa no afecta únicamente a uno o dos sectores de la sociedad, sino que opera transformaciones radicales en toda ella. En efecto, en la base de la organización social se encuentra una infraestructura económica configurada por la interacción entre el modo tecnológico de producción y sus manifestaciones sociopolíticas. El modo tecnológico de producción refleja la tecnología dominante, así como los otros factores que integran la función de producción (recursos, trabajo, capital y organización social), mientras que las manifestaciones sociopolíticas incluyen las relaciones de poder, las jerarquías sociales y las formas de vida. Todos estos elementos, añade Valaskakis, están interrelacionados y al alterarse el modo de producción

se modifican todas las otras relaciones sociales.(16) Dado este caracter estructural y totalizante del proceso transformativo se propone para designarlo el término "informediación" acuñado por Iris Fitzpatrick-Martin, quien también pertenece al grupo GAMMA.(17)

De acuerdo con Valaskakis, sólo en dos países, Japón y Francia, esta concepción estructural de la revolución microelectrónica ha penetrado no únicamente en la conciencia de los intelectuales sino que ha afectado la política del Estado. En 1972, en Japón, se presentó al gobierno un Plan para la Sociedad Informatizada, Un objetivo nacional para el año 2000(18) que implica un programa para la realización de una sociedad informatizada japonesa que incluye un plan integrado por varios proyectos. Para implementar este ambicioso objetivo se nombró como director a Yoneji Masuda. La breve descripción de algunos elementos constitutivos de esa sociedad del futuro que se presenta a continuación se ha tomado de su obra.

Las ciudades estarán computarizadas (computopolis) en las cuales funcionarán varios sistemas, tales como un servicio de televisión de canales múltiples por cable que no será unidireccional, sino que permitirá al usuario individual solicitar información acerca de noticias locales, ofertas en los comercios y en las actividades recreativas, servicio médico y educativo; vehículos automáticos biplazas montados en rieles; supermercado de autoservicio con uso de tarjetas magnéticas; sistema local de salud que incluirá el mantenimiento

de expedientes médicos electrónicos de todos los habitantes que serán actualizados por medio de exámenes periódicos, este sistema deberá estar vinculado con otro, de alcance regional, dotado de hospitales automatizados que incluirán trabajo administrativo, de diagnóstico, tratamientos y estudios clínicos. A una escala más amplia se contará con distritos educativos que impartirán una enseñanza que desde el jardín de niños hasta la universidad se oriente hacia la preparación de personal educado en las nuevas tecnologías requeridas por esta sociedad, principalmente la microelectrónica. Centralización de los equipos de investigación en un Think-Tank Center, dotado de todas las facilidades desde computadoras hasta salas de conferencias y principalmente de un centro de información. Un mecanismo de asesoramiento para pequeñas y medianas empresas que permita a éstas disponer de servicios de consultoría hasta ahora únicamente accesibles a las grandes compañías. Un elemento de particular importancia será un sistema de reeducación de individuos ya incorporados a los procesos productivos, que no sólo los equipos con las habilidades requeridas por las nuevas actividades, sino que explore sus potencialidades personales mediante estudios individualizados.

(19) Esta lista sin ser completa, permite tener una idea de esta concepción japonesa de la sociedad informatizada.

La sociedad informatizada con sus computadoras interconectadas por la red de telecomunicaciones funcionará como un organismo vivo capaz, al igual que éste, de generar in-

formación tanto acerca de sus funciones endógenas, como de las condiciones de su entorno que le permitan sobrevivir y prosperar y entre las que se cuentan la memoria, la programación de sus funciones y actividades, la capacidad de reproducción y, por último, funciones de control que evalúen los resultados obtenidos de una acción dada y los retroalimenten permitiéndole alterar en forma positiva su conducta.(20) En el curso del proceso de la evolución de la vida, ésta ha generado una capacidad creciente para el manejo de información que a partir del simple registro y copiado, pasa a la capacidad de almacenamiento, para luego poseer posibilidades de comparación, posteriormente surge la memoria asociativa seguida por el manejo de información abstracta y culminar con la creatividad.(21) Parece indudable, que la nueva tecnología de la sociedad informatizada con su simbiosis entre la microelectrónica y la mente humana, permitirá la potenciación de las capacidades de ésta, de manera que el camino recorrido por los seres vivos en el curso de millones de años sea recorrido en décadas y a un nivel muy superior.

En otro trabajo, Masuda, se refiere a otras características de la información que resultan muy importantes para el análisis de la economía de la sociedad informatizada. En primer lugar, la información es un bien no consumible, indivisible y acumulativo. En segundo término, el valor de la información radica en la disminución de la incertidumbre mejorando la capacidad humana para utilizar su selección entre

diversas alternativas. Y, por último, las posibilidades de la tecnología de la información para reemplazar el trabajo intelectual.(22) Todo esto hace que la sociedad informatizada resulte cualitativamente, según su punto de vista, diferente de la sociedad industrial que esta destinada a reemplazar. En el cuadro 6.2 aparecen algunas de las características de ambas sociedades, que permiten apreciar el salto cualitativo que implica el tránsito de una a otra.

CUADRO 6.2

CARACTERISTICAS DE LAS SOCIEDADES INDUSTRIAL E INFORMATIZADA

	SOCIEDAD INDUSTRIAL	SOCIEDAD INFORMATIZADA
Núcleo	Máquina de vapor (potencia)	Computadora (memoria, computación, control)
Función básica	Substitución o ampliación del trabajo físico	Substitución o ampliación del trabajo mental
Productos	Bienes y servicios	Información, tecnología, conocimiento
Industrias líderes	Manufactureras (maquinaria, química)	Intelectuales (industrias de la información y del conocimiento)
Principio socioeconómico	Precio determinado por la oferta y la demanda	Funciones determinados por los objetivos
Gobierno	Democracia parlamentaria	Democracia participativa
Valores éticos	Derechos humanos	Autodisciplina y solidaridad social

Fuente: Yoneji Masuda, The Information Society as Post-Industrial Society, Tokio, Institute for the Information Society, 1981, p.30

Del examen del cuadro 6.2 se desprenden varias conclusiones de las cuales parece necesario subrayar dos por su importancia. En primer término, resalta la magnitud y totalidad del cambio al pasar de una sociedad a otra. No únicamente se altera la tecnología sino todos los aspectos de la actividad social del hombre incluyendo los valores éticos. Sobre este particular están de acuerdo la mayoría de quienes han estudiado el tema; hay autores como Barron y Curnow quienes asientan que la microelectrónica parece un maremoto que recorre la sociedad entera, mientras que Andersen sostiene que la nueva tecnología modificará nuestros valores dando paso al surgimiento de una nueva Weltanschauung.(23) Kenneth O. May, por su parte, afirma que los historiadores del futuro, si los hay, convendrán que la computadora tiene y va a tener un impacto mayor que la energía atómica. Todos entienden, añade, el significado de la expresión "si los hay". Existe la posibilidad de que la energía atómica tenga un impacto mayor, pero en ese caso, no habrá historiadores para discutir el tema. La computadora parece penetrar, todos los niveles, el tecnológico, el científico, el social, el político y las formas mismas del pensamiento.(24) Parece pues evidente que el surgimiento de la sociedad informatizada representa la aparición de un mundo social nuevo sin precedente en la historia humana.

El segundo aspecto que resalta en el examen del cuadro 6.2, es que la Revolución Industrial a que se hace referencia implícita en él, comprende lo que en nuestro esquema son

dos fenómenos históricos distintos, la Primera y la Segunda Revoluciones Industriales. Por otra parte, en nuestra concepción la sociedad informatizada es tan sólo una parte, ciertamente la más importante, pero parte al fin, de un hecho de mayores dimensiones que la comprende: la Tercera Revolución Industrial. Como consideramos que este esquema posee mayor capacidad explicativa procederemos a utilizarlo para el análisis de la sociedad informatizada.

IV

De acuerdo con la estrategia de análisis planteada, es necesario revisar en que medida la estructura económica, política y social generada por la Segunda Revolución Industrial resulta operativa para asimilar las innovaciones tecnológicas correspondientes a la sociedad informatizada. Como hemos visto, una de las características más relevantes de la SRI es la notable concentración del capital. El sector de la economía integrado por las grandes compañías, tiene una posición hegemónica sobre la infinidad de pequeñas empresas, así como sobre el sistema económico en su conjunto. En el caso tanto de los componentes microelectrónicos, como de las computadoras o de los sistemas de comunicación, el desarrollo sólo puede ser realizado en forma eficiente y económica en el escenario de un mercado mundial. En este sentido, dice J. Rada, se trata de una industria verdaderamente transnacional ya que ningún mercado nacional puede absorber los grandes volúmenes de produc-

ción o amortizar los elevados costos de investigación y desarrollo.(25).

Es indudable que en estas condiciones, únicamente el capital concentrado puede ser la base de las nuevas industrias que forman el núcleo productivo de la sociedad informatizada. Así, en el caso de los circuitos integrados la producción estadounidense representa entre el 60 y el 70% del total mundial y cinco compañías son responsables del 80% de la fabricación de esos elementos en Estados Unidos. Se trata de Texas Instruments, Motorola, Fairchild, National Semiconductors e Intel.(26)

El caso de las computadoras es aún más ilustrativo del papel del capital altamente concentrado. La IBM tiene una posición hegemónica en el mercado de computadoras de uso general, tanto en Estados Unidos como en el mundo, al grado que ella y sus principales competidores son conocidos como "Blanca Nieves y los siete enanos". La IBM es la tercera empresa industrial estadounidense, siendo superada tan sólo por la Exxon y la General Motors, dos empresas que alcanzaron sus gigantescas dimensiones como resultado de la SRI. El coloso de la electrónica tiene activos, como puede verse en el cuadro 6.3, por 37 243 millones de dólares y emplea a 369 543 trabajadores. Por otra parte, su control del mercado permite a la IBM obtener grandes utilidades que la ubican en el pequeño grupo de las trece empresas más rentables entre las quinientas grandes compañías industriales listadas por Fortune, lo que le posibilita un alto grado de autofinanciamiento.(27).

Por último, si revisamos el caso de las empresas

dedicadas a las telecomunicaciones, encontramos que en Estados Unidos destaca la ATT, con dimensiones que empujan incluso a los gigantes industriales y financieros, como Exxon, General Motors y Citicorp, tanto en el monto de sus activos como en el número de sus empleados ya que aquellos ascienden a 149 529 millones de dólares y cuenta con 965 570 trabajadores, según puede observarse en el cuadro 6.3. Parece evidente que la sociedad informatizada y la TRI están surgiendo en el marco de inmensas concentraciones de capital que emplean a grandes masas de trabajadores.

CUADRO 6.3

DIMENSIONES DE ALGUNAS GRANDES EMPRESAS ESTADOUNIDENSES

	Activos en dólares	Trabajadores
ATT	149 529 millones	965 570
Citicorp	134 655 "	63 700
Exxon	62 962 "	156 000
General Motors	45 694 "	691 000
IBM	37 243 "	369 545

Fuente: Fortune, abril 30, 1984, pp.276,277; Fortune, junio 11, 1984, pp.176,190,191

Esta extraordinaria concentración de capital ha sido importante en el progreso de la microelectrónica. Cuando se hizo el tránsito entre la segunda y la tercera generaciones de computadoras mediante la introducción del Sistema 360, se en-

frentó, como se ha mencionado, el serio problema de convencer a los usuarios para que descartaran sus programas que no eran compatibles con el nuevo equipo e invirtieran tiempo, dinero y recursos humanos en la elaboración de otros nuevos. Evidentemente, esto sólo podía lograrlo una empresa de grandes dimensiones que tuviera una gran influencia en el mercado. En el caso de la IBM, la concentración de capital tuvo lugar antes de la aparición del computador electrónico y la empresa pudo aventajar a sus rivales debido a su posición privilegiada en el área de equipo de oficina y su caso resulta muy útil para el análisis del capital concentrado en la TRI. La compañía nació desde 1911 como resultado de la fusión de unas cincuenta pequeñas empresas que formaron la Computing, Tabulating and Recording Company, dedicada a la venta de equipo para oficina. En 1914 se nombró como gerente a Thomas Watson, notable personaje que la convertiría en una empresa próspera y poderosa, mediante políticas que incluían una gran reinversión de las utilidades. En 1924, fue rebautizada con el nombre de International Business Machines que conserva hasta la actualidad. Durante la década de los treinta y pese a la Gran Depresión, la IBM siguió prosperando debido en buena parte a la demanda de sus productos generada por la expansión del sistema de seguridad social, incluyendo las máquinas de escribir eléctricas que comenzó a producir en 1935. La segunda guerra mundial la benefició aún más al proporcionar el equipo de oficina que requería la administración del ejército y al terminar el conflicto, la IBM era un gigante industrial con una

posición dominante en su campo, que incluía una sólida reputación de proporcionar un magnífico servicio a sus clientes. (28)

La década siguiente a la guerra fue de gran importancia para la IBM. Entre 1946 y 1956 se operarían dos cambios fundamentales. Por un lado, la empresa creció de 22 000 a 72 000 trabajadores, convirtiéndose así en una de las empresas importantes en la estructura industrial estadounidense y, por el otro, se introduciría en el campo de las computadoras electrónicas. Esto último no fue fácil, implicó una lucha tanto interna como externa. Al interior se dió un enfrentamiento entre el personal veterano que tenía patrones de conducta en los que la disciplina, la imagen y la eficiencia eran valores centrales y permeado de una buena dosis de conservadurismo y una nueva generación en la que abundaban científicos e investigadores, quienes eran personas de un corte muy distinto. Individualistas que desdeñaban la tradición, educados en las mejores instituciones de enseñanza superior del país, en realidad representaban la nueva etapa histórica que estaba gestándose en torno de la electrónica. En este proceso de desarrollo, la IBM dió también una lucha hacia el exterior, en que a menudo padecía de una debilidad tecnológica que superaba mediante los grandes recursos económicos de que disponía y que le permitieron adquirir patentes, que como en el caso de la memoria de núcleos implicó negociaciones con Jay Forrester y el MIT. El resultado final fue la supremacía de la IBM

en el área de las computadoras.(29) De esta manera el capital altamente concentrado se convirtió en superioridad tecnológica.

En la actualidad, la edificación de la sociedad informatizada implica, como ya se ha visto, la vinculación de las computadoras con las telecomunicaciones, de manera de dotar a las sociedades de un sistema nervioso electrónico. Esta tendencia implicaría la fusión de la IBM con la ATT, creando una empresa cuyas dimensiones rebasarían todo precedente. Sin embargo el camino que hoy se está recorriendo es diferente. La ATT, la empresa más grande del mundo hasta 1983, con casi un millón de trabajadores y 150 mil millones en activos, desapareció el primero de enero de 1984 para dar paso a ocho compañías, una nueva ATT más pequeña y siete compañías regionales como parte de un acuerdo antimonopólico entre la gigantesca empresa y el gobierno de Washington. Esto capacitó legalmente a la nueva ATT para fabricar sus computadoras, cosa que empezó a hacer inmediatamente mediante un contrato con la Convergent Technologies, empresa especializada en su fabricación. Este contrato hubiera resultado ilegal antes de la división de la ATT.(30) El caso ilustra la contradicción existente entre el contexto legal de muchos países como Estados Unidos y las necesidades que impone el avance tecnológico al capital altamente concentrado.

Lo más probable es que estas contradicciones se agudicen en el futuro. Los avances tecnológicos muestran una

clara tendencia a reforzar el proceso concentrador del capital. La integración vertical es una característica de la industria microelectrónica cuyos procesos manufactureros evidencian un avance alentado por la tecnología, con una dirección definida hacia la fabricación de productos dotados de conjuntos cada vez más integrados. Como ejemplo tenemos el hecho de que un televisor de color típico tenía 387 circuitos integrados en el año de 1970, mientras que en 1978, estos habían disminuido a sólo 226.(31) En el área de telecomunicaciones con base en fibras ópticas, cuya superioridad que ya se ha mencionado las convierten en una de las tecnologías más prometedoras, el capital concentrado también goza de una posición privilegiada. Así, la ATT, hacia fines de 1983, tenía instalados o en proceso de instalación unos 20 millones de millas de líneas ópticas de comunicación,(32) cosa que sólo una empresa dotada con sus inmensos recursos podía lograr. Es fácil entender las ventajas que estas instalaciones le dan sobre sus posibles competidores, para quienes constituyen una barrera para penetrar en ese mercado.

Pero si existe un terreno donde el capital altamente concentrado goza de una situación ventajosa en la conformación de la sociedad informatizada, es en el de la investigación que tan importante resulta para generar las innovaciones que formarán la base tecnológica de esa sociedad. En el cuadro 6.4 aparecen los presupuestos dedicados a investigación y desarrollo (R & D) por las grandes empresas estadounidenses que

cuentan con departamentos importantes dedicados a esta actividad, así como la tasa de crecimiento en relación con el año anterior.

CUADRO 6.4

GASTOS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO DE EMPRESAS ESTADOUNIDENSES
presupuestos más importantes en 1983

	Presupuesto en dólares	Incremento sobre 1982
General Motors	2 602 millones	19.6%
IBM	2 514 "	22.5
ATT	2 491 "	41.2
Ford Motor	1 751 "	-0.7
United Technologies	971 "	16.3
Du Pont	966 "	9.9
General Electric	919 "	17.7
Eastman Kodak	746 "	5.1
Exxon	692 "	-2.1
Xerox	555 "	-1.8
ITT	518 "	-3.9

Fuente: Business Week, julio 9, 1984, citado en Scientific American, noviembre, 1984, p.j-8

Del examen de estos datos se deducen varios hechos. En primer lugar, se nota la ausencia de empresas ferroviarias, de textiles y, en general de cualquier compañía cuya producción de bienes o servicios corresponda a la Primera Revolución Industrial. Es evidente que estas empresas ya no están en la vanguardia de la investigación y el desarrollo tecnológicos.

Por otra parte, comparten los primeros lugares en el gasto destinado a este rubro, compañías que corresponden tanto a la SRI, como a la TRI. De aquella tenemos los gigantes automotrices, los petroleros y los de la industria química, de ésta, están nuestras bien conocidas empresas fabricantes de computadoras o dedicadas a las telecomunicaciones. Es notable el hecho de que los presupuestos de investigación de la General Motors, la IBM y la ATT sean prácticamente iguales. Pero es necesario notar una importante diferencia, la IBM y la ATT tienden a aumentar su gasto más rápidamente que las otras empresas. Si esa tendencia se prolonga en el futuro, rápidamente sus gastos dedicados a generar nuevas tecnologías se convertirán en los mayores del mundo, con la consiguiente ventaja que esto significará en la consolidación de su hegemonía dentro de la nueva revolución industrial.

Esta superioridad se manifiesta con todo su vigor al converger la concentración financiera, tecnológica y manufacturera, para dotar a una empresa de los equipos que le permitirán acrecentar todavía más su dominio y que serán producidos para responder a sus necesidades específicas. Así, la fábrica de ATT Technologies en Richmond, Virginia, produce circuitos impresos por medio de procesos automatizados bajo la dirección de computadoras cuyas órdenes se basan en instrucciones enviadas por una docena de laboratorios diseminados por todo el territorio estadounidense. El sistema permite una serie casi infinita de combinaciones en circuitos que contie-

nen centenares de componentes, de acuerdo con diversas necesidades y objetivos que han sido detectados por los centros de investigación.(33)

La evidencia que hemos presentado hasta ahora parece demostrar que el capital altamente concentrado es capaz de generar el avance de las innovaciones tecnológicas que forman la base de la sociedad informatizada y, por lo tanto, que en este terreno es funcional en la estructuración de la TRI. Sin embargo, la realidad es más compleja. La concentración del capital es operativa para ciertos avances de la microelectrónica como los que hemos examinado, pero disfuncional para otros. Este es el caso del software, esto es, de las instrucciones que se imparten a las computadoras y sin las cuales éstas son simples amontonamientos de trozos de metal, plástico y silicón sin ninguna utilidad.

El progreso del software ha sido impuesto por el desarrollo de las computadoras a través de sus diversas generaciones, principalmente en lo que se refiere a velocidad de operación, tal como aparece en el cuadro 6.1. Hoy muchas de las funciones de programación que en la primera etapa eran desempeñadas por el operador del sistema, se encuentran en programas prefabricados que en algunos casos llegan a incluir la corrección de errores.(34) La mayor parte del software es utilizada por las grandes computadoras usadas por los gobiernos y las empresas y tradicionalmente ha sido rentado, no vendido, de manera que la compañía que lo desarrolló puede

mantener el control sobre él. Actualmente, sin embargo, a medida que se incrementa el número de pequeñas computadoras, se han lanzado al mercado millares de programas diseñados para múltiples propósitos entre los que se incluyen diversión, pedagógicos y administrativos y los cuales se venden en lugar de alquilarse.(35)

La importancia de las computadoras pequeñas en la integración de la sociedad informatizada es obvia y es por tanto importante hacer notar que en el desarrollo de los numerosos programas que utilizan, sobresalen las pequeñas empresas fundadas por jóvenes individualistas con un talento especial para este trabajo y todo parece indicar que estos hermitaños obsesionados por su labor resultan más eficaces que los departamentos técnicos de las grandes empresas. Así, cuando la IBM requirió un programa para su computadora personal, lo solicitó a Microsoft y lo mismo hizo Apple Computer para desarrollar el software para su modelo Macintosh. Es muy interesante para los propósitos de este trabajo hacer notar que Microsoft es una empresa creada por William H. Gates de 29 años, quien entró en contacto con las computadoras cuando asistía a la escuela primaria.(36) Este caso y otros que podrían citarse, ilustran dos necesidades fundamentales en la creación de la base tecnológica de la sociedad informatizada. La primera es la necesidad de tener una estructura económica y social lo suficientemente flexible para permitir el completo desarrollo de la creatividad y la segunda la gran

ventaja que significa que los niños tengan un contacto tan temprano como la escuela primaria con la nueva tecnología.

El rezago en el desarrollo del software y el esfuerzo que los programadores deben invertir en corregir los errores que se introducen en su elaboración, ha hecho que se incremente la preocupación por medir la productividad del personal dedicado a programar. Estudios recientes revelan que una gran parte del tiempo de este personal se invierte en corregir errores. Algunos de éstos, como los del lenguaje, se corrigen fácilmente, pero otros, como los relativos a la mala planificación de las necesidades del programa, son difíciles de enmendar.(37) Esto confiere una importancia especial a empresas que se dedican a diseñar sistemas destinados a ayudar a los programadores a realizar su tarea. Una de dichas empresas es Rational Machines, la cual ha producido el sistema R1000 para facilitar la labor de programación. Significativamente, esta compañía fue fundada por Paul Levy y Michael Devlin, de 29 y 30 años de edad(38) lo que los convierte en representantes de este nuevo tipo de empresarios, jóvenes dotados de gran creatividad, quienes operan fuera del marco de las grandes empresas representantes del capital concentrado.

Estos nuevos empresarios requieren de apoyo financiero y en la tarea de proporcionarlo el capital concentrado muestra que carece de la capacidad para ello y esto confiere un papel importante al capital de riesgo. Este como su nombre

lo indica, está dispuesto a aceptar un mayor peligro de pérdida en sus operaciones a cambio de la oportunidad de obtener utilidades superiores a la tasa normal prevaleciente. Como ejemplo de este capital de riesgo está Sevin Rosen Management, empresa inversora que apoyó a Lotus Development, compañía fabricante de software fundada apenas en 1982, pese a lo cual se ha convertido en el segundo productor independiente de programas en Estados Unidos. La recompensa por el riesgo incurrido fue enorme: una inversión inicial de 2.1 millones de dólares se convirtió en 70 millones. Otra inversión, esta vez por 2.5 millones, hecha en una pequeña fábrica de computadoras personales, la Compaq, creció hasta valer 40 millones de dólares. (39) Otro representante del capital de riesgo es Arthur Rock, quien ha invertido en muchas empresas de la nueva tecnología derivada de la microelectrónica incluyendo la legendaria Apple Computer y la Rational Machines, ya mencionadas. Para esta última reunió una inversión de 30 millones de dólares, (40) que permitió a los jóvenes empresarios iniciar sus operaciones. Muchos otros casos podrían citarse de la asociación de éste capital de riesgo con los autores que han dado origen a las innovaciones que van integrando la base industrial de la sociedad informatizada.

Todo esto no quiere decir que el capital concentrado esté en peligro de perder su posición hegemónica, sino que el capital de riesgo forma otro polo de un sistema financiero, que si bien continúa siendo asimétrico, cada una de sus dos

partes tiene un papel a desempeñar que no puede ser satisfecho por la otra. La evidencia parece indicar que únicamente una estructura económica flexible en la que el capital concentrado, una de las herencias más importantes de la SRI y el capital de riesgo se combinan en forma adecuada puede ser funcional para el desarrollo de la sociedad informatizada que constituye parte esencial de la TRI.

N O T A S

- 1.- Kenneth O. May, "Historiography: A Perspective for Computer Scientists" en N. Metropolis y otros (eds.), A History of Computing in the Twentieth Century, New York, Academic Press, 1980, p.12
- 2.- Helmut Wintersberger, "The Conference on Socio-Economic Problems and Potencialities of the Application of Microelectronics at Work", Zandvoort, Holanda, 1979, en J. Berting y otros (eds.), The Socio-Economic Impact of Microelectronics, Oxford, Pergamon Press, 1980, p.3
- 3.- El bit representa la dosis mínima de información
- 4.- Ronald Hüber, "Information/Communication Technologies and the Microelectronic Revolution", Council of Europe, Fifth Parliamentary and Scientific Conference, Helsinki, 3-5 junio, 1981, p.2
- 5.- H.D. Lechner, The Computer Chronicles, Belmont, California, Wadsworth Publishing Company, 1984, p.3
- 6.- D. Slotnick y J.K. Slotnick, Computers, their Structure, use and Influence, New Jersey, Prentice-Hall, 1979, p.8
- 7.- Thomas Ranauld Ide, "La tecnología" en Gunter Friedrichs y Adam Schaff, Informe al Club de Roma, Microelectrónica y Sociedad, trad. M.A. Fernández Alvarez, Madrid, Editorial Alhambra, 1982, pp.31-33
- 8.- Tibor Vasko, "Technological Evaluation of the Opportunities of Semi-Conductor Technology", en Berting, op.cit., pp.28,29

- 9.- Ide, "La tecnologia", op.cit., pp.47,48
- 10.- Thomas Ranald Ide, "The Information Revolution" en Ber-ting, op.cit., pp.35,36
- 11.- Yoneji Masuda, The Information Society as Post-Industrial Society, Tokio, Institute for the Information Society, 1981 pp.vii,viii
- 12.- Ministry of International Trade and Industry, Toward the Information Society, Report of the Industrial Structure Council, Tokio, Computer Age, 1969
- 13.- Lechner, op.cit., pp.99-109
- 14.- Kimon Varaskakis, "The Concept of Informediation: A Framework for the Structural Interpretation of the Information Revolution" en Liam Bannon y otros (eds.), Information Technology Impact on the Way of Life, A Selection of Papers from the EEC Conference on the Information Society hold in Dublin, Ireland, 18-20 november 1981, Dublin, Tycooly International Publishing Ltd., 1982, pp.21-23
- 15.- Marc Uri Porat, The Information Economy, Stanford, California, Center for Interdisciplinary Research, Stanford University, 1976 en Valaskakis, op.cit., p.22
- 16.- Valaskakis, op.cit., p.23
- 17.- Iris Fitz Patrick-Martin, Social Implications of the Information Economy, Information Society Projet, Paper n.1-5, Montreal, GAMMA, 1979, citado en Valaskakis, op.cit., p.23
- 18.- The Plan for Information Society: A National Goal toward the 2000 year, Tokio, Japan Computer Usage Development Institute, 1971 en Masuda, The Information Society, op.cit., p.3
- 19.- Masuda, The Information Society..., op.cit., pp.4-10
- 20.- Idem, pp.56,57
- 21.- Hüber, op.cit., p.2
- 22.- Yoneji Masuda, "Vision of the Global Information Society" en Bannon y otros (eds.), op.cit., pp.55,56
- 23.- I. Barron y R. Curnow, The Future with Microelectronics; Forecasting the Effects of Information Technology, Londres, Francis Pinter, 1979; B. Andersen, "The Impact of Electronic Digital Technology on Traditional Job Profiles" en Microelectronics, Productivity and Employment, Paris, OECD, 1981, citados en Fabio Stefano Erber, Microelectrónica: Re-volucao ou Reforma, Rio de Janeiro, Instituto de Economia Industrial, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1982, pp.2,3

- 24.- Kenneth O. May, op.cit., p.12
- 25.- J. Rada, "Microelectronics, Information Technology and its Effects on Developing Countries" en Berting y otros (eds.), op.cit., p.114
- 26.- Idem, p.115
- 27.- Carol J. Loomis, "Corporate Stars that Brightend a Dark Decade", Fortune, abril 30, 1984, pp.227,229
- 28.- Rex Malik, La IBM por dentro, trad. M. Fernández de Castro, Barcelona, Grijalbo, 1978, pp.68-72
- 29.- Idem, pp.72,86-104
- 30.- Cfr., Michael Rogers, "The Service 500, The Fortune Directory of the Largest U.S. Non-Industrial Corporations", Fortune, junio 11, 1984, p.171; John S. DeMott, "Breaking Up is Hard to Do", Time, enero 16, 1984, pp.30,31
- 31.- Hüber, op.cit., p.7
- 32.- W.T. Tsang, "The C³ Laser", Scientific American, noviembre 1984, p.127
- 33.- John S. DeMott, "Manufacturing is in Flower", Time, marzo 26, 1984, p.30
- 34.- Robert A. Fleck Jr. y C. Brian Honess, Data Processing and Computers, Columbus, Ohio, Charles E. Merrill, 1978, pp. 99-101
- 35.- Alexander L. Taylor III, "The Wizard Inside the Machines", Time, abril 16, 1984, p.34
- 36.- Michael Moritz, "A Hard-Core Technoid", Time, abril 16, 1984, p.40
- 37.- Don Cassel y Martin Jackson, Introduction to Computers and Information Processing, Reston, Virginia, Reston Publishing, 1981, pp.243,244
- 38.- John Paul Newport Jr., "Simpler Writing for Complex Software", Fortune, septiembre 2, 1985, p.64
- 39.- Alexander R. Taylor III, "Making a Mint Overnight", Time, enero 23, 1984, pp.24,25
- 40.- Newport, "Simpler Writing...", op.cit., p.64

CAPITULO SEPTIMO

ENERGIA Y TERCERA REVOLUCION INDUSTRIAL

La energía nuclear ha resultado un pacto con el Diablo. Pero no es un mal pacto, por aceptar un cierto riesgo, el mundo recibe energía eléctrica confiable e inagotable.

Larry Martz(1)

I

De acuerdo con la experiencia de las dos anteriores revoluciones industriales, la tercera contará con una nueva base energética que contribuya a darle funcionalidad. Este supuesto extraído de la historia está avalado por la información empírica que proporciona el examen de los diversos componentes de la oferta energética y de las tendencias actuales de la tecnología.

En los primeros meses de 1986 los precios del petróleo que habían venido mostrando una tendencia descendente desde 1981, tuvieron una caída de dimensiones dramáticas cuya importancia económica hizo que fuera objeto de extensa información periodística que incluyó sus efectos desestabilizadores en el sistema financiero que había hecho cuantiosos préstamos tanto a países como a empresas productores de petróleo.

Newsweek señaló como la causa inmediata del desplome la sobreoferta provocada por el ingreso de nuevos productores no integrados a la OPEP al mercado energético y la decisión de Arabia Saudita de imponer cierto nivel de cooperación a estos nuevos oferentes, principalmente la Gran Bretaña, así como a los miembros indisciplinados del cartel, abriendo las válvulas de sus inmensas reservas(2). En otro artículo de la misma revista se sostiene que la caída del precio del petróleo es tan sólo una parte del descenso general sufrido por las materias primas, víctimas de un movimiento cíclico de precios provocado por expansiones y contracciones en la producción en respuesta a los propios ascensos y descensos en el nivel de precios y que afecta en forma similar a la agricultura y la minería, abarcando una vasta gama de productos desde el estaño hasta el cacao(3). La revista Time, por su parte, informó que la brusca caída era una amenaza para la paz del Oriente Medio cuyos ingresos derivados del petróleo se habían reducido de 237 mil millones de dólares en 1980 a una cifra estimada en 110 mil millones en 1985. Otros países productores desde México hasta Indonesia que habían estructurado sus economías y sus expectativas de crecimiento en los ingresos provenientes del petróleo contemplaban angustiados el desvanecimiento de sus esperanzas. Problemas igualmente serios confrontaban los estados de la Unión Americana que dependen también de este recurso como Texas, Oklahoma y Luisiana. Estas últimas perturbaciones llevaron a John Harrington, secretario de Energía en el gobierno estadou-

nidense a declarar que las acciones de Arabia Saudita "habían creado severos problemas para la industria petrolera americana" (4).

Todo lo anterior es, desde luego, cierto. Sin embargo, existe una perspectiva diferente para examinar la debacle del mercado petrolero que resulta más significativa y está vinculada de manera estrecha a la tesis que se presenta aquí. La debilidad del mercado de este recurso en la década de los años ochenta tiene como causa profunda el paulatino desplazamiento del petróleo como el componente fundamental de la oferta energética a medida que ésta adquiere una estructura más diversificada como parte de la TRI. Esta reestructuración de la base energética de las sociedades industriales obedeció, por una parte, a la tendencia alcista mostrada por los precios del mercado petrolero en los años setenta, así como al temor provocado por el hecho de que las mayores reservas del hidrocarburo se ubican en el mundo islámico, región que mostraba condiciones de grave inestabilidad atestiguada por acontecimientos como la caída del gobierno prooccidental de Irán y la guerra entre ese mismo país e Irak, que elevaron los precios del petróleo a niveles sin precedente en 1979 y 1980 (5). Pero, por otro lado, también ha sido importante la creciente conciencia de que los hidrocarburos son un recurso no renovable cuya explotación de acuerdo con las tendencias recientes terminará con el agotamiento de las reservas. Esta preocupación ha existido durante décadas y fue un factor que impulsó el desarrollo de la energía

nuclear. No fue una simple coincidencia que los europeos, habitantes de un territorio pobre en yacimientos petroleros, hayan sido los primeros en construir centrales atómicas destinadas a usos industriales. El primer reactor conectado a una red de distribución de electricidad fue utilizado en Inglaterra en 1953 y empleaba una tecnología europea que sólo posteriormente, como veremos, fue abandonada en favor de la tecnología estadounidense.

La preocupación por la finitud de los recursos petroleros aunada a su vulnerabilidad a las turbulencias políticas alcanzó niveles de alarma que afectó al público en general después de la crisis energética de 1973-1974, generando una multitud de estudios sobre este problema, que de acuerdo con la nueva conciencia afectaba la supervivencia misma de la civilización. Varios de los cálculos hechos a partir de 1970 sobre la producción mundial total posible de petróleo aparecen en la tabla 7.1, tal como fueron citados por el reporte del Project Interdependence. Como puede apreciarse, las cifras correspondientes a las diversas estimaciones muestran un grado notable de convergencia. M. King Hubbard concluyó que la producción última mundial de petróleo, esto es, la cantidad total de este energético disponible originalmente en el mundo era de 2 millones de millones de barriles(6). De esta cantidad se deben substraer 339 mil millones que habían sido extraídos hasta la fecha del reporte, lo que permitía estimar los recursos remanentes en un millón 661 mil millones de barriles(7). The Global 2 000 Report to the President estimó

que de esa cifra, 646 mil millones de barriles eran reservas y el resto, un poco más de un millón de millones constitufan depósitos por descubrir. Dado el hecho de que en 1976 la producción mundial de petróleo era de 21 700 millones de barriles, los autores del Report conclufan que si el consumo se mantenfa constante las reservas sólo durarfan unos 30 años y los recursos totales aproximadamente 77 años(8).

CUADRO 7.1

ESTIMACIONES DE LA PRODUCCION ULTIMA MUNDIAL DE PETROLEO HECHAS A PARTIR DE 1970

Autor	Organización	Miles de millones de barriles
J.D. Moody y H. Emenik	Mobil Oil	1800-1900
Richard L. Jody	Sun Oil	1952
H.R. Warman	British Petroleum	1800
William Verneer	Shell	1930
H.R. Warman	British Petroleum	1915
J.D. Moody y R.W. Esser	Mobil Oil	2000
M. King Hubbert	U.S. Geological Survey	2000

Fuente: Library of Congress, Congressional Research Service, Project Interdependence: U.S. and World Energy Outlook Through 1990, Washington, Government Printing Office, 1977, p.638

Estas cifras deben ser evaluadas con cautela, tal como señala el propio Report. Una gran parte de la superficie del planeta no ha sido adecuadamente explorada y los cálculos sobre las reservas se basan en extrapolaciones hechas a partir de

las áreas mejor conocidas. La incertidumbre sobre la cantidad de petróleo que podrá utilizarse a largo plazo dentro de los límites económicos y tecnológicos se refleja en la disparidad de estimaciones presentadas por los expertos a la Conferencia Mundial sobre Energía reunida en Londres en 1977 y cuyas estimaciones altas se basaron en incrementos importantes en los depósitos marinos profundos y en las zonas polares, así como también en el Medio Oriente(9). Pero aún tomando en consideración la incertidumbre subyacente en todos los cálculos que se hacen en este terreno, no cabe duda que las cifras representaban causa legítima de preocupación sobre el futuro de una oferta energética centrada en el petróleo.

Los factores señalados generaron un viraje histórico en la estructura de la base energética de las sociedades industriales, de manera que el consumo de petróleo alcanzó su cota más alta en 1979 con un promedio de 65.1 millones de barriles diarios, a partir de la cual la demanda comenzó a declinar. Esta gran inflexión fue ya examinada en 1983 en un libro con el significativo título de The World after Oil en el que el autor hace ver como la OPEP alcanzó el cenit de su poder en 1980 cuando amenazaba dominar no sólo la oferta energética mundial, sino el sistema financiero internacional y como a partir de ese punto óptimo el mercado comenzó a resentir los efectos de la contracción en el consumo y para 1982 sufrió una desestabilización que provocó el pánico de los países exportadores que habían basado su economía en la monoexportación del petróleo(10).

La reestructuración de la base energética es un fenómeno complejo que debe ser examinado detenidamente. Miguel Wionczek y Marcela Serrato señalan tres factores importantes en esta transformación. En primer término está la tendencia recesiva que sufrió la economía internacional durante la década de los años setenta; en segundo lugar, tenemos el progreso logrado a escala mundial en la substitución del petróleo como fuente energética primaria por otras fuentes tanto renovables como no renovables y el tercer factor estaría constituido por el avance continuo en el proceso de ahorro en el uso de energéticos en los países industriales(11).

El primero de los factores señalados resulta por demás interesante desde la perspectiva de nuestro trabajo. Tenemos el hecho notable de que en la conformación de la base energética propia de la TRI aparece como uno de sus mecanismos impulsores la crisis provocada por el agotamiento de los elementos constitutivos de la SRI y la consiguiente pérdida de dinamismo del sistema económico mundial. De esta manera, se presenta ante nosotros, un ejemplo de la creatividad social que permite, de acuerdo con las ideas que se han venido desarrollando, la superación de una crisis. El segundo de esos factores nos conduce al examen de las energías alternativas que se han promovido buscando diversificar los componentes de la oferta energética, tarea que se realizará a continuación. Por último, el tercer factor es importante desde dos ángulos diferentes: por una parte, una disminución en la dependencia que el crecimiento económico ha

tenido de incrementos proporcionales o más que proporcionales en el consumo de energía, implica una reversión de las tendencias históricas que se examinaron en el capítulo quinto y sirve para analizar la posible configuración de la base energética de la TRI y, por otra parte, es un elemento indispensable para el estudio de los límites de dicha revolución, asunto que será el último tema que examinaremos en este trabajo.

A los factores enumerados como elementos reestructuradores de la base energética conviene agregar uno más representado por la redistribución geográfica de las fuentes de energía petrolera. Como se ha señalado, uno de los motivos de preocupación para las potencias industriales es la inestabilidad política de los países del Medio Oriente, donde están ubicadas las mayores reservas petroleras del planeta. En este contexto es lógico que los europeos y estadounidenses muestren preferencia por el petróleo procedente de áreas más próximas y menos inestables. Los Estados Unidos, principal importador, es un ejemplo de este cambio: en 1985, México y Canadá se habían convertido en el primero y segundo proveedores de la Unión Americana. El ascenso de la importancia de Canadá en este campo resultó particularmente notable pues pasó de exportar 160 mil barriles diarios a Estados Unidos en 1981 a unos 500 mil en 1985(12).

II

Al examinar las fuentes de energía alternativas destinadas a ocupar el espacio abandonado por el petróleo al disminuir su importancia en la oferta energética, nos encontra-

mos nuevamente al carbón, que como se ha visto en el capítulo quinto, formó el principal componente de la oferta de energía que hizo posible la Primera Revolución Industrial para ser desplazado de ese sitio de privilegio durante la Segunda, aun cuando incluso al concluir ésta continuaba siendo una parte importante de la base energética del sistema económico mundial tal como lo muestran las cifras del cuadro 5.2. Por otra parte, si su declinación en términos porcentuales fue pronunciada, no sucedió lo mismo si se consideran los valores absolutos. Así, para Estados Unidos, país que vio el mayor descenso relativo en el uso del carbón, la producción muestra un incremento en el largo plazo tal como aparece en el siguiente cuadro.

CUADRO 5.2

CARBON BITUMINOSO Y LIGNITO PRODUCIDOS EN ESTADOS UNIDOS

Año	Producción en millones de toneladas cortas
1920	568
1930	467
1940	460
1950	516
1960	415
1970	602

Fuente: Bureau of the Census, Historical Statistics of the U.S. Colonial Times to 1970, Washington, Government Printing Office, 1975.

Como puede observarse, la producción declina a partir de 1920, pero el descenso es moderado y después viene un

repunte, de manera que al culminar la SRI en 1970 y antes de la crisis petrolera de 1973-1974 ya se utilizaba un mayor volumen de carbón en términos absolutos que en las etapas iniciales del gran cambio en la estructura energética provocado por esa revolución productiva. Es claro que el carbón siguió siendo un componente de importancia de la base energética y que su declinación relativa no provino de un descenso absoluto sino de la enorme expansión del consumo de energía que ya se ha examinado en el capítulo quinto. Después de la crisis petrolera el interés por este combustible renació al contemplarse el futuro incierto del petróleo.

Como alternativa al petróleo, el carbón cuenta con dos grandes ventajas, la primera es que las reservas son varias veces superiores a las de aquel y la segunda consiste en que las principales reservas están situadas en términos generales en los países consumidores. En el cuadro 7.3 aparecen las reservas y los recursos geológicos carboníferos tanto de las diversas regiones del mundo como de los principales países individuales. La expresión "recursos geológicos" fue definida por la Conferencia Mundial sobre Energía, como la porción de los recursos existentes que puede esperarse llegue a ser económicamente explotable en el futuro. A la enorme cifra de 7.7 millones de millones de toneladas de carbón equivalente del total de estos recursos geológicos que muestra el cuadro, hay que agregar otros 2.4 millones de millones de toneladas equivalentes de carbón en depósitos de carbón subbituminoso y lignito(13).

CUADRO 7.3

RECURSOS MUNDIALES DE CARBON BITUMINOSO Y ANTRACITA
Miles de millones de toneladas de carbón equivalente(a)

Regiones y principales países	Recursos geológicos	Reservas
<u>Africa</u>	173	34
<u>América</u>	1,309	127
Estados Unidos	1,190	113
Canadá	96	9
<u>Asia</u>	5,494	219
China	1,425	99
Unión Soviética	3,993	83
Australia	214	18
<u>Europa</u>	536	94
Alemania Federal	230	24
Polonia	121	20
Gran Bretaña	164	45
T O T A L(b)	7,725	492

Fuente: World Energy Conference, World Energy Resources 1985-2020, New York, IPC Science and Technology Press, 1978, pp. 66, 67 citado en Landsberg y otros, op.cit., p.229.

- a) El valor térmico del carbón equivalente fue fijado en 25.2 millones de Btus por tonelada corta.
b) Los totales no son exactos pues las cifras han sido redondeadas y sólo se consideraron las principales regiones y países del mundo.

El examen de estas cifras hace resaltar varios hechos de gran importancia. En primer término, la gigantesca magnitud de los depósitos carboníferos, cuyas reservas durarían 180 años si se mantienen las actuales tasas de consumo, mientras que los

recursos geológicos alcanzarían para más de mil años. En segundo término, está el hecho de que tres países poseen la inmensa mayoría tanto de las reservas como de los recursos geológicos: la Unión Soviética, China y Estados Unidos. Entre estas tres naciones reúnen el 85% de los recursos geológicos mundiales de carbón, factor significativo para evaluar las posibilidades futuras del combustible. Por último, resalta la pobreza, igualmente significativa, que en materia carbonífera padecen dos grandes regiones del mundo: Africa y América Latina.

Esta situación plantea inmediatamente la cuestión de si existen razones válidas para preocuparse por el futuro de la oferta energética, dado que el sistema económico mundial dispone de tan cuantiosas cantidades de carbón. La respuesta a los problemas del abasto de energía, parece ser un retorno a este combustible durante la TRI. Existen, sin embargo varios obstáculos serios que dificultan el uso masivo del carbón en el porvenir. Su extracción ocasiona daños ecológicos graves, la superficie del terreno sufre serio deterioro en las minas a cielo abierto, el cual resulta difícil de reparar en regiones semiáridas como las del oeste de Estados Unidos, mientras las aguas vecinas resultan contaminadas con el drenaje de desechos que contienen sales metálicas solubles de carácter tóxico(14). El transporte del carbón también produce problemas ecológicos, como en el caso de su conducción por tuberías que implica un uso excesivo de agua. Pero las dificultades más serias se pre-

sentan durante su combustión ya que ésta produce emisiones de bióxido de azufre, óxido de nitrógeno, arsénico, cadmio, mercurio, plomo y berilio y da origen a la llamada lluvia ácida; además se genera contaminación térmica y química del agua, así como grandes cantidades de ceniza(15). Todo esto provoca una seria oposición a un incremento masivo en el uso del carbón para substituir el petróleo.

Otro obstáculo serio para el uso en gran escala del carbón lo constituye el hecho de que las instalaciones existentes para su utilización en la antigüedad son totalmente inadecuadas tanto cualitativa como cuantitativamente para ese propósito. Según un estudio sobre las dimensiones de la nueva infraestructura para la explotación y transporte de los volúmenes adicionales de este combustible que se requerirían para responder a la demanda estimada para el año 2000, éstas resultan impresionantes. Este estudio fue realizado por la empresa Bechtel por encargo del Taller de Estrategias sobre Energías Alternativas organizado en el Instituto de Tecnología de Massachusetts y conocido por sus siglas en inglés: WAES. La infraestructura adicional que sería necesaria consta de 377 minas subterráneas y 75 a cielo abierto en la región oriental de la Unión Americana y 232 minas subterráneas y 8 a cielo abierto en la región occidental, lo que implica una inversión de 32 mil millones de dólares a precio de 1975. En materia de transporte serían necesarios 1400 trenes especiales completos, 3200 trenes ordinarios, 500 barcazas, 9400 camiones y 9 ductos con capacidad de 25 millo-

nes de toneladas anuales, todo lo cual hace necesario invertir 86 mil millones de dólares de 1975(16).

Otra barrera adicional al uso en gran escala de la energía carbonífera, lo constituyen los trabajadores y los procesos de trabajo necesarios para dicha expansión. Explotar el carbón es un proceso intensivo en mano de obra, pese a los avances hechos para mecanizarlo. Según el mismo estudio de la Bechtel, la expansión de la fuerza de trabajo sería enorme tal como queda asentado en el cuadro siguiente.

CUADRO 7.4

RECURSOS HUMANOS EN LA PRODUCCION DE CARBON EN ESTADOS UNIDOS

Area	Necesidades en años de trabajo por año 1975	2000
<u>Construcción:</u>		
Técnicos	7 200	22 000
Obreros	14 000	42 000
<u>Explotación:</u>		
Técnicos	31 000	80 000
Mineros	50 000	110 000
Obreros	170 000	420 000

Fuente: Estudio de la empresa Bechtel para WAES en Wilson, op. cit., p.266.

Como puede apreciarse, la demanda de fuerza de trabajo está estimada en años de trabajo por año, lo que no corresponde al número de trabajadores individuales necesarios

para satisfacerla que seguramente es aún mayor. Un crecimiento de esta magnitud tiene consecuencias políticas y sociales importantes que constituyen una barrera al uso del carbón. Los trabajadores de la industria carbonífera tienen una tradición de enconadas luchas tanto contra las empresas como contra los gobiernos, que es un factor de primera importancia en el análisis de la prospectiva de la oferta energética. Antes de la segunda guerra mundial, John L. Lewis, el legendario líder del United Mine Workers of America, declaraba beligerantemente que sus agremiados eran "las tropas de choque de los trabajadores americanos"(17). Cuando Lewis hizo esa declaración su sindicato contaba aproximadamente con medio millón de miembros y constituía una fuerza temible en el panorama de las luchas sociales en Estados Unidos. A partir de entonces el desarrollo tecnológico que implicó una rápida mecanización y el cambio de énfasis de las minas subterráneas a las de cielo abierto, convirtieron a la industria carbonífera en una actividad menos intensiva en fuerza de trabajo, lo que disminuyó al UMW a tan sólo 160 mil miembros en 1976, quienes representaban un 75% de los trabajadores de la industria. De igual importancia es el hecho de que el sindicato ejerce un control sobre una proporción cada vez menor de la producción carbonífera total, de manera que el porcentaje procedente de las minas controladas por el UMW descendió del 75% en 1972 a únicamente 44% en 1980(18). Este descenso en la fuerza del antaño temible sindicato corresponde a la decadencia general del movimiento sindical provocado por las transformaciones tecnológicas que se han venido examinando. Otros

países industriales como Gran Bretaña, Francia y Alemania, muestran historias similares. Resulta evidente que la expansión de una fuerza laboral con una tradición de lucha tan aguerriada como la que forman los mineros carboníferos en la escala contemplada por estudios como el de WAES, para permitir que el carbón vuelva a convertirse en el principal componente de la oferta energética, representa una opción muy poco atractiva para los tomadores de decisiones, tanto en el gobierno como en la industria y esto representa una barrera para una transformación semejante. Este factor combinado con los problemas ecológicos hacen que los recursos carboníferos pese a sus gigantescas dimensiones no constituyan una salida fácil para la problemática planteada por la declinación del petróleo en la composición de la base energética.

III

El desarrollo de la energía nuclear es reciente, por lo menos de una manera relativa, ya que sus orígenes se localizan en los avances científicos y tecnológicos logrados en este terreno por los países beligerantes durante la segunda guerra mundial, principalmente Estados Unidos, incentivados por las potencialidades militares de la misma. Estos avances permitieron desarrollar armas utilizadas hacia finales del conflicto con resultados devastadores. Este hecho explica probablemente las actitudes extraordinariamente emocionales adoptadas tanto por los científicos como por el público de las sociedades indus-

triales en relación con la energía nuclear. Un futurólogo los ha clasificado de prometeos y luditas según su postura en favor o en contra de su desarrollo(19). La terminología no es exagerada en vista de la polarización de las posturas adoptadas; los prometeos quienes tuvieron su apogeo en los primeros años de la posguerra, predecían un futuro de prosperidad sin límites, basada en una energía tan barata que "no resultaría económico medirla para cobrarla", mientras que los luditas, al igual que los iracundos trabajadores desplazados por la Primera Revolución Industrial, quienes querían destruir las máquinas que ensombrecían su futuro, han adoptado una de las posturas de condena más enérgicas que se registran en la historia de los opositores al avance tecnológico.

La energía nuclear puede ser de dos tipos, la de fisión y la de fusión. En la primera la energía procede de reacciones que rompen átomos de elementos pesados como el uranio o el plutonio, mientras que en la segunda la energía es generada por reacciones que fusionan átomos ligeros de hidrógeno. Aun cuando ambos tipos han sido utilizados para producir armas nucleares, únicamente los procesos de fisión han sido empleados para generar energía destinada a la producción. Estas limitaciones están determinadas por el nivel actual del avance científicotecnológico que establece una frontera para la energía de fusión que según el consenso de los científicos no puede ser rebasada en el futuro inmediato. La energía atómica de fisión es, pues, la única que ha sido utilizada en el abasteci-

miento energético y es de la que nos ocuparemos en este capítulo.

Esta energía nació en 1942, cuando un grupo de científicos encabezado por Enrico Fermi, operó el primer reactor de la historia en la Universidad de Chicago; en realidad, este reactor no estaba destinado a producir algo, sino únicamente a demostrar la viabilidad de generar y controlar una reacción atómica en cadena. A partir de ese avance inicial se han elaborado varias tecnologías para producir y aprovechar la energía nuclear, cada una de las cuales tiene sus especificidades. El primer reactor destinado a generar energía eléctrica para el consumo fue conectado a una red de distribución en Inglaterra en 1953 y utilizaba grafito como elemento controlador y bióxido de carbono para efectuar la transferencia térmica. Este sistema fue la base de las industrias nucleares británica y francesa hasta 1967 en que esa tecnología fue abandonada. En Estados Unidos, el primer reactor para producir electricidad fue conectado en Shippingport, Pennsylvania, en 1957 y utilizaba agua ligera para la transferencia térmica y como elemento moderador(20).

La elección de una tecnología determinada para desarrollar la industria energética nuclear de un país tiene una gran importancia que desborda los límites de la economía o la técnica para penetrar en el terreno político. El examen de este fenómeno vierte una gran claridad sobre la naturaleza de las revoluciones productivas y debe ser hecho con todo cuidado. La tecnología basada en agua ligera u ordinaria que es la que abunda en la naturaleza y que se utilizó en el primer reactor industrial de Esta-

dos Unidos se constituyó en la base del desarrollo posterior de la industria nuclear estadounidense y terminó por imponerse avasalladoramente no sólo en ese país sino también en Europa y Japón, desplazando tecnologías alternativas hasta que en la actualidad sólo sobrevive como competidor potencial en el mercado, el método basado en el deuterio o agua pesada y que es favorecido por los canadienses(21). Este, sin embargo, es un asunto que examinaremos después, cuando analicemos la relación entre la nueva base energética y el entorno heredado de la SRI y por ahora nos dedicaremos a evaluar las potencialidades y limitaciones de la energía nuclear para llenar el vacío dejado por el petróleo.

El combustible empleado en las plantas nucleares que se han construido o se están construyendo es el uranio. La tecnología utilizada en su uso juega un papel importante en la duración de los recursos disponibles. Los reactores de agua ligera que, como hemos visto, han dominado el mercado utilizan unas 5 400 toneladas cortas de uranio para una unidad de mil megawatts de capacidad. Pero incluso dentro de la tecnología del agua ligera esta eficiencia puede ser modificada reciclando el combustible gastado con lo que se recupera el uranio no utilizado por lo que la demanda de este desciende un 17%. Si se recicla el plutonio existente en los desechos, el uranio requerido por la planta se reduce en un 18% adicional(22). Esta información debe ser complementada con la relativa a las reservas mundiales de uranio y a la demanda de energía eléctrica que es la que se genera en las plantas nucleares. Las estimaciones

correspondientes a las disponibilidades mundiales de uranio dentro del marco de los límites económicos prevaletcientes aparecen en el cuadro 7.5 que incluye su desglose por regiones.

CUADRO 7.5

RECURSOS MUNDIALES DE URANIO
Miles de toneladas cortas

Región	Cantidad recuperable a \$10-\$35/libra	Recursos adicionales(a)	Cantidad total
Africa	306	96	402
Asia	41	34	75
Europa	421	91	512
Norteamérica	770	2,740	3,510
Sudamérica	21	23	44
Oceanía	268	89	357
Total mundial	1,827	3,073	4,900

Fuente: World Energy Conference, 1976, citado en The Global 2000 Report to the President, op.cit., p.194

a) incluye todos los recursos indicados o inferidos adicionales a la cantidad recuperable.

Como puede observarse la región más rica en uranio es Norteamérica pese a lo cual los recursos totales de que dispone sólo permiten la construcción de un sistema de centrales nucleoelectricas con una capacidad agregada de aproximadamente 600 gigawatts(23). Como la industria estadounidense generadora de electricidad tenía en 1982 una capacidad instalada de 550 gigawatts(24) resulta que la totalidad de su disponibilidad de

uranio únicamente basta para construir un sistema nucleoelectrico con tecnología de agua ligera con capacidad generadora de magnitud similar al existente en 1982 basado en una combinación de tecnologías y el cual duraría la vida útil de las plantas. Si examinamos ahora el panorama mundial nos encontramos que el uranio disponible en el planeta estimado en 4 900 miles de toneladas cortas, permitiría la construcción de un sistema de reactores de agua ligera con capacidad de 800 gigawatts. Estas cifras llevan al Global 2000 Report to the President a informar que como combustible para los reactores nucleares de la presente generación "los recursos de uranio representan actualmente una fuente de potencial limitado comparable en magnitud a los recursos recuperables disponibles de petróleo y gas"(25).

Es preciso agregar a lo anterior que esta afirmación del Report se refiere al mundo en su conjunto, pero hay regiones del mismo, entre las que destaca América Latina, con existencias muy reducidas de uranio por lo que el futuro de su abasto energético basado en la energía nuclear se presenta aún más problemático y dependerá de un comercio internacional amplio y confiable de este recurso, condición que en las circunstancias previsibles no parece probable.

A estas barreras para que la energía nuclear se desarrolle en una escala masiva es necesario agregar otras. En varios países se han organizado movimientos de opositores a la expansión de esta fuente energética que obstaculizan su progreso. En Estados Unidos las fuerzas antinucleares han desarrollado una acción particularmente efectiva y habían conseguido fre-

nar prácticamente el crecimiento de la industria nuclear estadounidense, incluso antes del accidente del reactor de Three Mile Island en marzo de 1979(26). Siendo la Nueva Inglaterra una región comparativamente pobre, desprovista de petróleo y con inviernos muy fríos, se hubiera pensado que sus pobladores verían con gran simpatía una fuente energética como la atómica que viniera a aliviar sus carencias; resultó, por el contrario, la cuna de la cruzada antinuclear en la Unión Americana. Esta surgió cuando después de una difícil lucha legal en los tribunales y las agencias reguladoras gubernamentales, la empresa Public Service Company of New Hampshire recibió los permisos para construir la central nuclear de Seabrook. Un grupo de sus derrotados oponentes decidieron continuar la lucha por medios extralegales para lo cual formaron la Clamshell Alliance, declarándose "irreductiblemente opuestos a la construcción de ésta y de todas las demás plantas nucleares" e invadió en mayo de 1977 el sitio destinado a la construcción con unos dos mil manifestantes dando lugar a más de mil arrestos. La empresa tuvo que afrontar una serie de demoras que incrementaron el costo de las instalaciones hasta poner en duda su viabilidad económica(27).

Los adversarios de la energía nuclear esgrimen tres argumentos principales, dramáticamente sintetizados por Paul R. Ehrlich en su prólogo a un libro que lleva el significativo título de The Silent Bomb(28). En primer término está el problema presentado por los desechos radioactivos generados por los reactores de fisión. Después de décadas de intentos no se han logrado establecer procedimientos permanentes y seguros

para almacenar esos desechos y actualmente se les almacena en depósitos provisionales en espera de que logren construirse almacenes que llenen los requisitos de seguridad y permanencia por milenios. En segundo término se presenta el peligro de un accidente en una central nuclear en operación que origine un derrame de sustancias radioactivas que contaminen la atmósfera, el agua y el terreno con graves daños para la vida no sólo de la presente generación sino de también de las futuras. Por último, se tiene la amenaza de que grupos terroristas puedan tener acceso a materiales que les permitan construir armas atómicas, amenaza que sólo puede minimizarse mediante la poco atractiva opción de establecer un Estado policíaco que implemente rígidas medidas de seguridad. Un peligro vinculado al anterior es que un gobierno irresponsable fabrique armas atómicas utilizando la proliferación tanto del equipo como de la tecnología que conlleva la continua expansión de la industria nuclear.

Los adversarios del crecimiento de la energía nuclear han demostrado una gran habilidad para dramatizar los argumentos esgrimidos presentándolos en frases y expresiones de gran impacto emocional. Así refiriéndose al problema del almacenamiento de los desechos radioactivos en depósitos provisionales, Ehrlich afirma que lo que la humanidad está haciendo con estas prácticas es tomar por la cola un tigre inmortal con la esperanza de que en el futuro alguien descubra una forma segura de soltarlo(29). Independientemente de la capacidad para presentar sus puntos de vista con una fuerza dramática que les ha dado una gran efectividad para movilizar la opinión pública,

está el hecho de que no se puede negar que la energía atómica presenta peligros sin precedente en la historia, como aparece confirmado en el frío lenguaje burocrático de numerosos documentos oficiales. La industria nuclear en general y los reactores de las plantas nucleoelectricas en particular, producen al operar una variedad de sustancias radioactivas que incluyen estroncio 90, yodo 131, cesio 137, plutonio 239 y tritio, todas las cuales son cancerígenas, aun cuando entre ellas el plutonio destaca por su peligrosidad ya que su carácter tóxico perdura por un mínimo de 250 mil años(30). Se han sugerido todo tipo de ingeniosas formas para almacenar esta basura, desde depósitos hechos en cavernas subterráneas, hasta almacenes bajo el hielo de la Antártica sin que se haya desarrollado un sistema satisfactorio.

La amenaza de un accidente en una central nucleoelectrica fue una barrera incluso antes del accidente de la planta de Three Mile Island en 1979. El término derretimiento (melt-down) representa tal vez la peor pesadilla de los científicos y técnicos nucleares. La reacción atómica en cadena en la pila de uranio genera una gran cantidad de calor que se aprovecha para producir electricidad, pero que debe ser regulada por un sistema refrigerante; en caso de fallar éste, el sobrecalentamiento del núcleo de uranio causa su derretimiento, el cual no sólo destruye el reactor sino que al perforar la construcción que lo alberga y protege permite el escape de sustancias radioactivas al exterior con grave peligro para todas las formas de vida. Es-

te proceso fue el que se profujo, aun cuando de una manera parcial, en la central nucleoelectrica de Three Mile Island el 28 de marzo de 1979. Una válvula defectuosa provocó una importante disminución del agua refrigerante del reactor, al mismo tiempo que un sistema de instrumentos mal diseñado informaba a los técnicos que había un exceso de agua en el sistema de refrigeración cuando en realidad sucedía lo contrario. En consecuencia, las medidas tomadas por los operadores eliminaron la capacidad de enfriamiento y se produjo el sobrecalentamiento del nucleo que casi se derritió(31). Este grave acontecimiento proporcionó un nuevo ímpetu a los adversarios de la energía nuclear quienes incrementaron su oposición. En abril de 1986, un nuevo accidente aún peor ocurrió en la central nucleoelectrica de Chernobyl en la Unión Soviética, cuando un derretimiento en uno de los reactores provocó una explosión que semidestruyó el edificio que lo albergaba y lanzó grandes cantidades de material radioactivo a la atmósfera donde fue transportado por los vientos a través del territorio soviético hasta alcanzar países extranjeros como Suecia donde fue detectado por los instrumentos de la planta nuclear de Forsmark(32). Había surgido una nueva barrera en el camino de la energía nuclear.

Pese a todas las dificultades y obstáculos que la energía nuclear ha enfrentado para su desarrollo, éste ha sido incesante y para 1986 la industria contaba con 374 centrales nucleares en el mundo de acuerdo con el cómputo de la International Atomic Energy Agency, las cuales proporcionan el 15%

de la energía eléctrica producida a escala planetaria(33). Sin embargo, no puede esperarse que pueda llegar a ocupar el sitio de privilegio que dentro de la base energética tuvo primero el carbón y después el petróleo. Esta imposibilidad derivada de los obstáculos examinados, era ya manifiesta desde hace varios años. La tragedia de Chernobyl no viene a alterar esa situación fundamental sino únicamente a confirmarla. Ahora bien, si ninguna de las tres fuentes energéticas que hemos examinado, el petróleo, el carbón y el átomo pueden proporcionar la mayor parte del volumen de energía que requerirá la TRI, es preciso examinar las energías alternativas para tratar de evaluar su posible contribución en la oferta energética del futuro.

N O T A S

- 1.- Larry Martz y otros, "The Nuclear Bargain", Newsweek, 12 de mayo de 1986, p.24.
- 2.- William Burger y otros, "Oil's Crash Landing", Newsweek, 3 de febrero de 1986, p.18.
- 3.- Michael Meyer, "Battling the Hog Cycle", Newsweek, 3 de febrero de 1986, pp.20,21.
- 4.- Stephen Koepf y otros, "Cheap Oil!", Time, 14 de abril de 1986, pp.62,63.
- 5.- Robert Stobaugh, "After the Peak: The Threat of Hostile Oil", Robert Stobaugh y Daniel Yergin, Energy Future, Report of the Energy Project at the Harvard Business School, New York, Vintage Books, 1983, pp.32-37.
- 6.- Utilizamos la expresión millón de millones para evitar la confusión por el diferente uso que se da al término billón que puede significar mil millones o un millón de millones.
- 7.- Library of Congress, Congressional Research Service, Project Interdependence: U.S. and World Energy Outlook Through 1990, Washington, Government Printing Office, 1977.

- 8.- Global 2000 Report to the President, op.cit., p.190, apud, Oil and Gas Journal, diciembre 26, 1977.
- 9.- World Energy Conference, Conservation Commission Report on Oil Resources, 1985-2020, Executive Summary, London, agosto 15, 1977, apéndice, p.18 en The Global 2000 Report to the President, op.cit., p.190.
- 10.- Bruce Nussbaum, The World after Oil, New York, Simon and Schuster, 1983, pp.71,74.
- 11.- Miguel S. Wionczek y Marcela Serrato, Las perspectivas del mercado mundial del petróleo para los ochenta, México, El Colegio de México, 1981, (Cuadernos sobre prospectiva energética), pp.1,2.
- 12.- Douglas Martin, "Canadá se colocó como segundo proveedor de crudo para E U", New York Times, versión española de Excelsior, sección financiera, 20 de agosto de 1985.
- 13.- Hans H. Lansberg y otros, Energy: The Next Twenty Years, Cambridge, Mass., Ballinger Publishing, 1979, pp.228,229.
- 14.- Idem, p.296
- 15.- Mel Horwicht, "Coal: Costrained Abundance" en Stobaugh, op.cit., p.113.
- 16.- Estudio de la compañía Bechtel para Workshop on Alternativa Energy Strategies en Carroll L. Wilson, Energía: perspectivas mundiales 1985-2000, trad. Manuel Fernández Colinos, México, Fondo de Cultura Económica, 1981, p.265.
- 17.- Para una historia de las luchas en la industria carbonífera estadounidense, véanse United Mine Workers of America, it's Your Union, Pass It On, 1976; Hoyt N. Wheeler, "Mountaineer Mine Wars: An Analysis of the West Virginia Mine Wars of 1912-1913 and 1920-1921", Business History Review, 50, primavera 1976, pp.69-91; Alicia Tyler, "Dust to Dust" Washington Monthly, enero 1975, pp.49-58; Melvyn Dubofsky y Warren Van Tyne, John L. Lewis: A Biography, New York, Quadrangle, 1977, citados en Horwicht, op.cit., p.376.
- 18.- Horwicht, op.cit., p.116.
- 19.- Ben Bova, The High Road, New York, Pocket Books, 1983, p.100.
- 20.- Irving C. Bupp, "Nuclear Power: The Promise Melts Away" en Stobaugh, op.cit., pp.140,141.
- 21.- Idem.

- 22.- The Global 2000 Report to the President, op.cit., p.193.
- 23.- Un gigawatt equivale a mil millones de watts.
- 24.- Bupp, "Nuclear Power: The Promise Melts Away", op.cit., p.137.
- 25.- The Global 2000 Report to the President, op.cit., pp.193, 194.
- 26.- Bupp, "Nuclear Power: The Promise Melts Away", op.cit., p.136.
- 27.- Garreau, op.cit., pp.23,24.
- 28.- Paul R. Ehrlich, "Foreword", Peter Faulkner (ed.), The Silent Bomb, A Guide to the Nuclear Energy Controversy, New York, Vintage Books, 1977, pp.ix-xii.
- 29.- Idem, p.x.
- 30.- Idem, pp.115-123. Véase además G. Tyler Miller, Living in the Environment: Concepts, Problems and Alternatives, Belmont, Calif., Wadsworth, 1975, pp.E81-E84; John W. Gofman y Arthur R. Tamplin, Poisoned Power: The Case Against Nuclear Power Plants, New York, New American Library, 1974, para una visión crítica de la energía nuclear.
- 31.- Bupp, "Nuclear Power: The Promise Melts Away", op.cit., p.135. Para un relato detallado del accidente véase Daniel Martin, Three Mile Island: Prologue or Epilogue, Cambridge, Mass., Ballinger Publishing, 1980.
- 32.- Joyce Barnathan y otros, "The Chernobyl Syndrome" Newsweek, 12 de mayo de 1986, pp.12-18.
- 33.- Martz, op.cit., p.25.

.. CAPITULO OCTAVO

ENERGIA DIVERSIFICADA Y TERCERA REVOLUCION INDUSTRIAL

El recurso más importante es la energía pues es la llave de todos los demás.

Richard J. Barnet(1)

I

Las fuentes energéticas alternativas han sido llamadas por algunos autores "energías nuevas", aún cuando prácticamente todas han sido utilizadas por el hombre desde hace siglos o milenios; este nombre, sin embargo, no es inadecuado, pues en gran medida la tecnología contemporánea así como la que se espera desarrollar en el futuro implican formas novedosas de aprovechar esas fuentes, en si, antiquísimas, de energía(2). En efecto, con la publicación de trabajos de prospectiva en que se pronosticaba una crisis general por agotamiento de las fuentes energéticas tradicionales, en especial el petróleo, advertencias que parecieron tener su confirmación con las crisis que se presentaron en esta área en la década de los años setenta, caracterizada por periodos de escasez y una tendencia alcista sostenida en los precios de los hidro-

carburos, las sociedades y los gobiernos comenzaron a tener conciencia de la importancia de la base energética de las economías, que antes se consideraba como un dato y se iniciaron estudios de energías alternativas que pudieran remplazar a las que se agotaran. Los autores de estos análisis mostraron predilección por aquellas cuyo carácter renovable y no contaminante no presentaran los problemas que hemos revisado. Entre éstas se examinaron la energía solar, la geotérmica y la gravitacional.

Con escasas excepciones, estas formas de energía sólo tienen en la actualidad una importancia marginal y es poco probable que en las próximas tres décadas puedan generar una porción de la oferta energética que les permita substituir a las energías ya examinadas. Una revisión de las potencialidades de la energía solar permite entender las causas de estas limitaciones. Desde luego, la energía solar es la fuente originaria de otras energías que ya hemos examinado como el carbón y el petróleo, que proceden de la fosilización de organismos vivientes durante las eras geológicas, cuya existencia la hizo posible la radiación solar y está también en el origen de energías como la eólica y la hidráulica. Sin embargo, cuando se habla de energía solar, generalmente se hace referencia al aprovechamiento de la radiación directa actual del sol y con este sentido utilizaremos aquí el término. Incluso dentro de este ámbito reducido las tecnologías para aprovechar la energía solar son múltiples y, desde luego, su potencial varía

mucho de unas a otras. Antonio Alonso y Luis Rodríguez, investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México, clasifican estas tecnologías en cuatro categorías, de las cuales las dos primeras contienen múltiples variedades: procesos termodinámicos, sistemas fotovoltaicos, procesos fotoquímicos y sistemas termiónicos(3). También conviene tener presente otra clasificación que divide las tecnologías en las de baja temperatura y las de alta temperatura, ya que cada una tiene posibilidades y eficiencias diferentes(4).

Pese a la proliferación de variedades tecnológicas, muy pocas de ellas parecen ofrecer la posibilidad de dar a la energía solar una posición significativa en la oferta energética en los próximos años. La energía solar que recibe el planeta es inmensa y ha sido estimada en 1.74×10^{14} kW(5), pero enfrenta grandes barreras para su empleo en la planta productiva entre las que destacan su extrema difusión y las grandes variaciones que tiene en el tiempo y en el espacio. Las tecnologías que, de acuerdo con la opinión de la mayoría de los especialistas, tienen mayores perspectivas de viabilidad son los colectores planos para calentamiento de agua que no requieren mantenimiento, los sistemas térmicos pasivos usualmente vinculados a la helioarquitectura, los colectores planos para aire asociados con sistemas destinados a secar materiales orgánicos y las celdas fotovoltaicas destinadas a ser útiles en sitios alejados de las redes de distribución de energía eléctrica y que requieren una capacidad generadora modesta. Actualmente las demás variedades tecnológicas sólo son útiles en casos muy es-

pecíficos o sus perspectivas son a largo plazo(6).

Unas cifras darán idea de la magnitud de la barrera que representa la gran difusión de la energía solar: los Estados Unidos utilizan unos 80 Q de energía anualmente(7) y para lograr captar esa energía procedente del sol se requiere un área de 7 272 kilómetros cuadrados, si se supone una eficiencia del 100%. Sin embargo, la eficiencia de los sistemas dista mucho de aproximarse a ese máximo; así, por ejemplo, utilizando celdas fotovoltaicas con una eficiencia del 7.5% se requieren 134 mil kilómetros cuadrados de superficie para generar la energía consumida por la economía estadounidense(8). Estas cifras revelan la inviabilidad de cualquier proyecto que considere utilizar la conversión fotovoltaica, procedimiento que aprovecha la capacidad de ciertos materiales para generar energía eléctrica al recibir radiación solar(9) para producir cantidades industriales de energía. En otros términos, una pequeña fracción del territorio de la Unión Americana recibe del sol una energía equivalente a toda la que consume la economía de ese país, pero por otro lado, la magnitud de las instalaciones para captar y transformar dicha radiación en energía utilizable son inmensas y económicamente inviables. En contrapartida, es preciso señalar que si los sistemas fotovoltaicos no pueden, hasta donde puede visualizarse, hacer contribuciones cuantitativamente importantes al abasto energético, en cambio su aportación cualitativa ha resultado de gran importancia en campos como el de los satélites artificiales en donde las cir-

cunstancias operan en favor de esta tecnología ya que al pequeño volumen de la demanda se añaden las condiciones óptimas de captación de la radiación solar en un entorno libre del estorbo representado por la atmósfera terrestre y sus perturbaciones y una indiferencia relativa al costo. Dada la importancia de las comunicaciones en la conformación de la TRI, los sistemas de conversión fotovoltaica son una pieza cualitativamente importante para integrar la base energética del futuro.

La forma más lógica de utilizar la energía solar es para producir calor, proceso en donde se obtiene la máxima eficiencia. Existen dos tecnologías: la de baja temperatura y la de alta temperatura. La primera se utiliza para la calefacción de habitaciones y el calentamiento de agua para uso doméstico y la temperatura lograda no rebasa los cincuenta grados centígrados, lo que impide su uso en sistemas de calefacción tradicionales. Un procedimiento consiste en recubrir la fachada meridional de una casa con una cubierta de vidrio separada unos centímetros, la que permite penetrar los rayos solares pero impide la reemisión de rayos infrarrojos al exterior, creando un efecto invernadero que atrapa energía térmica entre el muro y su cubierta de vidrio. Bastará que exista un sistema de circulación para que este calor sirva para la calefacción de la casa. Este sistema, o variantes del mismo, ya ha sido utilizado en varios países y ha dado lugar a una arquitectura novedosa y atractiva(10). Otros métodos permiten además el calentamiento de agua para usos domésticos.

En los sistemas de alta temperatura es necesario concentrar la energía solar lo cual se logra generalmente por medio de un conjunto de espejos. Una de las instalaciones más ambiciosas es la erigida por Francia en Odeillo, en los Pirineos, y que consta de un inmenso espejo parabólico de 54 metros de largo por 40 de alto, integrado por 9 500 espejos individuales, el cual a su vez recibe los rayos solares enviados por 63 espejos planos situados frente a la parábola y que siguen los movimientos del sol por medio de mecanismos regulados por controles ópticos y electrónicos. Esta imponente instalación, que se ha convertido en un símbolo de la energía solar de alta temperatura, ha conseguido obtener niveles hasta de 3 800° centígrados. Este nivel térmico permite eficiencias que no pueden obtenerse a bajas temperaturas y a esta ventaja debe agregarse otra: la pureza, que no puede lograrse con sistemas que implican desprendimiento de gases u otros elementos contaminantes, lo que ha posibilitado experimentos con nuevas aleaciones para la industria aeroespacial(11).

Pese a todos estos avances la energía solar se enfrenta a una barrera que no siempre es bien comprendida: la económica. En efecto, para que un sistema productivo tenga aceptación social es necesario que su producto tenga un costo competitivo, salvo en los casos en que esta limitación es rebasada por consideraciones de otra índole, como, por ejemplo, el valor militar de un sistema determinado. La energía solar incluso en el caso que le es más favorable, el de su uso para calefacción no ha demostrado satisfactoriamente cumplir esa

condición esencial. Las comparaciones entre los diversos sistemas energéticos no son fáciles de hacer ya que implican relacionar la inversión inicial y los ahorros futuros traídos a "valor presente", lo cual a su vez significa estimar las condiciones futuras de los costos de combustible, mantenimiento, tasas de inflación y de interés, etcétera(12). Esto permite que puedan presentarse posiciones contradictorias respecto a la viabilidad económica de la energía solar. Sus partidarios afirman que la calefacción ambiental con sistemas térmicos pasivos es económicamente competitiva en relación a los combustibles convencionales en casi todo el territorio de Estados Unidos, para casas destinadas a la clase media con una demanda energética promedio de 15 000 Btu/día (casi 3 kw/día) y también en casas para la clase media alta con un consumo de 25 000 Btu/día (casi 5 kw/día) y se añade que en el territorio estadounidense existen ya 4 500 casas y varios cientos de edificios dotados de calefacción a base de energía solar y que se progresa en sistemas más elaborados capaces de suministrar el 100% de la demanda energética de una casa(13). En contrapartida, los Meinel(14) señalan que esta energía no es competitiva con los sistemas tradicionales de calefacción cuando se dispone de electricidad a los precios vigentes en Estados Unidos. Así, para una casa en Colorado, sitio que se considera muy favorable para el uso de energía solar en la calefacción de viviendas y asumiendo que éstas tienen un buen aislamiento y en las condiciones usuales de financiamiento e incentivos fiscales y con electricidad con un costo de 50 mills por kwh como alternativa,

condición esencial. Las comparaciones entre los diversos sistemas energéticos no son fáciles de hacer ya que implican relacionar la inversión inicial y los ahorros futuros traídos a "valor presente", lo cual a su vez significa estimar las condiciones futuras de los costos de combustible, mantenimiento, tasas de inflación y de interés, etcétera(12). Esto permite que puedan presentarse posiciones contradictorias respecto a la viabilidad económica de la energía solar. Sus partidarios afirman que la calefacción ambiental con sistemas térmicos pasivos es económicamente competitiva en relación a los combustibles convencionales en casi todo el territorio de Estados Unidos, para casas destinadas a la clase media con una demanda energética promedio de 15 000 Btu/día (casi 3 kw/día) y también en casas para la clase media alta con un consumo de 25 000 Btu/día (casi 5 kw/día) y se añade que en el territorio estadounidense existen ya 4 500 casas y varios cientos de edificios dotados de calefacción a base de energía solar y que se progresa en sistemas más elaborados capaces de suministrar el 100% de la demanda energética de una casa(13). En contrapartida, los Meinel(14) señalan que esta energía no es competitiva con los sistemas tradicionales de calefacción cuando se dispone de electricidad a los precios vigentes en Estados Unidos. Así, para una casa en Colorado, sitio que se considera muy favorable para el uso de energía solar en la calefacción de viviendas y asumiendo que éstas tienen un buen aislamiento y en las condiciones usuales de financiamiento e incentivos fiscales y con electricidad con un costo de 50 mills por kwh como alternativa,

el precio de equilibrio de ésta es de 16.24 dólares por pie cuadrado, mientras que el costo de la instalación de energía solar calculado como un promedio de los costos de 96 instalaciones reales realizadas con criterio comercial(15) resultó de 38.95 dólares por pie cuadrado, lo cual es considerablemente superior al precio de equilibrio de los sistemas eléctricos convencionales.

Es interesante mencionar que de acuerdo con estos autores, dos elementos que se mencionan a menudo como mecanismos que pueden hacer económicamente más viable la energía solar, no tienen la importancia que se les atribuye. Estos elementos son una elevación en el precio de otras energías y la manufactura masiva de los sistemas para uso de la radiación solar que permita abatir sus costos. Respecto a lo primero debe tenerse presente que el encarecimiento de los energéticos genera procesos inflacionarios que hacen que la brecha entre los costos de los diversos sistemas no se cierre en la forma esperada por los partidarios de la energía solar y en relación con las economías de escala, aclaran que el costo en fábrica del equipo es sólo una fracción de su costo final ya instalado, por lo que incluso si dicho equipo fuera gratuito no se alcanzaría el precio de equilibrio. La única solución a este respecto parece ser un cambio en los sistemas utilizados en la industria de la construcción que permita abatir los costos que implica instalar los equipos, así como su transporte y comercialización (16).

Lo anterior hace ver cuan difícil es llegar a con-

clusiones firmes sobre los costos comparativos entre diversas energías, incluso en el interior de un mismo país. Los razonamientos se complican cuando se trata de comparar las ventajas de dichas energías en sociedades diferentes cuyos patrones culturales son contrastantes. Así, se tiene que en 1983 había 400 mil instalaciones de calefacción solar en Estados Unidos mientras que en Japón se contaban más de 2 millones, ventaja que se explica por el hecho de que los japoneses utilizan menos agua caliente que los estadounidenses, lo que resulta en instalaciones más pequeñas que no requieren bombas para circular el agua caliente sino que utilizan la presión de ésta, sistema conocido como termosifón. Este es mucho más económico pero requiere de condiciones sociales propicias para su uso como se refleja en el hecho de que en el año de 1980 se vendieron 250 mil termosifones en Japón y sólo 10 mil en Estados Unidos(17).

De esta manera, la gran cantidad de variables que intervienen en las estimaciones de la viabilidad económica de la energía solar hace muy complicado el trabajo de prospectiva sobre la misma. Pese a estas dificultades parece posible hacer dos afirmaciones con relativa seguridad acerca de dicha fuente. La primera es de que se trata de la energía más deseable por su carácter renovable y no contaminante, por lo que existe un consenso de que debe impulsarse su desarrollo por todos los medios y la segunda consiste en que pese a sus bondades no es factible que en las próximas tres décadas llegue a representar

una porción mayoritaria de la oferta energética. Sobre este particular es conveniente señalar que Denis Hayes, organizador del Día Internacional del Scl y uno de los más fervorosos apóstoles de la energía solar afirmó que ésta puede llegar a representar el 40% del consumo energético, pero que esto es poco probable pues para lograrlo se requeriría una movilización social tan basta como la realizada en ocasión de la segunda guerra mundial(18). La dificultad para que la energía solar ocupe el sitio de privilegio que el petróleo ha tenido, dificultad que, como ya hemos visto, comparte con el carbón y el átomo nos conduce a revisar aun cuando sea rápidamente otras fuentes de energía para evaluar sus posibles contribuciones a la estructuración del abasto energético de la TRI.

II

Existen varias fuentes de energía primaria que comparten con la solar las muy deseables características de ser renovables y no contaminantes. Entre ellas están las energías hidráulica, eólica y gravitacional. La hidráulica está ya siendo utilizada extensamente y su uso seguirá expandiéndose en el futuro, sin embargo, sus potencialidades tienen límites muy inferiores incluso a la oferta energética total en la actualidad, para no mencionar la futura. En efecto, la totalidad del potencial hidroeléctrico mundial ha sido estimada en 2,226,803 megawatts, volumen del cual actualmente está

desarrollada una capacidad de 315,137 megawatts, o sea, el 14.2% del total y la cual es capaz de generar 1,348,554 gigawatts hora anuales, equivalentes a unos 4.6 Q(19), cantidad minúscula comparada con el consumo, pero si se llegara a desarrollar la totalidad del potencial hidroeléctrico planetario, éste proporcionaría 9,700,274 gigawatts hora por año, equivalentes a 33.1 Q, volumen notoriamente inferior al consumo mundial que fue de aproximadamente 250 Q en 1976(20) o incluso a la demanda de la economía estadounidense que, como ya se ha visto, es de 80 Q anuales. Estas limitaciones que sufre la energía hidráulica para ocupar un sitio de privilegio en el abasto energético son, obviamente, teóricas y en la práctica son aún mayores, especialmente desde el punto de la TRI, ya que la mayor parte de los mejores emplazamientos para la generación de hidroelectricidad en los países industriales ya han sido aprovechados y existen además consideraciones ecológicas que dificultan la construcción de presas en los que todavía están disponibles. En consecuencia, el mayor desarrollo de esta fuente energética en el porvenir será en los países subdesarrollados(21).

Las mareas son una fuente potencial de energía con características que semejan en ciertos aspectos a la ofrecida por los ríos. Las diferencias más importantes son su carácter bidireccional que cambia el sentido del flujo dos veces por día y la necesidad de utilizar materiales más resistentes a la corrosión. Actualmente sólo existen dos instalaciones en funcionamiento, una en Francia y otra pequeña de tipo

piloto en la Unión Soviética. Una revisión de los sitios con potencialidades para ubicar plantas generadoras(22) sólo permite asignarle a esta fuente un carácter complementario.

La energía eólica tiene, como la solar, el atractivo de ser renovable y los inconvenientes de su dispersión e intermitencia. Otro problema adicional es que al contrario de lo que pudiera suponerse, si causa perturbaciones en el ecosistema. Una porción evaluada en el 2% de la inmensa cantidad de energía solar recibida por el planeta se convierte en energía eólica y su volumen total ha sido estimado en unos 3.5×10^{12} kW(23), pero sólo una pequeñísima fracción de esa energía puede aprovecharse ya que únicamente es posible utilizar los vientos que fluyen hasta 150 metros sobre el nivel del suelo y, por otra parte, muchas de las corrientes mejores y más rápidas ocurren en lugares como los océanos o en zonas montañosas. Con el objeto de aprovechar esa energía se ha desarrollado una tecnología que procediendo desde la remota antigüedad ha agregado en la época contemporánea nuevos sistemas como la aereoturbinas de eje vertical.

En efecto, existen aereoturbinas de numerosos modelos que pueden agruparse en dos grandes categorías según su eje sea horizontal o vertical. Las primeras son las más conocidas y reproducen con materiales nuevos o tradicionales las utilizadas en los molinos de viento medievales y tienen la desventaja de que requieren un sistema que les permita orientarse en la dirección del viento, lo cual se realiza por medio de una simple veleta en los modelos pequeños pero requiere de

mecanismos más complicados para los grandes. Las segundas, dotadas de un eje vertical, no requieren orientación y constituyen una novedad y se presentan en varios diseños de los cuales el más aceptado es el de rotor tipo Darrieus, cuyas aspas se mejan las de una batidora doméstica.

Las aereoturbinas son utilizadas principalmente para bombear agua en zonas rurales y actualmente están en operación aproximadamente un millón de ellas, casi todas en Australia, Estados Unidos y Sudáfrica(24). La mayoría de estas turbinas tiene una potencia de 0.5 kW, por lo que el conjunto de ellas apenas alcanza un potencial de 500 MW. Las aereoturbinas también son usadas para generar electricidad, pero en este campo alcanzaron su mayor auge antes de 1930 y a partir de entonces han venido siendo desplazadas por el abastecimiento eléctrico proporcionado por las redes de distribución a medida que estas se extienden hasta regiones antes marginadas del servicio.

Lo anterior hace ver las barreras que enfrenta la energía eólica para su expansión y a las cuales debe agregarse su carácter perturbador del ecosistema ya mencionado. Estos mecanismos representan un peligro para las aves principalmente en las rutas seguidas por las especies migratorias. El ecosistema en su dimensión humana también sufre perturbaciones serias: las aspas de aluminio en movimiento provocan interferencia en las ondas de radio y televisión. En Block Island en Nueva Inglaterra se instaló una gigantesca aereoturbinas aprovechando el fuerte viento que sopla, con un costo de

2.3 millones de dólares y posteriormente el gobierno tuvo que erogar 700 mil dólares adicionales para dotar a la localidad de un sistema de televisión por cable para acallar las protestas de los lugareños quienes descubrieron que la turbina les impedía utilizar sus televisores, única fuente de diversión durante las largas noches invernales(25). Podría pensarse que se trata de la simple frivolidad de una sociedad opulenta, pero si se considera que la TRI tiene como uno de sus elementos fundamentales el sistema de comunicaciones, se entiende que la energía eólica enfrenta aquí una barrera nada despreciable a su desarrollo que se agrega a las dimensiones modestas de su capacidad generadora.

Con toda probabilidad, otra fuente de energía, la biomasa, tendrá una mayor importancia en la composición de la base energética futura. Se ha dicho que el mejor transformador de radiación solar en energía utilizable es la caña de azúcar (26). La biomasa o materia vegetal es un producto de la fotosíntesis, proceso por medio del cual las plantas utilizan la energía solar que absorbe la clorofila para combinar las moléculas de oxígeno, hidrógeno y carbón para formar carbohidratos, principal componente de las plantas verdes. La energía representada por la materia vegetal combustible es, desde luego, la más antigua utilizada por el hombre, pero ahora se está estudiando su uso en el marco de una nueva tecnología(27).

La primera consideración de gran importancia al examinar la biomasa como fuente de energía es la relativa al gran volumen de los recursos disponibles. Se estima que el

contenido energético de las reservas probadas de combustibles fósiles, carbón, petróleo y gas, existentes en el subsuelo es del mismo orden de magnitud que el correspondiente a la biomasa que posee la superficie del planeta(28). Por otra parte, la producción anual de biomasa del mundo se ha estimado en 150×10^9 toneladas, con un equivalente energético evaluado entre 1 500 y 2 400 Q(29). Estas cantidades de energía superan el consumo actual de la economía mundial, tal como hemos tenido ocasión de examinar, por lo que, por lo menos teóricamente, la biomasa puede representar una fuente de energía que sea una porción importante de la oferta energética de la TRI.

Para aprovechar la energía de la biomasa se han presentado varias posibilidades tecnológicas. Una de ellas es la combustión directa de productos de desecho que para Estados Unidos se estiman en 826 millones de toneladas anuales, de los cuales 122 millones están disponibles para este propósito(30). Otras alternativas son más novedosas. Se ha propuesto, por ejemplo, el cultivo de plantas marinas en granjas oceánicas y su posterior conversión en metano por digestión anaeróbica, proceso al cual se le atribuye la potencialidad de producir 1 200 Q anuales de energía(31). Desde luego, propuestas como ésta se basan en tecnologías que no han sido desarrolladas y presentan un alto grado de incertidumbre que se traduce en la incapacidad para evaluar su viabilidad económica. El proyecto mejor conocido es el de utilizar el alcohol producido a partir de la caña de azúcar

como combustible para vehículos, sea puro o mezclado con gasolina y que ha comenzado a implementarse en Brasil. El programa tropieza, sin embargo, con obstáculos tales como el hecho de que el cultivo de la caña requiere de tierra de buena calidad con condiciones favorables de insolación, irrigación, etcétera(32).

Los partidarios del uso de la biomasa como fuente energética estiman que en los próximos 50 años se irá perfeccionando una estructura productora de energía que partiendo de la tecnología actual basada principalmente en la combustión directa de los biocombustibles procedentes de residuos, árboles y otros cultivos, avance hasta llegar a depender de granjas productoras de energía con un nivel tecnológico sofisticado como el que representan la fotobiología y la fotoquímica artificiales(33). El grado de incertidumbre que involucran tales proyectos tanto tecnológica como económicamente, a que ya se ha hecho referencia, impide que el futuro del abasto energético pueda basarse en ellos, aun cuando sin duda la biomasa desempeñará un papel importante en el mismo.

Habiendo revisado algunas de las fuentes energéticas renovables, conviene terminar esta parte examinando otras de carácter no renovable. Entre éstas están el gas natural y algunas formas no convencionales del carbón y el petróleo. El gas natural es el más ventajoso de los hidrocarburos, su combustión es muy limpia y no produce contaminaciones sulfurosas en la atmósfera, su extracción y transporte no causa daños al entorno ecológico y su uso no produce las cenizas o desechos ra-

dioactivos que caracterizan al carbón o al átomo. En síntesis, es el "príncipe de los energéticos"(34). El cuadro 6.2 demuestra que ya se utilizó extensamente durante la SRI en Estados Unidos, aun cuando no fue así en Europa y Japón. Para integrar la base energética de la TRI, el gas natural tiene limitaciones. El conocimiento que se tiene de las reservas es aun más impreciso que en el caso de las petroleras y las estimaciones de las reservas mundiales finalmente recuperables hechas después de 1965, han oscilado entre el equivalente de 1.03 y 2.64 millones de millones de barriles de petróleo(35), lo cual representa un grado de imprecisión muy amplio. Una de las estimaciones más confiables es la que aparece en el cuadro 8.1

CUADRO 8.1

PRODUCCION ACUMULADA, PRODUCCION ULTIMA Y RECURSOS FUTUROS DE GAS NATURAL EN EL MUNDO

	Producción acumulada millones de	Producción última millones de	Recursos remanentes pies cúbicos	Contenido energético Q(a)
Estados Unidos y Canadá	526	1,903	1,377	1,405
América Latina	127	532	405	413
Europa no comunista	25	517	492	502
Africa	81	638	557	568
Medio Oriente	158	1,122	964	983
Asia-Pacífico	46	468	422	430
Países comunistas	564	4,478	3,934	4,013
Descubrimientos futuros adicionales	-	342	342	349
Total mundial	1,507	10,000	8,493	8,663

Fuente: Projet Interdependence, op.cit.

a) El factor de conversión es un pie cúbico = 1,020 Btu.

Del examen de los datos del cuadro 8.1 se desprenden varias conclusiones de gran importancia para este análisis. En primer lugar, está la desigual distribución de los recursos remanentes de gas natural en el mundo. Las dos mayores concentraciones están en el Medio Oriente y en los países con economías centralmente planificadas, lo cual tiene obvias implicaciones si se considera la inestabilidad de la primera región y las tensiones y rivalidades existentes entre los países incluidos en la segunda y las naciones con economías de mercado. Pese a estas dificultades se han logrado concretar convenios para proporcionar grandes volúmenes de gas procedentes de yacimientos soviéticos a los países del occidente europeo. Pero incluso si se hace abstracción de las barreras de carácter político, el comercio internacional del gas natural es difícil por razones técnicas ya que el único medio de transporte práctico desarrollado hasta fecha reciente eran los gaseoductos y sólo en los últimos años se ha avanzado en la tecnología de la licuefacción del gas, por lo que únicamente a partir del año de 1975 comenzó el comercio de este recurso en estado líquido(36).

En segundo lugar y de mayor importancia, es la magnitud total de los recursos remanentes de gas natural, en los cuales se incluyen incluso, como lo muestra el cuadro, descubrimientos futuros aun por realizarse. Estos recursos remanentes tienen un equivalente energético de 8,663 Q y si recordamos que el consumo mundial de energía en 1975 fue, como ya lo mencionamos, de unos 250 Q(37), se comprende que el gas natural adolece de las mismas limitaciones que el petróleo. Tomando en

consideración todas las limitantes desde las políticas hasta las representadas por el volumen relativamente pequeño de las disponibilidades, se llega a la conclusión de que la base energética de la TRI tampoco puede centrarse en el consumo de este recurso.

El carbón es, según se ha visto, muy abundante por lo que se han estudiado formas no convencionales de utilizarlo basadas en nuevas tecnologías y que eviten o minimicen algunos de los problemas de que adolece. Una de las tecnologías más prometedoras es la combustión del carbón en un lecho formado por partículas de este material pulverizado suspendidas en una corriente de aire, método que aumenta la eficiencia del proceso al mismo tiempo que disminuye la emisión de los contaminantes de óxido de sulfuro(38). Otras de las nuevas tecnologías se basan en la licuefacción o en la gasificación del carbón y tienen la gran ventaja de poder utilizar la infraestructura ya existente para el transporte y la combustión de líquidos y gases. El país que ha hecho mayores progresos en la licuefacción del carbón es la República de Sudáfrica que se ha defendido así de la inestabilidad del abasto externo de petróleo provocada por la repulsa que genera en el ámbito internacional su política racista. La gasificación del carbón fue una actividad que se practicó en el pasado por más de cien años; hasta que el producto fue desplazado por el gas natural, sin embargo, la tecnología que se utilizó resulta hoy inaceptable por razones tanto ecológicas como económicas, por lo que será necesario un esfuerzo de desarrollo tecnológico a fin de disponer de procesos

más eficientes en ambos niveles(39).

En realidad tanto la licuefacción como la gasificación del carbón tropiezan con barreras económicas que úricamente pueden obviarse cuando existen consideraciones de otra índole, tales como en el caso sudafricano ya mencionado o el de Alemania durante la segunda guerra mundial. A estos obstáculos hay que agregar los inherentes a la extracción del carbón que fueron expuestos en el capítulo anterior y que, obviamente, permanecen vigentes. No parece pues probable que el carbón pueda ocupar el sitio privilegiado que correspondió al petróleo, mediante el uso de estas nuevas tecnologías, aún cuando indudablemente éstas ofrecen posibilidades que no pueden descuidarse, por lo que el esfuerzo de desarrollo tecnológico debe continuar.

La preocupación por asegurar el abasto energético del futuro ha renovado el interés en formas no convencionales de petróleo como las arenas bituminosas y las pizarras petrolíferas. Las primeras están constituidas por arenas que contienen una substancia asfáltica llamada bitumen en proporciones que varían de un depósito a otro y que en casos típicos poseen un 83% de arena, 13% de bitumen y 4% de agua medidos por peso(40). Los recursos de arenas bituminosas son mucho menos conocidos que los del petróleo convencional e incluso los expertos discrepan sobre la línea divisoria entre estas arenas y los crudos pesados y mientras algunos proponen ubicar dicha frontera en los 10° API otros proponen que el criterio sea la carencia de fluidez a temperatura ambiente de las arenas bituminosas en contraste con los crudos pesados(41). Los países poseedores de los mayores

yacimientos de este recurso son Canadá y Venezuela. En Estados Unidos los recursos existentes han sido estimados en 30 mil millones de barriles, pero no se ha llegado a evaluar la cantidad de petróleo que podría obtenerse de esos depósitos si se desarrolla una tecnología adecuada (In situ processing)(42).

Las pizarras petrolíferas es una expresión que cubre toda una variedad de estratos sedimentarios que contienen materia orgánica y que tienen la propiedad de proporcionar petróleo mediante procesos de destilación, pero que no son solubles en sustancias solventes(43). Los depósitos identificados más importantes de estas pizarras están en Estados Unidos y Brasil. Los recursos hipotéticos de pizarras petrolíferas existentes en el mundo son de gran magnitud de acuerdo con las estimaciones de los especialistas, pero su explotación económica se ubica en un futuro remoto y no tendrá significado a la altura del año 2000(44).

Podría concluirse afirmando que el petróleo no convencional tiene recursos cuya magnitud ha sido estimada como superior a la de las reservas probadas del petróleo corriente(45), sin embargo, las barreras económicas y tecnológicas que enfrenta su explotación hacen que no pueda considerarse como una opción realista para llenar el sitio que éste va dejando vacante en la composición de la oferta energética.

III

La revisión que se ha realizado en este capítulo y en el precedente del panorama energético y sus perspectivas

futuras, aun cuando dista de ser exhaustivo, es suficiente para los propósitos de este análisis ya que permite llegar a una serie de conclusiones en relación con la prospectiva de la TRI en materia de energía. En primer término tenemos el hecho de que el petróleo que constituyó la fuente de energía privilegiada durante la SRI está perdiendo esa posición. Las razones de este proceso han sido ya expuestas. En segundo lugar, nos encontramos con que ninguna de las fuentes energéticas alternativas está en posibilidades de llegar a ocupar un sitio de privilegio similar al que ocuparon el carbón o el petróleo durante las dos revoluciones industriales anteriores. La conclusión final que se desprende de todo lo anterior es que la TRI tendrá una base energética diversificada, semejante a un mosaico de diversas fuentes primarias de energía. Esto se refiere, desde luego, al sistema económico en conjunto, aun cuando algunos países individuales si puedan llegar a poseer economías que dependan de una fuente energética privilegiada.

Otras conclusiones igualmente importantes serían las siguientes. No parece justificada la alarma que sobrecogió a los países industriales acerca de una escasez catastrófica de energía que redujese sus economías al estancamiento o incluso a la parálisis y que con el nombre de crisis energética recorrió a partir de 1973 las sociedades industrializadas como un fenómeno omnipresente, casi metálico y tan amenazador como una moderna peste(46). Esta afirmación que parece tan reconfortante, debe ser, sin embargo, fuertemente matizada. En efecto, el abasto energético que requiere la interacción de la TRI, o incluso

la simple prolongación de la actividad económica presente, se logrará sólo si las sociedades avanzadas y sus gobiernos toman medidas enérgicas e inmediatas encaminadas a integrar ese mosaico de fuentes de energía, muchas de las cuales requieren del desarrollo o perfeccionamiento de nuevas tecnologías, todo ello integrado en torno a una visión de largo plazo. Una actitud complaciente derivada de una postura miope conduciría inevitablemente a la catástrofe que parecía tan amenazadora unos años atrás. Este es un peligro real ya que el vertiginoso descenso del precio del petróleo y la sobreoferta del mismo que lo ha provocado pueden conducir a esa complaciente inercia, sobre todo en el caso de sociedades que depositan una confianza excesiva en los mecanismos reguladores del mercado.

En la integración de la base energética del futuro el papel más importante lo tiene el ahorro de energía. Este ahorro equivale a una importante fuente energética primaria y posee, además, el atractivo de disminuir los problemas acarreados por el incremento en el consumo de los energéticos, tales como la contaminación, presiones inflacionarias, dependencia de regiones y países políticamente inestables, etcétera, en vista de lo cual este factor debería gozar de gran aceptación. Sin embargo, no es así. Una de las razones de que el ahorro no goce de la popularidad a que tiene derecho es la idea prevaleciente en amplios sectores sociales de que el ahorro energético está vinculado con el estancamiento económico y el descenso del nivel de bienestar(47). No obstante, las estadísticas demuestran que países como Estados Unidos utilizan una cantidad excesiva de

energía para producir una unidad de riqueza. En el cuadro 8.2 se comparan el producto nacional por habitante y la cantidad de energía necesaria para producir un millón de dólares de producción.

CUADRO 8.2
RELACION RIQUEZA POR HABITANTE Y COCIENTE ENERGIA PRODUCTO EN 1980

Pais	PNB por ha bitante en dolares	Cociente PNB/energía Toneladas de equivalen te de carbón por millón de dólares de PNB	Indice Estados U nidos=100
Estados Unidos	11,500	9.1	100
Gran Bretaña	9,100	5.4	59
Canadá	10,300	9.8	108
Francia	12,300	3.9	43
Japón	9,400	4.2	46
Suecia	14,300	4.4	48
Unión Soviética	5,200	10.7	118
Alemania Federal	13,400	4.8	53

Fuente: Energy Decade, World Energy Industries; United Nations, Handbook of Economic Statistics en Yergin, "Conservation..." op.cit., p.181

Como puede observarse hay naciones más ricas que Estados Unidos como Suecia y la República Federal Alemana que utilizan aproximadamente la mitad de la energía para producir la misma cantidad de riqueza que la economía estadounidense. Por el contrario, los dos países más ineficientes en el uso de los energéticos, Canadá y la Unión Soviética, son al mismo tiempo más pobres que la Unión Americana. Las cifras indican que es posible ahorrar grandes volúmenes de energía sin frenar el desarrollo o abatir el nivel de bienestar. Este hecho está plenamente recono-

cido por el informe WAES que concluye que la conservación de la energía es la mejor fuente energética alternativa y debe desempeñar un papel central en las estrategias sobre energía tanto mundiales como estadounidense(48). La Comunidad Económica Europea, por su parte, por la resolución del Consejo de Ministros del 9 de junio de 1980, fija para los estados miembros como objetivo para 1990 el disminuir el coeficiente entre la tasa de crecimiento de la demanda bruta de energía primaria y la del producto nacional bruto a 0.7%(49).

Dada la importancia del ahorro en la conformación de la base energética de la TRI debemos examinar de que manera contribuyen las estructuras heredadas de la SRI para obtenerlo. El capital altamente concentrado no parece tener motivaciones que lo conduzcan a propiciar el ahorro y precisamente una de las barreras para lograr éste es que beneficia principalmente a pequeñas y medianas empresas, como los fabricantes de materiales aislantes cuyo peso en la toma de decisiones no es muy grande(50). En estas circunstancias, el Estado tiene un papel decisivo que desempeñar en el fomento del ahorro. Un ejemplo de esto es la Ley de Política Energética y Ahorro aprobada por el gobierno estadounidense en 1975 que establece niveles de eficiencia para los automóviles fabricados después de 1977(51). Por otra parte, la tecnología de la sociedad informatizada puede incrementar la eficiencia en el uso energético al generar y distribuir la energía eléctrica por medio de sistemas que implican el uso de computadoras y de software especialmente diseñado para optimizar el funcionamiento de las plantas generadoras, etcétera(52). De esta

manera se revela con toda claridad el carácter estructural de una revolución productiva: un aspecto de la TRI, la microelectrónica, contribuye a resolver la problemática de otro de sus elementos, el abasto de energía, el cual, a su vez, hace posible el avance de aquella. Por último, el capital internacionalizado puede apoyar para lograr mejores niveles de ahorro energético al permitir la comercialización de la electricidad a largas distancias y a través de las fronteras nacionales, nuevamente apoyándose en avances tecnológicos como el de la transmisión de corriente directa de alto voltaje (HVDC systems) como es el caso de las exportaciones canadienses de energía eléctrica a Estados Unidos a partir de sus grandes reservas(53).

El vertiginoso desplome del mercado petrolero a que nos hemos referido en el capítulo anterior responde en buena medida no sólo al desplazamiento del petróleo como núcleo de la oferta energética, sino, precisamente, al éxito de las políticas de ahorro. El Departamento de Energía del gobierno estadounidense estima que de 1973 a 1986 el consumo energético para producir cada dólar de producto nacional bruto descendió en aproximadamente 26%, mientras que medido en los mismos términos el consumo de petróleo bajó en cerca del 33%(54). La evidencia es ya concluyente en ambos aspectos: la energía derivada del petróleo pierde inexorablemente su sitio privilegiado en la composición del abasto de energía, pero, además, el ahorro de ésta, sea cual sea la fuente primaria de donde provenga se ha convertido ya en parte integral de las transformaciones que caracterizan la base energética en tránsito hacia su nueva es-

estructura.

Los hidrocarburos, aun cuando pierden la preeminencia que tuvieron durante la SRI, seguirán teniendo un papel importante en la oferta energética futura. El capital altamente concentrado y extensamente internacionalizado que representan las grandes compañías petroleras, tuvo un papel primordial durante la SRI, tal como se expuso en el capítulo sexto. La acción de estas empresas estuvo estrechamente vinculado con el Estado, el cual, pese a ciertas limitantes como las acciones antimonopólicas, propició su expansión en escala planetaria. Sin embargo, en este examen sólo se ha revisado la relación entre las compañías y sus Estados de origen, fundamentalmente Estados Unidos y Gran Bretaña y se han soslayado los vínculos con los Estados receptores o anfitriones, ya que éstos eran de menor importancia para entender el proceso a escala mundial, aun cuando en casos localizados como el de México en 1938, pudieran pasar a ocupar el primer plano. Después de la crisis de 1973 el panorama cambió y hoy preciso considerar las relaciones entre las empresas petroleras y los Estados receptores como un elemento determinante. Desde época muy temprana esas relaciones tuvieron un carácter de hostilidad y confrontación cuya causa primordial fue la tendencia de las grandes compañías a comportarse como potencias soberanas cuyo poder, de acuerdo con sus críticos, llegaba a desatar guerras y derribar gobiernos(55). Aun cuando la investigación histórica ha demostrado que el poderío de las empresas petroleras nunca fue tan grande como el que se les atribuía, si eran capaces de formar un binomio de fuerza con los gobiernos de sus países originarios para generar una mezcla de presiones

políticas y económicas capaces de mantener a los Estados receptores en una posición de dependencia permanente, como se refleja en el irónico título del libro de Rand, Making Democracy Safe for Oil(56).

La correlación de fuerzas entre los Estados receptores y el capital concentrado e internacionalizado cambió radicalmente en la década de los años setenta cuando los países productores subdesarrollados pudieron implementar una política coordinada en defensa de sus intereses, en el marco de la OPEP. La dramática inversión de los respectivos papeles tiene su mejor ejemplo cuando la Aramco, empresa propiedad de varias grandes compañías petroleras se convirtió en agente de presión del gobierno saudita y de los intereses de los árabes contra la postura del gobierno estadounidense en una campaña sin precedentes para lograr que Washington adoptara "una política más equilibrada en el conflicto árabe-israelí"(57). Pese a las desesperadas maniobras de las compañías, el sistema de concesiones por medio del cual se les entregaban vastos territorios para ser explotados con una mínima participación política y económica de los Estados anfitriones, ha sido prácticamente desmantelado, de manera que la porción del crudo producido por las grandes compañías como porcentaje del total mundial, descendió de 82.1% en 1963 a tan sólo 19.3% en 1976, mientras que la participación de las empresas petroleras de propiedad estatal subió de 8.6% hasta 71.8% en ese periodo(58). Estas transformaciones hacen que hoy sean más importantes en la conformación de la base energética en el ámbito internacional, las relaciones entre los Estados

que de éstos con las grandes empresas internacionales. Así, por ejemplo, la Comunidad Económica Europea otorga gran importancia a sus iniciativas ante organismos internacionales relacionados con la energía y los acuerdos bilaterales con otros países(59). A pesar de tan dramático cambio, el capital concentrado e internacionalizado seguirá desempeñando un papel importante en el abasto energético, amparado por la superioridad tecnológica que poseen sus empresas y que las ubica en las fronteras mismas del desarrollo de aquella, principalmente en el área de la explotación marina a grandes profundidades(60). Incluso puede decirse que la nueva situación favorece a estas grandes empresas pues las ha liberado de las presiones de los Estados anfitriones y las ha dotado de una gran flexibilidad que les permite comprar el petróleo en las condiciones más ventajosas del mercado para después transportarlo mediante los gigantescos sistemas logísticos de que disponen. En el caso de la Exxon, esto implicó el uso de 500 barcos que zarparon desde 115 puertos de carga hasta 270 puertos de destino conduciendo 160 petróleos crudos diversos entre 65 países diferentes(61).

IV

Si los nexos entre el Estado y las empresas en que se materializan las grandes concentraciones de capital que operan internacionalmente han sido estrechos en el caso del petróleo, lo han sido aún más en el del átomo. El desarrollo de la energía nuclear ha tenido a través de su breve historia la posi-

bilidad teórica de utilizar diversas tecnologías. En la práctica y por lo menos en los países con economías de mercado, una sola variante tecnológica, la basada en el agua ligera, se ha impuesto avasalladoramente desplazando a todas las demás(62). La tecnología de agua ligera que fue desarrollada en Estados Unidos tiene la ventaja de utilizar el agua que abunda en la naturaleza tanto como elemento moderador de la reacción en cadena como elemento transmisor de la energía térmica generada por ella, pero el inconveniente de requerir uranio enriquecido para su funcionamiento. Este es un material en que la proporción del isótopo U235 se ha elevado hasta alcanzar una concentración cuatro veces superior que la que tiene en el uranio natural que es el que existe en la naturaleza(63). El proceso de enriquecimiento que requiere la tecnología estadounidense se realiza por procedimientos que dependen de un equipo sofisticado y costoso que muy pocos países pueden tener, por lo cual la adopción del sistema prácticamente por todas las naciones, ha dado a los Estados Unidos una posición extraordinariamente fuerte tanto tecnológica como económicamente en la industria nuclear de occidente. Esta situación de privilegio se explica examinando el papel del Estado y su interacción con las grandes empresas dedicadas a la manufactura del equipo utilizado por la industria nuclear.

Irwin C. Bupp y Jean-Claude Derean, investigadores de la Universidad de Harvard, han reconstruido la historia de los hechos que culminaron con esa supremacía(64). Un elemento fundamental para comprender esa superioridad es el vínculo que existe entre la energía nuclear destinada a la producción y las

armas atómicas. En 1949 el gobierno de Washington inició cuatro proyectos de desarrollo de la tecnología nuclear. Cuando en agosto de ese año la Unión Soviética estalló su primera bomba atómica, todos esos proyectos fueron reforzados con un énfasis en sus aspectos militares. Uno de éstos tenía como objetivo construir submarinos de propulsión nuclear y era desarrollado conjuntamente por la Westinghouse y la Marina, esto es, por una gran empresa en colaboración con el Estado. El reactor construido para impulsar los submarinos se terminó en lo esencial para noviembre de 1952(65).

De esta manera, los Estados Unidos dispusieron en fecha temprana de un reactor nuclear, aun cuando no era un modelo diseñado para usos comerciales sino militares. La industria estadounidense mostró interés en utilizar sus recursos en un programa de energía nuclear destinado a la producción civil y así lo manifestó a la Comisión de Energía Atómica, ya desde enero de 1951; sin embargo, las pláticas resultantes no progresaron. El Congreso, a través del Comité Conjunto para la Energía Atómica, comenzó a mostrar su preocupación por la apatía del Ejecutivo para desarrollar el potencial del átomo para la producción pese a los reclamos del sector empresarial, por lo que poco después el gobierno anunciaba la planta nuclear de Shippingport, lo cual condujo al poder legislativo a adjudicarse el mérito de haber iniciado el uso de la energía atómica en la planta productiva norteamericana(66). Esta primera central nucleoelectrónica sería construida por la Westinghouse utilizando

la tecnología desarrollada por esa empresa para los reactores de los submarinos atómicos.

Pese a esos avances, el desarrollo industrial de la energía nuclear en Estados Unidos no era considerado satisfactorio y en 1956 existía una grave inconformidad en el Comité Conjunto con lo que se consideraba un progreso excesivamente lento por parte de la Comisión de Energía Atómica. El progreso británico era señalado como superior al estadounidense como resultado de la errónea política del gobierno del general Eisenhower. En enero de ese año, un grupo de empresarios y especialistas universitarios nombrado por el senador Clinton Anderson publicó un reporte urgiendo a la AEC a construir prototipos de las principales clases de reactores(67). En realidad todo parece indicar que el principal obstáculo era la poca urgencia que tenía la economía estadounidense de encontrar una alternativa a las fuentes tradicionales de energía, las cuales eran abundantes en el país o en áreas sometidas a su influencia. En Europa, por el contrario, tanto la Gran Bretaña como los países continentales, situados en una posición menos ventajosa depositaban su confianza en el desarrollo de la energía nuclear y aceleraban su progreso.

Después de la segunda guerra mundial, surgió en muchos europeos la idea de que sus naciones eran demasiado pequeñas para competir económica o tecnológicamente con las grandes potencias de dimensiones continentales, los Estados Unidos y la Unión Soviética, y que su única esperanza de mantenerse en la competencia era unir sus recursos superando el naciona-

lismo y los antagonismos heredados del pasado para rebasar los estrechos límites de la nación-Estado para constituir una entidad mayor. Estas ideas que condujeron a la formación de la Comunidad Económica Europea, tuvieron su contrapartida en el terreno de la energía atómica con la creación de Euratom con el fin de crear una industria nuclear unificada. Hubo que vencer la resistencia reaccionaria de quienes alegaban que esto significaba el abandono de la superioridad francesa en materia nuclear en la Europa continental, que la entidad supranacional sería dominada por Alemania, etcétera y por fin el Tratado de Euratom fue firmado conjuntamente con el que creaba el Mercado Común, en Roma, el 25 de marzo de 1957 y entraron en vigor el primero de enero de 1958, después de ser ratificados por los parlamentos de los países signatarios(68).

La creación de Euratom y el consenso que prevalecía entre los científicos y técnicos europeos de que la tecnología de gas-grafito de los reactores ingleses y franceses era la más avanzada aunados a las dificultades que sufría la industria estadounidense parecía constituir una base sólida para el desarrollo de una industria nuclear europea independiente construída sobre una tecnología propia. Los resultados, sin embargo, fueron muy distintos y demostraron que la unificación de Europa en general y el surgimiento de Euratom en particular, eran obra de minorías progresistas pero que sus opositores motivados por rivalidades nacionalistas o incluso entre las instituciones de un mismo país podían frustrar sus objetivos y establecer la supremacía tecnológica estadounidense con base en el sistema de agua

ligera. Paulatinamente los partidarios de esta tecnología y de la colaboración con Estados Unidos ganaron terreno. Para 1958, una serie de acuerdos bilaterales habían permitido a dicha tecnología penetrar el promisorio mercado europeo y poco después la alta comisión de Euratom estableció un grupo de trabajo con el gobierno estadounidense para construir prototipos de reactores. Para noviembre de ese mismo año de 1958, se firmaba un acuerdo para la creación de una industria nuclear europea en que los Estados Unidos participarían proporcionando tecnología, financiamiento y el uranio enriquecido que se requiriera(69).

Italia fue el primer país que decidió construir un reactor nuclear de agua ligera con lo que dio ventaja a los partidarios de la tecnología estadounidense. Un proyecto franco-belga también se decidió por este sistema y es interesante señalar que el elemento que determinó esa decisión fue la rivalidad entre Electricidad de Francia y el Comisariado para la Energía Atómica francés, en que aquella buscaba romper el monopolio de éste sobre el átomo. Un tercer proyecto, esta vez en Alemania, también se inclinó por el agua ligera, en esta ocasión por razones económicas(70). Igualmente influyó el temor de propiciar la hegemonía francesa en Euratom. Los esfuerzos franceses para neutralizar estas tendencias y desarrollar una tecnología endógena fracasaron a pesar de las órdenes expresas del presidente De Gaulle y para 1962 las autoridades de Euratom comprendieron que una reorientación de sus programas abandonando el sistema de agua ligera era imposible(71). La industria nuclear europea se desarrollaría en los años siguientes utilizando la tecnolo-

gía estadounidense y Europa abandonó sus proyectos de elaborar una base tecnológica propia.

Poco después la industria norteamericana inició un gran esfuerzo para conquistar el mercado interno ofreciendo a las empresas del sector energético de Estados Unidos plantas cuyo costo de operación sería competitivo con las instalaciones tradicionales consumidoras de combustibles fósiles y construídas con el sistema de agua ligera. La primera de esas plantas fue construída por la General Electric y su costo de operación se estimaba como inferior al de una planta a base de carbón y con el atractivo adicional de tener gastos de mantenimiento igualmente inferiores. Esta postura no representaba únicamente la propaganda comercial de los fabricantes de reactores, sino también la del gobierno: la Comisión de Energía Atómica en su reporte estimaba que el costo de la energía nucleoelectrica se había abatido de 50 mills/kwh en la planta de Shippingport en 1958 hasta sólo 10 mills/kwh en las nuevas centrales(72) y concluía que la energía nuclear sería pronto competitiva con la generada por las instalaciones tradicionales en Estados Unidos(73). Alentados por datos tan atractivos, los industriales norteamericanos comenzaron a ordenar numerosas plantas. Los beneficiarios de esas compras fueron casi exclusivamente dos gigantescas empresas, Westinghouse y General Electric, cuya supremacía era una herencia de su dominio en el mercado del equipo eléctrico durante la SRI. El éxito fue notable y para 1967 las empresas eléctricas norteamericanas habían ordenado 75 plantas nucleares.

Hacia el final de la década de los años sesenta los países industriales de occidente habían penetrado plenamente en la época de la energía nuclear destinada a la producción. El volumen de la demanda energética abastecido por el átomo era todavía pequeño, pero en cambio se había abierto un nuevo campo para la inversión de proporciones no despreciables y una nueva fuente de energía para el futuro. Ambos elementos serían importantes en el tránsito hacia la nueva economía. La posición dominante lograda por la tecnología estadounidense y el sitio de privilegio que en este campo obtuvieron dos grandes empresas de ese país no pueden explicarse sin tener en cuenta los nexos entre el Estado y el capital en su etapa cenital de concentración e internacionalización.

Dos décadas más tarde, sin embargo, el panorama que presenta la industria nuclear en el mundo es diferente de lo que hubiera podido esperarse y esa diferencia es de gran importancia para entender las contradicciones en que se desarrolla el proceso de tránsito hacia la TRI. La energía atómica en Estados Unidos es un gigante enfermo, las grandes torres de enfriamiento parecen monumentos a un dios que fracasó e inspiran un siniestro temor en muchos norteamericanos que temen que las misteriosas instalaciones emitan radiaciones invisibles que dañarán a generación tras generación. Ninguna planta nueva se ha ordenado desde 1978 y hoy se consideraría lunático a cualquier industrial que contratara la construcción de una(74). Importante como ha sido la oposición de los grupos antinucleares, las sombrías perspectivas de la industria no pueden atribuirse prin-

principalmente a ellos sino a las contradicciones de su propio desarrollo y de su relación simbiótica con el Estado.

La magnitud de la crisis de la industria nuclear estadounidense es impresionante: 75 plantas han sido canceladas desde 1978, incluyendo 28 que ya estaban en proceso de construcción y varias más están en peligro de serlo. Una vez terminados los proyectos ya aprobados se preve el fin del programa atómico de los Estados Unidos. Sin embargo, en muchos otros países, como Francia, la expansión de la industria nuclear continúa. La responsabilidad de esta crisis no es de la tecnología que ha demostrado su confiabilidad y tampoco es de las imaginativas tácticas empleadas por los movimientos ecologistas y antinucleares, cuyos efectos no habrían sido desastrosos si no se hubiesen combinado con fallas esenciales de los encargados del progreso de la industria. La responsabilidad de la crisis corresponde a las tecnoestructuras tanto de las empresas generadoras de energía eléctrica como del Estado, cuya acción resultó a la postre agudamente disfuncional. El gobierno federal y la Nuclear Regulatory Commission no estimaron adecuadamente el costo que implicaban sus ordenamientos, los ejecutivos de las grandes compañías que procedieron despreocupadamente en relación a los costos y programas. Estas fallas tecnocráticas tuvieron su complemento en la actitud de irresponsabilidad de los fabricantes de equipo, los contratistas y subcontratistas encargados de la construcción de las plantas. El resultado final del proceso fue duplicar el tiempo promedio de maduración de los proyectos y multiplicar varias veces su costo, hasta hacer inviables muchos

de ellos(75). En síntesis las grandes empresas representativas del capital concentrado y el Estado interventor resultaron disfuncionales para la construcción de la industria nuclear estadounidense.

Una disfuncionalidad similar no afectó a otros países que han continuado con éxito sus programas atómicos. Por otra parte, pese a sus problemas, Estados Unidos continúa teniendo la industria nuclear más grande del mundo, cuya capacidad generadora en 1990 será superior a las de Francia, Alemania Federal, Japón y la Unión Soviética combinadas(76). El cuadro 8.3 contiene las cifras relativas a la industria nuclear de los principales países en 1986, cuando el accidente de Chernobyl hizo que se discutiera ampliamente el futuro de esa fuente energética.

CUADRO 8.3

INDUSTRIA NUCLEAR EN LOS PRINCIPALES PAISES EN 1986

País	Número de reactores en operación	Porcentaje de la oferta eléctrica generada
Estados Unidos	98	16
Unión Soviética	50	11
Francia	40	65
Japón	33	27
Gran Bretaña	33	19
Alemania Federal	18	30

Fuente: Atomic Industrial Forum, International Atomic Energy Agency en Newsweek, 12 de mayo de 1986, p.26

Aun cuando el desastre de Chernobyl causó una gran impresión en la opinión pública mundial y los partidarios de la energía nuclear se esforzaron por minimizar el inevitable incre-

mento de la actividad de sus opositores, tratando de calmar los temores de la población, haciendo ver que el reactor soviético habfa sido construido con una tecnología basada en la peligrosa combinación de grafito y agua(77), que era menos segura que la utilizada en occidente, en realidad, no parece que la tragedia haya alterado substancialmente la situación que prevalecía en la industria nuclear mundial, sino que, en términos generales, confirmó las tendencias preexistentes en la misma.

Así, en Estados Unidos, como ya hemos visto, la industria estaba en crisis desde 1978, ya antes del accidente de Three Mile Island y esto se debió en lo esencial a políticas equivocadas de las tecnocracias de la propia industria y del Estado. Pese a ello la capacidad nucleoelectrónica estadounidense con sus 98 reactores es la mayor del mundo en términos absolutos y suministra un 16% de la energía eléctrica como muestran los datos del cuadro 8.3. En el futuro cercano el programa probablemente proporcionará un 20% según admite James Cook en su punzante crítica al programa atómico norteamericano(78) y nadie piensa seriamente que pueda eliminarse o tan siquiera disminuirse mucho el papel del átomo en la oferta energética estadounidense. Aun cuando también es cierto que no parece posible que llegue a tener la importancia que ha adquirido en otros países.

Por su parte, la Unión Soviética con sus 50 reactores tiene una industria nuclear de gran magnitud en términos absolutos pero relativamente pequeña en relación a la totalidad de su base energética ya que sólo proporciona un 11% de la energía eléctrica. El Estado soviético tiene la firme intención de

continuar con la expansión de su programa atómico a pesar de la tragedia de Chernobyl, como lo confirman las declaraciones de Valery Legasov, director interino del Instituto Kurchatov, hechas en junio de 1986, cuando aseveró que "el futuro de la civilización es inconcebible sin el uso pacífico de la energía atómica"(79).

Francia, en cambio, representa el caso extremo de una sociedad totalmente comprometida con la energía nuclear de la cual deriva un extraordinario 65% de su energía eléctrica. Los movimientos antinucleares que se han generado en otros países no han adquirido importancia y tanto el Estado como la sociedad civil parecen estar acordes en vincular su futuro energético con el átomo. Por último, otros países como la República Federal Alemana o Japón ocupan posiciones intermedias.

Puede afirmarse que pese a los errores cometidos en la construcción de la industria nuclear y de los accidentes que ésta ha sufrido, la misma tiene un futuro asegurado en la configuración de la base energética de la TRI. Indiscutiblemente, pueden y deben tomarse todas las precauciones posibles para garantizar la seguridad de las instalaciones, las cuales incluyen personal mejor entrenado y la introducción de nuevos modelos de reactores más seguros, como el desarrollado por la Universidad de Chicago que utiliza sodio líquido como refrigerante o el operado en Alemania Federal que está enfriado con helio. Probablemente el modelo más seguro sea el desarrollado en Suecia, en el cual el reactor está en un recipiente sumergido en agua que contiene boro y capaz de inundar el núcleo penetrando en su cáp-

sula por gravedad, sin necesidad de bombas, interrumpiendo automáticamente la reacción en cadena(89).

Sintetizando lo expuesto acerca de la configuración de la base energética de la TRI, puede afirmarse que su construcción se ubica dentro de las posibilidades tecnológicas de las sociedades industriales y que, por otra parte, ninguno de los factores heredados de la SRI, la concentración del capital y su internacionalización, la rectoría económica de Estado, etcétera, presenta un obstáculo insalvable para el tránsito hacia la nueva oferta de energía. Otra afirmación que puede hacerse con toda seguridad acerca de esa futura base energética, es la diversificación de las fuentes primarias que contribuirán a configurarla. El carácter finito de los recursos del planeta, la inmensidad de la demanda futura de energía y las características técnicas de las diversas fuentes, garantizan que ninguna de éstas pueda ocupar el lugar preponderante que ocuparon primero el carbón y después el petróleo en las dos revoluciones industriales previas.

Estas afirmaciones son válidas para el sistema económico mundial en su conjunto, pero es muy importante hacer notar que dentro de él cada nación configurará una base energética con una composición de fuentes diferente. Las diferencias estarán determinadas por la disponibilidad de recursos naturales, el grado de desarrollo tecnológico y la correlación de fuerzas sociales, económicas y políticas que se presenten en cada país, así como la evolución que todos estos factores experimenten a través del tiempo.

N O T A S

- 1.- Barnet, The Lean Years,..., op.cit., p.19.
- 2.- Jean Claude Colli, Les énergies nouvelles, Paris, Fayard, 1979. Este libro es un buen ejemplo de esta afirmación.
- 3.- Antonio Alonso Concheiro y Luis Rodríguez Viqueira, Alternativas energéticas, México, Fondo de Cultura Económica, 1985, pp.66-69.
- 4.- Landsberg, op.cit., pp.472,473.
- 5.- Alonso, op.cit., p.55.
- 6.- Idem, p.69.
- 7.- Un Q equivale a 10^{15} btu. Una "unidad térmica británica" o btu es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una libra de agua de 63° a 64° F.
- 8.- Aden B. Meinel y Majorie P. Meinel, "Solar Energy" en Nuclear Energy and Alternatives/Proceedings of the International Scientific Forum on an Acceptable Nuclear Energy Future of the World, Osman Keman Kadiroglu y otros (eds.), Cambridge, Mass., Ballinger Publishing Company, 1978.
- 9.- En esta tecnología se utiliza silicio tratado especialmente con fósforo y boro, lo que le da una estructura inestable que se manifiesta bajo la acción de un factor exógeno: la radiación solar.
- 10.- Colli, op.cit., pp.60,61.
- 11.- Idem, pp.66,67.
- 12.- Landsberg, op.cit., pp.490,491.
- 13.- G. O. G. Löf y R. A. Tybout, "Cost of House Heating with Solar Energy", Solar Energy, vol.14, 1973, pp.253-278 citado en Alonso, op.cit., pp.77,78.
- 14.- Aden B. Meinel y Majorie P. Meinel, "An Update on Economic Aspects of Solar Energy Utilization" en Kadiroglu, op.cit., pp.548,549.
- 15.- Estas instalaciones fueron hechas por siete empresas diferentes para 96 proyectos diversos de ERDA y HUD.
- 16.- Idem, pp.545 y 549.

- 17.- Modesto A. Mardique, "Solar America" en Stobaugh, op.cit., pp.244-246.
- 18.- Idem, pp.238 y 408.
- 19.- Estimación hecha con base en un factor de conversión de un KWh equivalente a 3 412 btu correspondiente a una eficiencia del 100%.
- 20.- Estas cifras son las proporcionadas por la World Energy Conference en 1974 y citadas en el Global Report to the President, op.cit., pp.194-195.
- 21.- Wilson, op.cit., pp.315,316, apud, "Energy and Petroleum in Non OPEC Developing Countries, 1974-1980", World Bank Staff Working Paper, no.229, febrero 1976.
- 22.- Stone and Webster Engineering Corp., "Final Report on Tidal Power Study for the United States Energy Research and Development Administration", Boston, marzo 1977, Library of Congress, Congressional Research Service, Projet Interdependence, op.cit., p.465.
- 23.- T. Kovarik y otros, Wind Energy, Chicago, Domus Books, 1979 en Alonso, op.cit., p.232.
- 24.- C. Flavin, Wind Power: A Turning Point, Worldwatch Paper 45, Washington, Worldwatch Institute, junio de 1981 en Alonso, op.cit., p.256.
- 25.- Garreau, op.cit., pp.26,27.
- 26.- Melvin Calvin, "The Sunny Side of the Future", Chemtech, junio de 1977, p.353 citado en Mardique, op.cit., pp.253, 414.
- 27.- Energy from Biological Processes, Report of the Energy Program, Office of Technology Assessment, U.S. Congress, marzo de 1980.
- 28.- Michel Grenon, Perspectivas sobre nuevas fuentes de energía, México, el Colegio de México, 1980, (Cuadernos sobre prospectiva energética), p.4.
- 29.- Jerome Saeman, "U.S. Department of Agriculture Forest Products Laboratory", Chemical Engineering News, 20 de febrero de 1977, p.21 citado en The Global 2000 Report to the President, op.cit., p.201.
- 30.- Synfuels Interagency Task Force, "Recomendations for a Synthetic Fuels Commission" citado en The Global 2000 Report to the President, op.cit., p.201.

- 31.- Howard Wilcox, "Ocean Farming" en Proceedings, Conference on Capturing the Sun Through Bioconversion, 10 a 12 de marzo de 1976, p.265, citado en The Global 2000 Report to the President, op.cit., p.201.
- 32.- Grenon, op.cit., pp.5,6.
- 33.- Idem, p.6
- 34.- I.C. Bupp y Frank Schuller, "Natural Gas: Conflicts and Compromise" en Stobaugh, op.cit., p.69.
- 35.- Wilson, op.cit., p.223
- 36.- Idem, p.236
- 37.- Véase nota 20
- 38.- U.S. Department of Interior, Office of Coal Research, Clean Energy from Coal Technology, Washington, D.C., Government Printing Office, 1974, p.41 citado en Horwitch, op.cit., pp.124, 380.
- 39.- Landsberg, op.cit., pp.307,308.
- 40.- T.J. Peach, "Bitumen Recovery from Tar Sands", Energy Processing, Canadá, mayo-junio, 1974 en The Global 2000 Report to the President, op.cit., p.199.
- 41.- Grenon, op.cit., p.9.
- 42.- The Global 2000 Report to the President, op.cit., p.200.
- 43.- Idem, p.198, apud U.S. Bureau of Mines, "Studies of Certain Properties of Oil Shale and Shale Oil", 1938, p.6.
- 44.- The Global 2000 Report to the President, op.cit., p.198.
- 45.- Wilson, op.cit., p.309.
- 46.- Raúl Cremoux, La crisis energética, México, Terra Nova, 1981.
- 47.- Daniel Yerguin, "Conservation: The Key Energy Source" en Stobaugh, op.cit., p.175.
- 48.- Wilson, op.cit., p.170.
- 49.- Manuel Boltvinik, Evolución y perspectivas de los programas de energía dentro del marco de la estrategia energética de la Comunidad Económica Europea, México, Colegio de México, s.f., (Cuadernos de prospectiva energética), p.10.
- 50.- Yerguin, "Conservation...", op.cit., pp.177,178.

- 51.- Idem, p.189.
- 52.- Mark A. Fischetti y Glen Zorpette, "Power and Energy", Spectrum, enero de 1986, p.65.
- 53.- Idem.
- 54.- Steven Prokesch, "El desplome del crudo no avivará el consumo de energía en EU", The New York Times, versión castellana de Excelsior, sección financiera, 19 de febrero de 1986.
- 55.- Louis Turner, Las compañías petroleras en el sistema internacional, trad. Eduardo L. Suárez, México, Fondo de Cultura Económica, 1983, p.94.
- 56.- Idem, apud, Christopher T. Rand, Making Democracy Safe for Oil: Oilmen and the Islamic East, Boston, Little, Brown, 1975.
- 57.- Turner, op.cit., pp.182,183.
- 58.- Petter Nore, Cambios estructurales en la industria petrolera internacional, México, El Colegio de México, s.f., (Cuadernos sobre prospectiva energética), pp.1,2.
- 59.- Boltvinik, op.cit., p.8.
- 60.- Turner, op.cit., pp.278-282.
- 61.- Idem, p.289, apud Anthony Sampson, The Seven Sisters: The Great Oil Companies and the World they Made, Londres, Hodder & Stoughton, 1975, p.8.
- 62.- Manuel Cazadero, "Energía y crecimiento", Ensayos, Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México, vol. II, no. 6, 1985, p.30.
- 63.- Duane Chapman, Energy Resources and Energy Corporations, Itaca, Cornell University Press, 1983, pp.204-208.
- 64.- Irwin C. Dupp y Jean-Claude Derian, The Failed Promise of Nuclear Power/The Story of Light Water, New York, Basic Books, 1981.
- 65.- Hewlett y Duncan, Atomic Shield, 1947-1952, pp.514-515 citado en Bupp, The Failed Promise..., op.cit., pp.30,31.
- 66.- Harold P. Green y Alan Rosenthal, Government of the Atom: The Integration of Powers, Atherton Press, New York, 1963, pp.253,254 citado en Bupp, The Failed Promise..., op.cit., p.32.

- 67.- U.S. Congress, Joint Committee on Atomic Energy, Review of the International Atomic Policies and Programs of the United States, 86th Congress, 2a sesión, 1960, citado en Bupp, The Failed Promise..., op.cit., pp.33,34.
- 68.- Daniel F. Dollfus y Jean Rivoire, A propos de... Euratom, Paris, Les Productions de Paris, 1959, pp.110,145-190.
- 69.- Idem, pp.141,142.
- 70.- Henry Nau, National Politics and International Technology: Nuclear Reactor Development in Western Europe, Baltimore, The John Hopkins University Press, 1974, p.138.
- 71.- Bupp, The Failed Promise..., op.cit., pp.39,40.
- 72.- La expresión mills/kwh es el costo de la energía en décimos de centavo de dólar por cada kilowatt-hora.
- 73.- U.S. Atomic Energy Commission, Civilian Power/A Report to the President/1962, reimpresso en U.S. Congress, Joint Committee on Atomic Energy, 2a sesión, febrero de 1968, pp.92-253 en Bupp, The Failed Promise..., op.cit., pp.44,45.
- 74.- Peter Stoler, "Pulling the Nuclear Plug", Time, febrero 13 de 1984, pp.4,5.
- 75.- James Cook, "Nuclear Follies", Forbes, 11 de febrero de 1985, pp.82,83.
- 76.- Idem.
- 77.- The Economist, 3-9 de mayo de 1986, p.11.
- 78.- Cook, op.cit., p.82.
- 79.- Max Wilkinson y David Fishlock, "Chernobyl paralizó a la industria nuclear en el mundo", Finacial Times, versión castellana de Excelsior, sección financiera, 27 de junio de 1986.
- 80.- Susan Tifft, "The Next Generation", Time, 2 de junio de 1986. p.20.

CAPITULO NOVENO

CONTRADICCIONES EN LA TERCERA REVOLUCION INDUSTRIAL

El Siglo Americano ha terminado;
el orden mundial está cambiando.

Evan Thomas(1)

I

Tenemos ahora suficientes elementos para abordar el análisis de las cuestiones que se han planteado desde el principio, dentro del marco teórico que propone este trabajo y que tiene su núcleo en la categoría de revolución industrial. Tenemos en primer lugar la conciencia de cambio. A partir del siglo XVIII, mayorías cada vez más amplias comienzan a ser conscientes de los cambios que tienen las sociedades y parece indudable que este fenómeno está vinculado a la Revolución Industrial y a las profundas transformaciones que conlleva. Comenzando en la década de los años de 1960 ha surgido una manifestación nueva en ese proceso: la idea de que las sociedades industriales no sólo cambian sino de que las más avanzadas comienzan a entrar en una fase diferente de su evolución. En 1973, Daniel Bell publicó un célebre libro en el que plantea que los países industrializados avanzan hacia

una nueva etapa histórica: las sociedades postindustriales. Bell advierte que la idea de esta extraordinaria transformación fue presentada en 1962 en una reunión sobre tecnología y cambio social y que las investigaciones posteriores lo convencieron de que Estados Unidos, Japón, la Unión Soviética y Europa Occidental penetrarán en esa nueva etapa de su existencia en las primeras décadas del siglo XXI(2).

Las sociedades postindustriales, de acuerdo con Bell, tendrán como característica fundamental el cambio de una economía productora de mercancías a otra productora de servicios, en la cual la parte mayoritaria de la riqueza social será generada por el sector terciario el cual empleará a la mayoría de la población económicamente activa. En segundo lugar, se presentará una transformación en la estructura del empleo que otorgará la preeminencia a los profesionales y los técnicos sobre los otros tipos de trabajadores tanto agrícolas como fabriles. En tercer término, estará el hecho de que el principio axial de la nueva sociedad será la posición central del crecimiento teórico como fuente de innovaciones y de reformulaciones políticas para la misma. En cuarto lugar encontraremos que las naciones postindustriales se orientarán hacia el control de la tecnología. Por último, en las naciones que penetren en la nueva etapa de desarrollo las decisiones serán tomadas dentro del marco de una tecnología intelectual que implicará la substitución de los juicios intuitivos por algoritmos(3).

Las transformaciones a que alude Bell eran ya

perceptibles hacia 1960 en la distribución de la fuerza de trabajo entre los diversos sectores de la economía si se comparan las diversas regiones del mundo, tal como aparece en el cuadro 9.1 en el cual se indican los porcentajes de la población trabajadora que corresponden a cada sector.

CUADRO 9.1

DISTRIBUCION DE LA FUERZA DE TRABAJO MUNDIAL POR SECTORES Y REGIONES
1960

Región	Distribución porcentual por sectores		
	Agricultura	Industria	Servicios
Mundo	58	19	23
Africa	77	9	14
América del Norte	8	39	53
América Latina	48	20	32
Asia	71	12	17
Japón	33	28	39
Europa	28	38	34
Europa septentrional	10	45	45
Unión Soviética	45	28	27

Fuente: International Labour Review, enero-febrero, 1967, en Bell, op.cit., p.31

Como puede observarse, las regiones más atrasadas tenían el mayor porcentaje de sus trabajadores ocupados en el sector agrícola y una proporción mínima en la industria. Así, Africa tenía el 77% de su fuerza de trabajo en la agricultura y únicamente el 9% en las actividades industriales. La América del Norte se ubica en la posición opuesta, con sólo 8% en las tareas agrícolas y 39% en las industriales e i-

gual cosa ocurre con la Europa nórdica donde las cifras son 10% y 45% respectivamente. Vale la pena hacer notar que Latinoamérica ocupa una posición intermedia entre ambos extremos, lo mismo que el Japón que en una fecha tan tardía como 1960 no tenía una evolución comparable a la estadounidense o la de los países más desarrollados de Europa. Pero el punto más interesante para apoyar la tesis de Bell es el hecho de que Norteamérica es la única región que tiene el 53%, esto es, la mayoría de sus trabajadores en el sector de servicios. Estados Unidos, de acuerdo con esta información, estaba ya convirtiéndose en una sociedad postindustrial hacia 1960.

La importancia esencial que tiene la ciencia en el tránsito hacia esa nueva sociedad proviene del hecho de que la innovación tecnológica no es ya generada por inventores inspirados u hombres directamente familiarizados con los procesos productivos pero ignorantes en el terreno científico. Los nuevos impulsores del cambio tecnológico son individuos con una preparación científica adquirida a través de una educación formal. Esto se refleja en varios indicadores como es el aumento vertiginoso de egresados de las universidades con estudios de posgrado. Así, en Estados Unidos, según datos de la OCDE, en 1869-1870 se otorgó un sólo doctorado, posteriormente vino un crecimiento relativamente lento y 75 años después, en 1945-1946, se dieron 1966 doctorados, pero luego sobrevino un incremento casi explosivo de manera que únicamente 25 años más tarde, en 1969-1970, se graduaron 29 mil doctores en el país y de ellos aproximadamente el 50% lo fueron en

Ciencias Naturales y Matemáticas(4). Por otra parte, en las décadas posteriores a la segunda guerra mundial, los Estados Unidos invirtieron enormes recursos en investigación y desarrollo científicotecnológico hasta alcanzar el 3% del producto nacional bruto. El aumento, de acuerdo con la National Science Foundation, fue particularmente dinámico en los años de la década de 1960(5), esto es, cuando se aceleraba el tránsito hacia el nuevo modelo económico.

En los países con economías centralmente planificadas también surgieron pensadores que intuyeron que las sociedades industriales estaban generando transformaciones cualitativas. Uno de los más destacados de éstos fue Radovan Richta de Checoslovaquia quien a partir de 1965 dirigió un equipo interdisciplinario para examinar la metamorfosis de las naciones industrializadas que ya era imposible ignorar y cuyos trabajos tuvieron como hilo conductor la idea de que las sociedades avanzadas atraviesan una Revolución Científicotécnica. Sus esfuerzos culminaron en un libro que fue publicado en varios idiomas extranjeros a partir de 1968(6).

La Revolución Científicotécnica implica el desbordamiento hecho por la ciencia y la técnica de los límites tradicionales de la Revolución Industrial al potenciar una estructura y una dinámica nuevas de las fuerzas productivas y cuyas características más importantes serían, en primer término, que los instrumentos de trabajo superan por su desarrollo los límites de las máquinas mecánicas y asumen funciones que los convierten en complejos autónomos de producción. En

segundo lugar, el progreso manifiesto en los objetos de trabajo al utilizarse nuevos materiales, a diferencia de la Revolución Industrial que continuó usando los tradicionales, como hierro, madera, etcétera. En tercer lugar, el aspecto subjetivo de la producción se modifica al desaparecer progresivamente las funciones de la producción directa realizadas por la fuerza de trabajo simple, a medida que la técnica suplantaba al hombre en las tareas de ejecución, mantenimiento, manipulación y, finalmente, regulación. Por último, nuevas fuerzas sociales, de las cuales la principal es la ciencia, penetran directamente en la producción fortaleciendo con ello la integración social, el desarrollo de las fuerzas humanas y el trasfondo de toda actividad creadora(?). Todo ello implica una transformación universal de todas las fuerzas productivas que conlleva su renovación acelerada y permanente.

Desde el punto de vista material el núcleo de la nueva fase del desarrollo es que la producción automática no depende de una máquina aislada sino que es un proceso mecanizado ininterrumpido que coloca al hombre al margen del proceso productivo inmediato mientras que en la etapa anterior era su fundamento principal. Este principio había empezado a aplicarse en las producciones continuas de energía, la química, el cemento e incluso en la manufactura en serie utilizada en la industria. Todo esto imponía una reestructuración muy profunda de la sociedad que permitiera el progreso científico y posteriormente su penetración en el proceso productivo hasta confundirse con él, con lo que la ciencia se con-

vierte en la fuerza productiva más revolucionaria, más general y, en última instancia, prácticamente universal de las sociedades contemporáneas(8).

Es muy importante señalar que trabajos como los de Bell y Richta representaron una labor de síntesis de muchos estudios previos sobre el nuevo papel de la ciencia en la estructura socioeconómica. En los países con economías de mercado pueden mencionarse entre otros autores que se ocuparon del tema a Schelsky, Aron, Pollock, Friedman, Crossman, Fourastié, Diebold, Bright, Solow, Drucker, Wiener, etcétera, mientras que en los países con economías planificadas se encontraban los soviéticos Keldich, Trapeznikov, Kapitsa, Kedrov, Dobrov, Melescenko, Zvorykin, Ossipov, Maysel, Suchardin y los alemanes Kossel, Tessmann, Herlitzius y otros. Es pues evidente que en la década de los años sesenta diversos pensadores de distintas nacionalidades tomaban conciencia de una transformación de gran profundidad en las sociedades industriales. Desde nuestro punto de vista, lo que poco a poco se conformaba era el perfil de los diversos elementos de una nueva estructura de innovaciones tecnológicas que serían la base de la futura Tercera Revolución Industrial y las cuales surgían en el seno de la sociedad formada por la Segunda Revolución Industrial, del mismo modo como las innovaciones que sirvieron de base a ésta surgieron en el entorno social de la Primera Revolución Industrial.

Como ya hemos tenido ocasión de examinar, las décadas de los años de 1950 y 1960 fueron de un extraordinario dinamismo económico que produjo un periodo de gran prosperidad.

Después se presentó la crisis. Las tendencias que caracterizaron el periodo de auge se invirtieron: el crecimiento se tornó en estancamiento al mismo tiempo que terminaba la relativa estabilidad en los precios para dar paso a presiones inflacionarias. La combinación de estancamiento con inflación desarmó los instrumentos de política económica que se venían utilizando, al mismo tiempo que puso en crisis la teoría que encontró difícil explicar la crisis de la economía mundial.

Los años de 1974 y 1975 fueron testigos de una recesión generalizada durante la cual el estancamiento se volvió retroceso, al mismo tiempo que se elevaron las tasas inflacionarias a niveles anormales, tal como se aprecia a continuación:

CUADRO 9.2

RECESION INFLACIONARIA DURANTE LA CRISIS
1974-1975

Pais	Variación en el PNB		Tasa inflacionaria	
	1974	1975	1974	1975
Estados Unidos	-2.1	-3.0	11.4	8.0
Japón	-1.8	1.25	24.4	12.25
Alemania	0.4	-3.75	7.0	5.75
Gran Bretaña	0.1	-2.25	15.1	21.5
Francia	3.9	-2.0	13.7	
Todos los países OCDE	-0.1	-2.0	13.2	10.5

Fuente: Informe OCDE, Las perspectivas económicas en 1976, 18 de diciembre de 1975, citado en Manuel Castels, La crisis económica mundial y el capitalismo americano, trad. Jose Cano Tembleque, Barcelona, Editorial Laia, 1978, p.9

Estas cifras muestran elocuentemente la profundidad y extensión de la crisis. Todas las potencias industria-

les citadas vieron su producción disminuir en por lo menos uno de los dos años y Estados Unidos en los dos. También se contrajo en ambos años la producción combinada del conjunto de los países de la OCDE. Al mismo tiempo que ocurría el descenso productivo, se elevaron las tasas inflacionarias hasta alcanzar niveles inaceptables de "dos dígitos", salvo en Alemania cuya triste experiencia histórica con la inflación inclina a su gobierno a tomar medidas de política económica estabilizadoras más enérgicas que otros.

Infortunada como fue la crisis de 1974-1975, lo peor fue que no siguió una recuperación que permitiese la vuelta a un crecimiento sostenido como el de las décadas anteriores. Por el contrario y tal como se observa en el cuadro siguiente, la recuperación industrial posterior a la crisis mostró una notoria falta de dinamismo.

CUADRO 9.3

INDICES DE LA PRODUCCION INDUSTRIAL DESPUES DE LA CRISIS
1975-1982/1983

P a i s	1975	1982/1983
Estados Unidos	100	123
Japón	100	147
Alemania Federal	100	113
Gran Bretaña	100	90
Francia	100	112

Fuente: Ugo Pipitone, El capitalismo que cambia, México, Era, 1986, p.34, apud, OECD, Indicators of Industrial Activity, varios números y OECD, Industrial Production, varios números

Unicamente Japón consiguió un crecimiento importante de su producto industrial durante los años de recuperación que siguieron al año de 1975, de manera que en el bienio 1982/1983 produjo 47% más que durante la crisis; Estados Unidos sólo consiguió avanzar un 23% y Alemania Federal y Francia que configuran el núcleo de la Comunidad Económica Europea tuvieron desempeños aún más modestos y, por último, Gran Bretaña vio contraer su producción industrial en 10% durante ese periodo. El hecho más importante que se desprende de lo anterior es que la atonía en el comportamiento de las economías industriales se convirtió en una característica duradera en el panorama económico.

Como es natural esta falta de dinamismo en las economías industriales tiene un costo social elevado, uno de cuyos aspectos más sombríos es la persistencia de elevadas tasas de desempleo. En el cuadro 9.4 puede apreciarse como la reactivación no disminuye, salvo en el caso de Estados Unidos, los niveles de desempleo que se sufrieron durante la crisis.

CUADRO 9.4

EL DESEMPLEO DURANTE LA CRISIS Y LA REACTIVACION
1974/1975-1977

Pais	Número en año y trimestre	Número en diciembre de 1977
Estados Unidos	7 912 000 1975-4	6 337 000
Japón	1 178 000 1975-4	1 140 000
Alemania Federal	1 114 000 1975-4	1 027 000
Gran Bretaña	1 319 000 1976-3	1 428 000
Francia	1 036 000 1976-3	1 027 000

Fuente: Ernest Mandel, La crisis 1974-1980, trad. Uxoá Doyhamboure y

Oscar Barahona, México, Era, 1980, pp.19,105 apud, Naciones Unidas, Supplément a l'étude sur l'économie mondiale 1975; Financial Times del 25 de octubre de 1976; Eurostat, CEE

Puede apreciarse que el Japón sufrió su nivel más elevado de desempleo en el cuarto trimestre de 1975 con 1 178 000 trabajadores sin ocupación y que dos años después, en diciembre de 1977, durante la reactivación que siguió al bienio de crisis ese número sólo había disminuído marginalmente en 38 mil individuos, Alemania Federal y Francia tuvieron evoluciones similares, mientras que Gran Bretaña sufrió un incremento en el número de desempleados durante la recuperación. Únicamente Estados Unidos consiguió un descenso importante en el número de desocupados. Esta favorable evolución en el desempleo en la economía estadounidense tiene su lado negativo si se considera que muchos empleos industriales bien pagados se perdieron para ser substituidos por otros con pobre remuneración en el comercio y otros servicios, que se sufrió un estancamiento en la productividad, etcétera.

Puede afirmarse que a partir de 1974, el sistema económico mundial y en especial el sector manufacturero de las naciones industrializadas con economía de mercado, entraron en una fase recesiva de larga duración que se prolonga hasta el presente.

II

En la década de los años setenta se explicó a menudo el estado deprimido de las economías de los países

industrializados de occidente en función de la crisis energética. El embargo petrolero impuesto por los gobiernos árabes a las potencias occidentales por su apoyo a Israel en la guerra del Yom Kippur en 1973 y el consiguiente aumento de los precios implicó, se afirmaba, una gigantesca transferencia de riqueza de los países consumidores de petróleo a los productores, había provocado la crisis. Aceptamos que la perturbación en el abasto petrolero tuvo un efecto contractivo en las economías industriales, pero no originó la tendencia depresiva de larga duración que padecen. Esta tendencia se originó varios años antes y, lo que es muy significativo, se ha prolongado a lo largo de los años en que una sobreoferta de crudo a partir de 1981 fue debilitando los precios de este recurso hasta provocar su espectacular caída en 1986. Otros elementos que también han sido mencionados como causantes del estancamiento, tales como la presión del movimiento sindical o la lucha de los países subdesarrollados para obtener relaciones de intercambio más equitativas con los países centrales, con la consiguiente baja en las tasas de ganancia, tampoco resultan muy convincentes. El movimiento sindical ha ido perdiendo fuerza en parte como resultado de la propia crisis y en parte por los cambios tecnológicos que han ido transformando las estructuras económicas y lo mismo ocurre con la capacidad negociadora de las naciones subdesarrolladas como lo comprueba fehacientemente el empeoramiento en los términos de intercambio con las industrializadas.

Una teoría que ha recibido considerable atención

como posible herramienta para el análisis de la crisis, ha sido la de los ciclos largos de Kondratieff. Desde el siglo XIX algunos economistas comenzaron a percibir tendencias cíclicas de larga duración en el comportamiento de las economías industriales. La primera mención del fenómeno fue hecha por Hyde Clarke en 1847. Más tarde Jevons se ocupó del tema. Ya en el siglo XX encontramos los nombres de Parvus, Van Gelderen, De Wolff, Aftalion, Lenoir, Von Tugan-Baranowsky, hasta llegar a Kondratieff, cuyos trabajos en la década de 1920 llevaron la teoría a una madurez que hizo que fuera bautizada con su nombre(9). Posteriormente una legión de especialistas ha continuado el estudio de las ondas largas en la economía hasta el presente.

Kondratieff realizó estudios sobre la evolución de las economías de Estados Unidos, Gran Bretaña, Alemania y Francia, utilizando series largas de las variables siguientes: precios al mayoreo, tasas de interés y producción de bienes industriales básicos como el carbón y el acero. El periodo analizado se extendió de 1792 a 1925 y el resultado del estudio lo llevó a la conclusión de que en él se habían presentado dos y medio ciclos largos de aproximadamente cincuenta años de duración(10). El resumen de la tesis del economista ruso aparece en el cuadro 9.5.

Las investigaciones de Kondratieff se interrumpieron cuando cayó en desgracia con el gobierno soviético pero han sido continuadas por otros investigadores quienes ubican la fase depresiva del tercer ciclo entre 1920 y 1939

y una nueva expansión que se extiende de 1939 a 1967, para dar paso a una nueva depresión a partir de este último año y que explica el estancamiento en que ha funcionado el sistema económico mundial en las últimas dos décadas.

CUADRO 9.5

CICLOS LARGOS ESTUDIADOS POR KONDRATIEFF

Ciclo	Expansión	Duración	Contracción	Duración	Duración total
Primero	1789-1814	25 años	1814-1848	34 años	59 años
Segundo	1848-1873	25 años	1873-1896	23 años	47 años
Tercero	1896-1917	21 años			

Fuente: J.P. Warren, The Case for Kondratieff's Long Wave Theory, Inglaterra, Warren Cameron & Co., 1982, p.14 en Penalzoza, op.cit., p.121

La principal debilidad teórica en la tesis sobre las ondas largas en la economía es la carencia de acuerdo entre sus exponentes acerca de sus causas. Kondratieff señaló varias características empíricas del ciclo: en la fase depresiva la agricultura entra en un estado recesivo, en ella surgen muchos inventos importantes pero sólo se aplican en gran escala en la fase expansiva. Durante ésta generalmente crece la producción de oro, se incorporan nuevos territorios al mercado y es en esta fase que se producen las guerras y revoluciones más intensas. Los autores que lo siguieron han dado diversas explicaciones que enfatizan factores tan diferentes como los monetarios, las guerras, los enjambres de innovaciones tecnológicas, las oscilaciones en la formación de ca-

pital, los ciclos de reinversión y los desequilibrios en el abasto de alimentos y materias primas(11). Mandel, por su parte, critica el uso del término "ciclos" hecho por Kondratieff para designar estas oscilaciones de larga duración, pues establece una indeseable analogía con los ciclos clásicos. Estos son naturales y responden a la dinámica esencial del funcionamiento de las economías capitalistas, los movimientos de larga duración obedecen a complejos conjuntos de factores determinantes y no tienen el mismo carácter necesario. Para enfatizar esa diferencia Mandel prefiere el uso de la expresión "ondas largas"(12). Realmente parece preferible ésta para referirse a dichas oscilaciones.

Sin rechazar toda la labor que ha sido realizada en torno a la tesis de las ondas largas, consideramos tiene mayor fuerza explicativa la teoría que presentamos y la cual esta nucleada por la idea de tres sucesivas revoluciones industriales, cada una de las cuales significa el surgimiento de una estructura de innovaciones tecnológicas, una reorganización social profunda y una metamorfosis del sistema económico mundial. Desde esta perspectiva el periodo depresivo que padecen las economías de las sociedades industriales a partir de la década de los años setenta obedece al agotamiento de la Segunda Revolución Industrial. Así tenemos que la producción manufacturera de los países desarrollados con economías de mercado que en los siete primeros años de la década de 1960 mostró el vigoroso dinamismo a que ya hemos hecho referencia, con una tasa de crecimiento anual de 6.6%, comienza a experimentar una serie

de desequilibrios entre 1967 y 1971 y su crecimiento se desaceleró hasta llegar a 5% anual. Estos cuatro años fueron, sin embargo, únicamente un periodo de transición hacia un estancamiento más profundo que hizo que su tasa de crecimiento quedara reducida a un anémico 2% anual entre 1971 y 1981(13). Es claro que el sector manufacturero de los países industrializados de occidente había perdido su impulso desde 1971, esto es, casi tres años antes de la crisis general de 1974-1975 vinculada a los problemas del abasto petrolero.

Probablemente no haya otra industria más representativa de la Segunda Revolución Industrial que la automotriz y su examen ilustra perfectamente la evolución del proceso industrializador durante la misma. La manufactura de vehículos automotores en una escala sin precedente hasta lograr la capacidad para dotar de ellos a la mayoría de la población de los países industriales con economías de mercado, no sólo requirió de grandes instalaciones industriales donde los métodos de la producción fordista alcanzarían toda su importancia y que requirieron de enormes concentraciones de capital y el empleo de millones de obreros, sino que se generaron multitud de actividades conectadas con el vehículo automotriz que van desde la construcción de redes de carreteras mucho más densas que las ferroviarias, hasta el establecimiento de innumerables estaciones de servicio, talleres de reparación, etcétera, para culminar en la edificación de ciudades construidas en función del automóvil, como Houston o Los Angeles.

El automóvil surgió como invención en Europa y

más específicamente en Alemania a fines del siglo XIX. Se cree que el primer automóvil de gasolina fue inventado por el austriaco Siegfried Marcus quien utilizó un motor diseñado por el alemán Nikolaus Otto. Otros hombres que contribuyeron a su desarrollo fueron Karl Benz, Gottlieb Daimler y Rudolf Diesel. A ellos se sumaron algunos franceses y británicos pero ningún estadounidense y éstos tuvieron que viajar a Europa para aprender(14). Pero cuando se trató de transformar el invento en innovación tecnológica de acuerdo con los criterios que hemos presentado en el primer capítulo, los Estados Unidos fueron el escenario de la metamorfosis. En 1906, Henry Leland produjo sus Cadillacs utilizando la tecnología basada en partes intercambiables hechas con tal precisión que tres de sus vehículos pudieron ser desarmados, vueltos a armar y marcharon quinientas millas sin tener fallas(15). El proceso productivo con partes hechas con la precisión necesaria para ser intercambiables era típicamente estadounidense, fue utilizado en el siglo anterior para producir armas tal como examinamos en el capítulo tercero y, desde luego, es la base misma de la producción fordista.

En efecto, en 1908, Henry Ford y sus socios perfeccionaron la técnica de Leland para producir el modelo T y para 1914 ya tenían organizada una línea de ensamble continuo haciendo posible que el número de automóviles producidos por su empresa que en 1903 había sido de sólo 1700 unidades se elevara en 1914 a 300 mil y para 1923 la General Motors utilizando la nueva organización del proceso productivo con-

siguió fabricar 2.1 millones de vehículos. Estas innovaciones en la organización industrial no sólo permitieron la manufactura masiva de automóviles sino que facilitaron la internacionalización del capital, ya que fue posible instalar plantas armadoras en diversos mercados extranjeros que fabricasen los vehículos con partes importadas y para 1929 Ford tenía ensambladoras en veintinueve países y la General Motors en diez (16). Esto resalta la estrecha vinculación de carácter estructural entre los elementos tecnológicos de la Segunda Revolución Industrial, como es el proceso productivo basado en partes estandarizadas y los factores económicos de la misma como la internacionalización del capital concentrado.

CUADRO 9.6

PRODUCCION MUNDIAL DE AUTOMOVILES
1929-1980

Año	Miles de unidades anuales					
	América del Norte (a)	Europa Occidental (b)	Japón	Países de economía planificada (c)	Resto	Total
1929	4 790.4	554.0		10.0		5 354.7
1938	2 143.4	878.6		51.9		3 073.9
1950	6 950.0	1 110.4	1.6	99.1	6.7	8 169.8
1960	7 000.6	5 119.7	165.1	272.5	427.3	12 985.2
1970	7 490.6	10 378.6	3 178.7	701.4	1 006.2	22 755.5
1980	7 222.3	10 371.8	7 038.1	2 117.8	1 889.2	28 639.2

(a) Estados Unidos y Canadá

(b) Austria, Bélgica, Francia, RFA, Italia, Holanda, España, Suecia y Gran Bretaña

(c) Checoslovaquia, RDA, Polonia, Rumania y Unión Soviética

Fuente: World Motor Vehicle Data Book, varios números, en Altshuler, op.cit., p.19

En los datos que aparecen en el cuadro 9.6, se aprecia con claridad la historia de la industria automotriz mundial. En primer lugar tenemos la hegemonía establecida por la industria estadounidense en este campo cuando producía el 89% del total mundial en 1929 y el 85% en 1950. En segundo término, el avance sistemático de Europa a lo largo de todo el periodo y que la llevó a incrementar su producción de únicamente 1 110 400 unidades en una fecha tan tardía como 1950 para alcanzar 10 378 600 veinte años después y por último, la aún más tardía aparición del Japón que todavía en 1960 únicamente produjo 165 100 unidades para llegar veinte años después a 7 038.100, lo mismo ocurre con otras regiones y países como los de economía planificada. Esto refleja el gran dinamismo de la economía mundial a que ya hemos hecho referencia y que corresponde a la expansión de la Segunda Revolución Industrial. Pero lo que resulta más importante para nuestro análisis del agotamiento de esa misma revolución es mostrar como la producción en Estados Unidos y Europa Occidental se estancan en la década de 1970. Las producciones automotrices estadounidenses y europea occidental alcanzaron su máximo en 1973 con 10 895 000 y 11 472 000 unidades respectivamente, para después comenzar a declinar(17). La industria más representativa de la Segunda Revolución Industrial dejó de ser un mecanismo dinamizador de la misma en el Centro a partir de 1974.

Ugo Pipitone coincide con esta apreciación al señalar como la industria automotriz estadounidense dejó de

ser un impulsor del auge económico al disminuir la tasa de crecimiento de la demanda a un raquíico 1.1% en los años 1970-1980 y lo que es aún más significativo, las previsiones para las décadas siguientes resultan todavía más desalentadoras pues se pronostica un incremento de únicamente 0.8% anual entre 1980 y 1990 y un 0.7% entre 1990 y el año 2000(18).

Todo parece indicar que la explicación de este fenómeno radica en la inexorable saturación de los mercados, primero en América del Norte y luego en la Europa Occidental. La información del cuadro 9.7 indica que en 1980 había en Estados Unidos más de un automóvil por cada dos habitantes y en Alemania Federal, Francia y Suecia había un vehículo por cada tres.

CUADRO 9.7

PARQUE AUTOMOTRIZ DE VARIAS NACIONES INDUSTRIALES EN 1980

Pais	PIB por habitante (dólares)	Autos por mil habitantes
Alemania Federal	13 590	377
Suecia	13 520	347
Francia	11 730	357
Estados Unidos	11 360	537
Japón	8 890	203
Gran Bretaña	7 920	276
Italia	6 480	310

Fuente: PIB en World Bank, World Development Report 1982, Oxford University Press, 1982, tabla 1; autos por mil habitantes en World Motor Vehicle Data en Altshuler, op.cit., p.108

Aun cuando los estudios de prospectiva de la

OECD predican puntos de saturación más elevados que los alcanzados en la realidad en 1980 y que estiman en 700 unidades para Estados Unidos, 600 para Alemania Federal y Francia y entre 450 y 500 para Japón, Gran Bretaña e Italia(19), el comportamiento real de los mercados indica que estas predicciones resultan demasiado altas y que los niveles de saturación están más cerca de los existentes para esas sociedades en 1980, por lo que la industria se ve limitada a las posibilidades de un mercado de simple reposición. Las cifras del cuadro revelan que estos niveles de saturación dependen de varios factores entre los que destacan la riqueza por habitante y la geografía del país.

Si la industria automotriz de Norteamérica y Europa Occidental dejó de ser un factor de crecimiento económico en la década de 1970, cosa parecida ocurrió con otras industrias organizadas en torno a las grandes innovaciones tecnológicas de la Segunda Revolución Industrial, las cuales son víctimas del estancamiento como lo muestran las cifras del cuadro 9.8 en las cuales aparece la evolución de varias industrias químicas como la química orgánica, los derivados del petróleo y las pinturas y colorantes, la producción de aparatos eléctricos, de máquinas herramienta y la construcción naval, todas las cuales disminuyeron su dinámico crecimiento de la década de 1960 hasta caer en el estancamiento en la de 1970 o incluso sufrir de tasas negativas en los años posteriores a 1970, como ocurre en los casos de las máquinas herramienta y la construcción naval.

CUADRO 9.8

AGOTAMIENTO DE LA SEGUNDA REVOLUCION INDUSTRIAL

Rama industrial	Tasas de crecimiento de la demanda mundial	
	Década de 1960	Década de 1970
Química orgánica	11.4%	3.8%
Derivados del petróleo	8.3	1.2
Pinturas y colorantes	7.9	1.1
Artículos de plástico	12.5	6.4
Aparatos eléctricos	9.1	2.5
Máquinas herramienta	8.3	-1.1
Construcción naval	6.9	-4.4

Fuente: Centre d'Etudes Prospectives et d'Information Internationales, op.cit., pp.68-71

Podemos pues concluir afirmando que muchas industrias organizadas en torno de los elementos fundamentales de la estructura de innovaciones tecnológicas de la Segunda Revolución Industrial cayeron en el estancamiento o incluso en la contracción a medida que se agotaban sus potencialidades expansivas para convertirse en actividades crepusculares dedicadas a satisfacer mercados básicamente saturados y limitadas únicamente a la demanda de reposición. Estas industrias antes dinámicas se convirtieron en elementos carentes de capacidad dinamizadora y ésta es una de las causas fundamentales del agotamiento de la Segunda Revolución Industrial.

En un primer momento este fenómeno afectó a las economías de las naciones industrializadas reguladas por el mercado donde la tasa de crecimiento industrial disminuyó, como hemos visto, de 6.6% anual que se tuvo hasta 1967 a única-

mente 2% después de 1971. Pero posteriormente la onda contractiva se extendió a los países del oriente europeo con economías centralmente planificadas, cuyo crecimiento industrial descendió de 8.9% anual que se mantuvo hasta 1975 a 4.7% después de 1978. Los países subdesarrollados también parecieron inmunes por un tiempo a la influencia negativa de la desaceleración económica mundial, pero a partir de 1975 comenzaron igualmente a ser víctimas de ella(20). El alcance planetario de la onda recesiva se explica por el carácter mundial que tienen, según hemos demostrado, las revoluciones industriales, por lo que el agotamiento de la Segunda tiene una extensión igualmente mundial.

III

Otra causa de gran importancia para explicar el fin de la Segunda Revolución Industrial es el desmoronamiento del polo dominante del sistema económico internacional. Hemos tenido ocasión de examinar en el capítulo cuarto como varios de los más importantes elementos constitutivos de esta revolución productiva, tales como la concentración del capital en una escala sin precedente, la industria automotriz, la electrificación de los procesos productivos y de la vida urbana, etcétera, tuvieron lugar en los últimos años del siglo XIX y los primeros del XX en el clima de prosperidad que caracterizó ese periodo y que terminó en 1914 con el inicio de la primera guerra mundial. Señalamos como este conflicto causó daños irreversibles al delicado mecanismo que mantenía

la economía mundial en equilibrio; pero insistimos en subrayar el hecho de que el gran problema en esa posguerra no fue el deterioro del sistema que existía antes del conflicto, sino la incapacidad de la comunidad internacional para reemplazarlo con otro. Inglaterra que había sido el polo dominante durante la Primera Revolución Industrial no contaba ya con el poderío industrial necesario para seguir desempeñando ese papel. El Siglo Británico había terminado. Alemania cuya industria había rebasado a la inglesa cuantitativa y cualitativamente, quedó neutralizada por su derrota, mientras que Estados Unidos, convertidos ya en la primera potencia industrial del mundo, no aceptó el puesto vacante de polo hegemónico en torno al cual se pudiera reorganizar la economía planetaria. Los estadounidenses incluso se negaron a participar en la organización política del mundo de la posguerra y rehusaron firmar el Tratado de Versalles o a participar en la Liga de las Naciones.

Sin embargo, el peso económico de Estados Unidos era ya tan grande que su conducta activa o pasiva, lo mismo sus acciones que sus omisiones, tuvieron una influencia determinante en la evolución del sistema económico mundial. Esto quedó de manifiesto unos años más tarde cuando la crisis que siguió al crac de la Bolsa de Nueva York en 1929 se hizo extensiva a todo el mundo. Rostow tiene razón cuando dice que Estados Unidos falló a sí mismo y al mundo(21). La ausencia de un polo hegemónico hizo que, como señalamos en dicho capítulo, la Segunda Revolución Industrial tuviera muchas dificultades para avanzar y la economía mundial sufriera de una larga

onda depresiva en el periodo de entreguerras.

Después de la segunda guerra mundial la situación fue completamente distinta. Desde luego Gran Bretaña y Alemania eran aún más impotentes para servir de eje para la reorganización del sistema económico mundial que lo que habían sido en 1919, pero Estados Unidos contaba con recursos aún mayores y esta vez estaba decidido a emplearlos para establecer su hegemonía. En esta posguerra la economía estadounidense generaba el 63% del producto interno bruto combinado de la propia Unión Americana, la Gran Bretaña, Alemania Occidental, Francia y Japón y su industria el 57% del valor agregado manufacturero, por lo que no tuvieron muchas dificultades para imponer su modelo de desarrollo(22). Las tesis de White trinfaron sobre las de Keynes en la Conferencia de Bretton Woods, no porque el americano fuera superior intelectualmente al británico, sino por la fuerza brutal de los recursos que lo respaldaban.

En 1944 en Bretton Woods nacieron las instituciones que regularían la economía mundial, como el Fondo Monetario Internacional y el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, generalmente mencionado con el nombre de Banco Mundial. Más tarde, y también bajo el patrocinio estadounidense, surgió en 1947 el Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio, más conocido por sus siglas en inglés GATT(23). Todo ello sirvió de plataforma para un gran impulso cuyo objetivo era lograr que los países de Europa Occidental y Japón die-
ran "alcance" a la sociedad estadounidense y sustentado por lo que Arrighi ha llamado la "hegemonía implícita de los Es-

tados Unidos"(24). Bajo la regulación subyacente en este modelo, va a producirse el vertiginoso aumento de la producción mundial a que ya hemos hecho referencia y que encontramos ejemplificado en las cifras de la producción automotriz europea y japonesa que aparecen en el cuadro 9.6, en el cual puede apreciarse como éstas dan alcance a la estadounidense que hasta ese periodo había sido superior por amplio margen.

Sin embargo, este modelo de desarrollo adolecía de una contradicción esencial: su objetivo, la "americanización" de Europa y Japón estaba en oposición con su premisa fundamental, la hegemonía estadounidense en el sistema económico mundial y en consecuencia su éxito significaba inevitablemente su fin. En efecto, hacia fines de la década de 1960 la economía de Estados Unidos comenzó a mostrar desajustes, pese a lo cual su auge se prolongó hasta 1969. En 1970 sobrevino una recesión en la que se combinaron varias tendencias negativas que se presentarían en los años subsecuentes. El crecimiento disminuyó a únicamente 1.4% en 1971 y el desempleo se elevó a niveles superiores al 6% y ya nunca retornó a los niveles que se conocieron durante el periodo expansivo. Pero donde la crisis se manifestó con mayor claridad fue en un deterioro dramático del sector externo el cual culminó en agosto de 1971, cuando el presidente Nixon se vio obligado a dar por terminada la convertibilidad del dólar en oro. En el cuadro 9.9 puede apreciarse la evolución negativa de algunos de los principales componentes de la Balanza de Pagos estadounidense.

CUADRO 9.9

DETERIORO DE LA BALANZA DE PAGOS ESTADOUNIDENSE
1960-1971

	Miles de millones de dólares		
	1960-1964	1965-1969	1971
1.- Balanza comercial	5.4	2.8	-2.7
2.- Transacciones militares netas	-2.4	-2.9	-2.9
3.- Ingreso neto por inversiones	3.9	5.8	8.0
4.- Balanza por otros servicios	-1.0	-1.2	-1.7
5.- Balanza de bienes y servicios	5.9	4.4	0.7
6.- Remisiones y transferencias incluyendo gobierno	-2.5	-2.9	-3.5
7.- Balanza en cuenta corriente	3.3	1.5	-2.8
8.- Flujo neto de capitales a largo plazo	-4.0	-3.6	-6.5
9.- Balanza básica	-0.7	-2.2	-9.3
10.- Flujo neto de capital privado a corto plazo	-1.1	-0.2	-2.4
11.- Derechos especiales de giro	-	-	0.7
12.- Neto de errores y omisiones	-1.0	-1.0	-11.0
13.- Balanza neta de liquidez	-2.8	-3.4	-22.0

Fuente: Economic Report of the President, enero de 1972, p.150, idem, enero de 1973, pp.293,294; Survey of Current Business, diciembre de 1972, pp.34,41, citados en Robert Aaron Gordon, Economic Stability and Growth: The American Record, New York, Harper and Row, 1974, p.180

Los Estados Unidos tuvieron excedentes en su balanza comercial desde el siglo pasado. En el periodo 1960-1964 las transacciones comerciales eran favorables, lográndose un exce-

dente anual promedio de 5 400 millones de dólares. Este ingreso se complementaba con el obtenido por las inversiones estadounidenses en el extranjero, como lo muestra el tercer renglón del cuadro, permitiendo hacer el pago de servicios prestados por entidades extranjeras y los cuantiosos gastos militares en el exterior que imponía su política. Esto hacía que la balanza de bienes y servicios mostrara un excedente de 5 900 millones de dólares. Pese al continuo aumento del flujo de utilidades generadas por las inversiones norteamericanas en el mundo, resultado del formidable proceso de internacionalización del capital, el rápido deterioro del comercio exterior de Estados Unidos que sufrió un déficit de 2 700 millones de dólares en 1971 hizo disminuir a sólo 700 millones el excedente de la balanza de bienes y servicios. Esto condujo a que los Estados Unidos no lograran ya equilibrar las remesas y transferencias, incluyendo las gubernamentales, por lo que la balanza en cuenta corriente evolucionó de un excedente de 3 300 millones de promedio anual en el periodo 1960-1964 a un déficit de 2 800 millones en 1971. Este déficit, a su vez, provocó una salida de capitales a corto plazo, la mayor parte de los cuales por no haber sido identificados aparecen bajo el rubro de "errores y omisiones" y que configuran una verdadera fuga de capitales provocada por la pérdida de la confianza en el dólar y cuyo monto supera incluso el gran déficit de la balanza básica. En total, en sólo el año de 1971, la hemorragia alcanzó la cifra de 22 000 millones de dólares. En esas condiciones, Washington se vio

forzado a abandonar la convertibilidad del dólar en oro y a devaluarlo. Esta crisis determinó el colapso del sistema monetario internacional estructurado en Bretton Woods, que fue el marco financiero que permitió el despliegue de las formidables potencialidades de la Segunda Revolución Industrial. El desmoronamiento de ese sistema es otro factor que explica el agotamiento de dicha revolución y es anterior por más de dos años a la crisis energética que se generó a partir de octubre de 1973; ésta vino a golpear a una estructura ya en proceso de descomposición y contribuyó a precipitar su fin.

La causa básica del deterioro de la hegemonía estadounidense y sus consecuencias fue el impresionante debilitamiento de la posición competitiva norteamericana en el comercio mundial de manufacturas. Muchos productos industriales estadounidenses han sido desplazados de diversos mercados extranjeros e incluso de su propio mercado interno por los producidos por otras naciones industrializadas, principalmente Alemania y Japón así como los pequeños países asiáticos conocidos como NICs. El principal factor para explicar la pérdida de competitividad de la industria norteamericana en relación a sus rivales es el diferencial en el crecimiento de la productividad en comparación con ellos. En el cuadro 9.10 aparecen los datos pertinentes para apreciar esta evolución desfavorable para los Estados Unidos y para la posición hegemónica que ocuparon en el sistema económico mundial en los años posteriores a la segunda guerra mundial.

CUADRO 9.10

PRODUCCION Y PRODUCTIVIDAD DE LAS POTENCIAS INDUSTRIALIZADAS
1960-1981

País	Producto total		Producto por unidad de trabajo	
	1960-1973	1973-1981	1960-1973	1973-1981
Estados Unidos	4.2%	2.3%	3.1%	0.9%
Japón	10.5	3.8	9.9	3.6
Alemania	4.8	1.9	5.8	3.3
Francia	5.7	2.5	5.9	3.4
Gran Bretaña	3.2	0.5	3.8	1.8

Nota: El producto para Francia y Gran Bretaña se refiere al producto interno bruto, para los demás países al producto nacional bruto.

Fuente: International Monetary Fund, International Financial Statistics, varios números, los datos para 1981 han sido parcialmente estimados por el American Enterprise Institute, en Robert B. Reich, The Next American Frontier, New York, Times Books, 1983, p.284

Puede apreciarse como la productividad, esto es, el producto por unidad de trabajo crece en Estados Unidos más lentamente que en cualquiera de los otros países industriales listados y esta afirmación es cierta tanto para el periodo de auge como para el depresivo. Japón, desde luego, tiene incrementos muy superiores a los estadounidenses: un enorme 9.9% anual en el periodo 1960-1973 contra un anémico 3.1%. Alemania y Francia también tienen desempeños considerablemente superiores al norteamericano con 5.8% y 5.9% e incluso la economía británica demuestra más dinamismo con 3.8%. En los años siguientes, que corresponden a la fase depresiva, entre 1973 y 1981 se repite la situación con la misma tendencia adversa para Estados Unidos cuya economía tiene incremen-

tos de la productividad inferiores a los de sus competidores. En estas condiciones, dichos competidores tenían que dar "alcançe" a los estadounidenses, produciendo mercancías primero similares en calidad y precio y después incluso superiores, con lo que empezó el retroceso de los productos norteamericanos en los diferentes mercados provocando así la crisis del sector externo estadounidense y en consecuencia la de la hegemonía de este país en la economía mundial. Esto se logró mediante la introducción y perfeccionamiento de la tecnología norteamericana en las industrias de esos países rivales.

Si pasamos del examen general de las tendencias económicas recientes al estudio del caso de la industria automotriz que tanta importancia tuvo en la SRI y que nos ha servido para ejemplificar las grandes directrices de ésta, encontramos que nuevamente las principales tendencias tales como la decadencia de la competitividad industrial de Estados Unidos y Gran Bretaña, el auge de Alemania primero y de Japón después, se reflejan en su evolución. Durante la posguerra la industria británica parecía la mejor equipada para competir con la estadounidense, era la más importante después de ésta y en 1950 produjo 522 mil vehículos que eran más del doble que los producidos por Francia que ocupaba el tercer lugar y era además el más importante exportador del mundo(25). Sin embargo, estas ventajas no tuvieron ningún efecto práctico y correspondió a los alemanes presentar el primer reto importante a los estadounidenses, mediante un pequeño y feo automóvil producido por la Volkswagen, empresa que al terminar la guerra

parecía tan poco prometedor que se intentó venderla a los empresarios norteamericanos que llegaron siguiendo a sus victoriosos ejércitos, únicamente para ser despreciada por éstos. La compañía alemana tuvo que atenerse a sus propios medios y no sólo sobrevivió sino que conquistó una porción impresionante de los mercados estadounidense y mundial, mediante dos factores decisivos: la calidad del producto y la calidad del servicio que lo respaldaba. El éxito de los alemanes fue tan rotundo que el extraño automovilito se convirtió en el vehículo más vendido en la historia automotriz del mundo. Los japoneses tenían un camino aún más largo que recorrer. En 1948, Suehiro Nishio miembro del gobierno del primer ministro Tetsu Katayama, recomendó que en Japón no se fabricaran automóviles dado el atraso tecnológico de su industria en relación a las de otras naciones, mientras que la producción, como lo revela el cuadro 9.6, era insignificante en 1950(26). Su opinión, sin embargo, no fue tomada en cuenta por empresas como Toyota y Nissan que emprendieron una penosa batalla a largo plazo que terminó haciendo de Japón el primer productor y exportador automotriz del mundo.

De esta manera el éxito del proceso de "americanización" de Europa Occidental y Japón con el consiguiente incremento cuantitativo y cualitativo de su industria desembocó en la crisis de la hegemonía económica de Estados Unidos. Pero si tomamos en cuenta que ésta era la base sobre la cual se habían organizado los mecanismos reguladores de la economía mundial, su crisis conllevó la disfuncionalidad de la es-

estructura de regulación que permitió el desempeño dinámico del sistema económico mundial(27). El fin de la Segunda Revolución Industrial tuvo como causa principal un doble agotamiento: el de las potencialidades dinamizadoras de las innovaciones tecnológicas que formaron su núcleo y el de la capacidad rectora de los mecanismos que la regulaban. Una comparación de las tasas de incremento de la producción y la productividad en el periodo de auge entre 1960 y 1973 con los del que se extiende entre 1973 y 1981, ofrece el testimonio definitivo del término de esa revolución.

IV

El paquete de nuevas tecnologías destinado a integrar el núcleo de la Tercera Revolución Industrial y en el cual se destacan la informática, los progresos en las telecomunicaciones, la robotización, la biotecnología, los nuevos materiales, etcétera, así como el amplio abanico de fuentes energéticas que hemos examinado, parece estar dispuesto para cumplir su papel en esta tercera gran transformación del sistema económico mundial. Esta es, sin embargo, condición necesaria pero no suficiente para que esta revolución realice sus potencialidades ya que formidables barreras y contradicciones obstaculizan el despliegue de éstas. Debemos recordar que tal como examinamos en el segundo y tercer capítulos de este estudio, una revolución industrial implica como partes integrantes de la misma una metamorfosis de la economía

mundial y una transformación profunda de las sociedades que la integran.

Sea cual sea el juicio que merezca la hegemonía de Estados Unidos en el sistema económico mundial, lo más importante es que ha terminado y dado el extraordinario desarrollo industrial de otras naciones no parece posible reconstruirla. En realidad lejos de revertirse, las tendencias declinantes en el poder económico norteamericano se acentúan en forma impresionante. El déficit de la balanza comercial de 2 700 millones de dólares en 1971 que, como hemos visto, precipitó la crisis del sistema originado en Bretton Woods, queda reducido a la insignificancia al compararse con el déficit que en 1985 fue de 135 000 millones y en 1986 se incrementó a 156 000 millones, para llegar a 175 000 millones en 1987, lo que ha provocado una devaluación del dólar de más del 50% en esos tres años en relación con el yen japonés y el marco de Alemania Federal, forzando a los principales bancos centrales en enero de 1988, a respaldarlo para preservar lo que resta de la estabilidad del sistema financiero internacional(28).

Otro factor de gran importancia lo constituye el hecho de que en el presente no existe algún país con la capacidad para llenar el vacío creado por el desmoronamiento de ese poder hegemónico, ni se vislumbra la posibilidad de que en las próximas décadas surja una potencia industrial capaz de hacerlo. En estas condiciones la creación de una estructura dotada de las posibilidades de regular el funcionamiento del sistema económico internacional depende de que las prin-

principales naciones desarrolladas logren integrarla mediante una acción concertada y lograr ésta es extraordinariamente difícil.

Lo anterior nos lleva a considerar una contradicción básica que aflige la economía mundial, ésta es la que se plantea entre el estado nación que es la unidad fundamental con las que se han desarrollado las naciones en los últimos siglos y un sistema económico con una fuerte tendencia a operar ignorando las fronteras nacionales. Muchos europeos desde la segunda posguerra percibieron que los estrechos límites de sus países, incluso de los mayores, eran un obstáculo para continuar siendo sociedades desarrolladas y comenzaron a abogar por la integración de Europa. Esta opinión ha sido particularmente acentuada entre la juventud(29). Los partidarios de la unidad europea decidieron crear el Comité de Acción para los Estados Unidos de Europa, el cual el 18 de enero de 1956 declaró(30): "Nuestras organizaciones comunes, partidos y sindicatos, reunidos por primera vez y superando todo lo que puede dividirlos en el nivel nacional, estiman unánimemente que las esperanzas de nuestros pueblos de mejorar sus condiciones de vida, de justicia, de libertad y de paz no pueden ser alcanzadas si los esfuerzos nacionales permanecen separados. Nuestros países deben unificar sus recursos y esfuerzos. Es por esto que hemos tomado la iniciativa de constituir el Comité de Acción para los Estados Unidos de Europa". El resultado final de estas actividades fue la creacuón de la Comunidad Económica Europea por medio del

Tratado de Roma firmado el 25 de marzo de 1957 y que entró en vigor el primero de enero de 1958 al ser ratificado por los parlamentos de los países signatarios. Fundada por seis naciones, la Comunidad cuenta hoy con doce miembros y es, sin duda, un mecanismo para generar la metamorfosis que requiere el sistema económico mundial.

La progresiva integración de Europa Occidental ha sido un factor importante en la prosperidad de las naciones que la integran, varias de las cuales habían rebasado en 1980 los niveles de riqueza de Estados Unidos como se aprecia en los datos del cuadro 9.7. Hay, sin embargo, un elemento inquietante en este avance: su base fundamental sigue siendo un perfeccionamiento de las tecnologías de la Segunda Revolución Industrial y no el desarrollo de las que corresponden a la Tercera, especialmente la microelectrónica, campo en el cual los europeos han quedado seriamente rezagados en relación a Estados Unidos y Japón. Varios son los factores causantes de este rezago, desde la escasez del personal altamente calificado que requieren las industrias de alta tecnología, hasta la falta de capital de riesgo, pero el más importante es la incapacidad para aprovechar las ventajas del mercado común creando empresas con las dimensiones de las estadounidenses y japonesas y esto se debe a los atavismos nacionalistas que perduran, principalmente en los gobiernos que a menudo hacen fracasar los intentos por integrar las firmas ya existentes(31).

Si la necesidad de efectuar la transformación

de la estructura del sistema económico mundial a fin de permitir el despliegue de la Tercera Revolución Industrial se enfrenta a contradicciones de difícil manejo, éstas son aún mayores cuando se trata de realizar los cambios requeridos al interior de las sociedades mismas. Las nuevas tecnologías de la teleinformación demandan la metamorfosis de las sociedades actuales en otras, tal como se ha examinado en el capítulo sexto, lo que implica no sólo cambios materiales sino un nuevo marco de ideas y valores como se ejemplifica en el cuadro 6.2 con los planteamientos de Yoneji Masuda. Probablemente la contradicción más difícil de resolver es la generada por la robotización de los procesos productivos al desplazar a los trabajadores tanto manuales como intelectuales. Esta transformación pone en entredicho el nexo salarial que es el eje mismo de la estructura social y de los procesos productivos de los países industrializados. La respuesta sólo pueden proporcionarla sociedades cualitativamente distintas, dotadas de esquemas de distribución del ingreso diferentes a los actuales que están basados en el vínculo salarial entre los trabajadores y la planta productiva.

Por último, la Tercera Revolución Industrial necesita disponer de una base energética adecuada como fue el caso de sus dos predecesoras. Como ya hemos visto, ninguna fuente de energía puede ocupar el papel principal en la oferta energética del futuro en la misma forma en que el carbón o el petróleo lo hicieron durante las dos revoluciones industriales previas, sino que esa oferta deberá integrarse con

una combinación de fuentes, muchas de las cuales dependen del uso de tecnologías aún no desarrolladas. Consideramos que si se emplean todas las potencialidades de las diversas energías desarrollando las técnicas necesarias, incluyendo las más importantes, las que conducen al ahorro, la escasez energética no debiera convertirse en un obstáculo que asfixie a la TRI, pero esto depende de que sean implementados desde ahora programas eficientes y esto es también muy difícil. El Estado es un elemento esencial en ese desarrollo y actualmente se ve asediado por problemas que reclaman atención urgente y que tienden a agudizarse con el estancamiento que caracteriza el fin de la SRI, al mismo tiempo que disminuyen los recursos para hacerles frente. Esta doble presión que ha puesto en crisis los servicios de salud, de educación, la atención al desempleo, etcétera, hace que se dificulte mucho dedicar recursos a programas de desarrollo energético en medio de una situación caracterizada por la sobreoferta de petróleo que se ha presentado desde 1981, lo que, obviamente, disminuye la urgencia aparente de implementarlos.

Todas estas contradicciones que obstaculizan el despliegue de la Tercera Revolución Industrial nos llevan a considerar el futuro como un panorama lleno de incertidumbres, donde lo mismo es posible que se prolongue indefinidamente la onda depresiva que agobia a la economía mundial desde la década de los años setenta o que se superen esas barreras permitiendo a las naciones que se desarrollen en esa nueva etapa del proceso industrializador para alcanzar por su

conducto niveles de bienestar que empequeñezcan todas las conquistas previas de la humanidad, tanto más que los nuevos avances no estarán principalmente orientados a la producción de satisfactores materiales, como ocurrió con las dos primeras revoluciones industriales, sino a potenciar las posibilidades de la mente humana.

Debemos ahora abordar un tema amargo: el futuro de los países subdesarrollados en general y de la América Latina en particular, desde la perspectiva de la Tercera Revolución Industrial. El análisis del porvenir latinoamericano y las posibilidades de desarrollo científicotecnológico de la región genera varios escenarios entre los que destacan el tendencial y el endógeno(32). El primero que supone la prolongación de las tendencias históricas produce una imagen sombría del futuro regional. En efecto, el subdesarrollo de estas naciones no presenta contradicciones para el progreso de la Tercera Revolución Industrial. Por el contrario, como examinamos en el capítulo tercero, ese subdesarrollo es el resultado de la acción de las mismas fuerzas que han generado el proceso industrializador de los países centrales, convirtiendo a las naciones periféricas en el complemento adecuado para " " más funcional el conjunto del sistema económico mundial. Pero esta adecuación a las necesidades del polo desarrollado ha tenido un costo muy alto para los pueblos periféricos al negarles la posibilidad de tener un desarrollo autogenerado. Este sería el que corresponde al escenario endógeno e implica la capacidad para el despliegue

de potencialidades creativas capaces de producir sociedades desarrolladas.

El comportamiento de las economías latinoamericanas ilustra el sombrío proceso del subdesarrollo, el cual no es rezago sino un crecimiento incorrectamente orientado y por tanto maligno. En los ocho siglos que se extienden entre el año mil y la Primera Revolución Industrial, el mundo triplicó su producción, pero en el periodo entre 1950 y 1970, cuando la Segunda Revolución Industrial desplegó sus máximas potencialidades, fueron suficientes únicamente veinte años para lograr lo que antes requirió ochocientos. En efecto, en esas dos décadas, el mundo multiplicó su producción por 2.7, mientras que la producción industrial creció 2.8 veces y el volumen de las exportaciones lo hacía en 3.8 veces. El mayor crecimiento del producto industrial y el comercio reflejan el continuo avance de los procesos de industrialización e internacionalización que se dan en el sistema económico mundial. Si examinamos las mismas variables para Latinoamérica se aprecian las deficiencias de la región, cuyo producto total se incrementó 2.5 veces y el industrial se multiplicó por 3, esto es, se lograron crecimientos aceptables y similares a los mundiales, pero, en cambio, las exportaciones sólo crecieron 1.95 veces, factor muy inferior al mundial(33). Esta debilidad del sector externo de Latinoamérica que se manifiesta incluso en las circunstancias más favorables como es el caso de la onda expansiva generada por el despliegue de la SRI, vicia toda la economía al provocar un estrangulamiento que sólo pudo

ser superado recurriendo al endeudamiento externo. Al invertirse las tendencias, la onda expansiva se convirtió en contractiva, y el desequilibrio del comercio exterior latinoamericano se acentuó. Por un tiempo esta contradicción entre el crecimiento y la perniciosa inserción de la economía de América Latina en el sistema económico mundial se superó mediante un aumento todavía mayor de la deuda externa hecho posible por el exceso de liquidez que tenía la banca internacional, pero al agotarse las posibilidades de obtener un volumen siempre creciente de crédito exterior, la región se hundió en la profunda crisis que conoce en la actualidad.

La continuación de las tendencias presentes sólo puede conducir a una degradación aún mayor de las sociedades latinoamericanas, incluso en el supuesto de que las naciones desarrolladas consigan generar una nueva onda expansiva haciendo efectiva la Tercera Revolución Industrial. Para revertir estas tendencias con el fin de alcanzar el escenario endógeno es necesaria la concurrencia de factores positivos tanto exógenos como endógenos(34). El análisis de la experiencia histórica demuestra que las naciones que han logrado desarrollarse lo han conseguido mediante procesos de cambio en los factores internos, ya que los externos escapan básicamente a su control. Las reformas de sus estructuras las capacitaron para aprovechar al máximo las coyunturas favorables que se fueron presentando en el entorno exterior y neutralizar la influencia de los elementos negativos. Así tenemos que muchos factores como la inversión extranjera, el endeudamiento con el exterior, la dependencia tecnológica,

etcétera, estuvieron presentes en el proceso de industrialización de Japón y aún en mayor medida en los de Estados Unidos y los países industrializados de la Europa continental(35), sin que hayan tenido los efectos adversos que se les atribuyen en Latinoamérica. La diferencia está en la naturaleza contrastante de las primeras sociedades en relación con las latinoamericanas.

Se ha señalado como ningún país de Latinoamérica está en condiciones de enfrentar las presiones del polo desarrollado de la economía mundial y la manera en que la división de las fuerzas nacionales así como el distanciamiento entre las naciones han sido factores definitorios para la frustración de las aspiraciones de éstas a la soberanía y el desarrollo(36). El reclamo tantas veces repetido de la integración latinoamericana está avalado por la experiencia de Alemania y Estados Unidos en el siglo XIX o de Europa en el XX, cuando se desarrollaron intensos esfuerzos para lograr unidades económicas mayores que sirvieran de base para los procesos industrializadores y el progreso científicotécnico, pese a lo cual en América Latina no se ha avanzado en el camino de la integración. Impulsados por la amenaza que significaba la creación de la Comunidad Económica Europea, con las consiguientes barreras proteccionistas para los productos agrícolas, varios países sudamericanos comenzaron a proponer un proyecto integracionista. Posteriormente la invitación se hizo extensiva a México y tras negociaciones relativamente breves se firmó el Tratado de Montevideo en diciembre de 1960, creando la

Asociación Latinoamericana de Libre Comercio, mejor conocida por el acrónimo ALALC. Esta, a diferencia de la CEE, quedó empantanada en negociaciones infructuosas y para 1980 hubo que reconocer su fracaso y en la XIX Conferencia Extraordinaria de Ministros celebrada en Acapulco el 27 de junio de ese año se decidió la creación de la Asociación Latinoamericana de Integración o ALADI para substituir a la ALALC y dotada de un esquema aún más flexible que el de la antigua organización(37). No puede menos que inspirar pesimismo sobre las perspectivas de América Latina ver como países como Alemania, Francia e Inglaterra que han luchado entre si por siglos, incluyendo las terribles guerras mundiales, son capaces de lograr acciones integradoras que eluden a los latinoamericanos que se autoproclaman naciones hermanas. Esta tendencia hacia la fragmentación que aflige a nuestra América no es reciente sino que se manifestó desde su nacimiento a la vida independiente y ha malogrado los anhelos unificadores de sus mejores hombres como Simón Bolívar quien terminó frustrado por el triunfo de las fuerzas disgregadoras(38). El fracaso de los esfuerzos recientes por conseguir integrar las economías latinoamericanas es más triste si se recuerda que todas ellas combinadas sólo equivalen a la de una nación como Francia o Alemania que han decidido que sus propias dimensiones económicas son insuficientes para competir con éxito en el escenario mundial.

Lo que hemos examinado acerca de la incapacidad para integrar económicamente la América Latina, ejem-

plifica el funcionamiento de otros factores endógenos que también se han constituido en barreras para el desarrollo y entre los que se podrían citar: la desconfianza entre sectores de la clase dirigente que se traducen en expatriación de capitales, falta de capacidad de empresas nacionales para asimilar tecnologías sean éstas extranjeras o nativas, deterioro de los sistemas educativos y penuria en los centros de investigación agravados por la ausencia de vínculos eficientes entre las instituciones encargadas de estas labores, el Estado y la planta productiva. Esta lista podría prolongarse mucho pero esta breve enumeración es suficiente para ilustrar la idea que queremos proponer: el subdesarrollo que padece nuestra América es producido ciertamente por la acción de fuerzas exógenas, pero sus nocivos efectos son posibles y muy efectivos debido a características endógenas de nuestras sociedades que a diferencia de lo ocurrido en los países que consiguieron su industrialización, las propician, actuando como agentes catalizadores que hacen aún más virulenta y eficaz su influencia generadora del subdesarrollo que padecen las naciones latinoamericanas. En síntesis podemos afirmar que el gran problema que enfrentamos es la incapacidad para interiorizar socialmente las tecnologías que ha generado la humanidad en los últimos dos siglos, las cuales permanecen en la superficie produciendo una ilusión de modernidad que obviamente se resquebraja ante cualquier fenómeno que la pone a prueba.

Lo que hemos examinado en relación con Latino-

américa es válido en esencia, aún cuando con características concretas diferentes para el resto de los países subdesarrollados, según lo determinen las especificidades de su evolución histórica. Podemos concluir este tema reiterando nuestra convicción de que los estudios sobre el subdesarrollo han puesto un énfasis excesivo en los factores exógenos que lo producen, lo que se ha convertido en un obstáculo epistemológico para la comprensión del fenómeno y esta barrera únicamente puede superarse concentrando la atención en la naturaleza de las estructuras de las sociedades subdesarrolladas que propician la acción perniciosa de los mecanismos de la dependencia.

Como ha quedado expuesto, el paquete de nuevas tecnologías que constituyen el núcleo de la Tercera Revolución Industrial, ha quedado integrado en sus elementos más importantes, pero para que dicha revolución se materialice y despliegue sus potencialidades transformadoras será preciso que las sociedades encuentren solución para las contradicciones que constituyen barreras para ese proceso y las cuales quedan, a su vez, envueltas en una contradicción mayor generada por el carácter finito de los recursos de nuestro planeta.

Entre los estudios que se han desarrollado sobre este tema destaca por su importancia el realizado por el Club de Roma que se inició en 1970 y fue publicado dos años después con el significativo título de Los límites del crecimiento, Informe del Club de Roma sobre el predicamento de

la humanidad(39). La importancia del estudio se deriva de varios factores, entre los que se destaca el hecho de que fue el primer modelo de prospectiva de alcance verdaderamente global y con un horizonte superior a los 35 años. La metodología empleada fue desarrollada en el Instituto Tecnológico de Massachusetts para el análisis de comportamientos complejos; fue denominada Dinámica de Sistemas y su descripción se encuentra en las obras del profesor Jay W. Forrester(40). La característica más importante del método es que esta basado en la noción de estructura, esto es, que se concibe el objeto de estudio como un conjunto de elementos dinámicos que interactúan entre sí. El modelo utilizado en el estudio fue diseñado por el propio Forrester quien lo describe en su libro World Dynamics(41), y fue construido para analizar el comportamiento de cinco grandes tendencias actuando a nivel planetario: el crecimiento demográfico, la acelerada industrialización, la difundida desnutrición, el agotamiento de los recursos no renovables y el deterioro del medio ambiente.

Se establece que el comportamiento de estas variables era, en general y en ese momento, de tipo exponencial, por lo que en un plazo relativamente breve alcanzarían niveles críticos que conducirían a un colapso social. Centramos nuestra atención en la prospectiva de la problemática energética que es el tema que hemos utilizado a lo largo de este estudio como hilo conductor del análisis. En el Informe del Club de Roma, los autores no dan una relevancia especial a la energía sino que ésta fue tratada como parte del

comportamiento de dos de las cinco grandes variables enumeradas: el agotamiento de los recursos no renovables y la contaminación del medio ambiente.

Esta forma de examinar el problema de la perspectiva de la base energética parece reflejar la poca conciencia que se tenía, incluso en fecha tan tardía como 1972- de la importancia de ésta para la sobrevivencia de las sociedades(42). El Informe presenta una lista de recursos no renovables poniendo el énfasis en los minerales y el cálculo de los plazos para su agotamiento a partir de las reservas mundiales conocidas y el consumo considerado como un factor estático, esto es, sin variaciones con relación a las cifras vigentes en ese momento, así como estimaciones de los posibles incrementos en el ritmo de su consumo y la evaluación de los plazos más cortos de agotamiento que esos aumentos implicarían. Dentro de ese panorama el petróleo es simplemente un recurso más y no un elemento indispensable para el funcionamiento de las economías contemporáneas cuya substitución presenta dificultades graves.

El problema de la energía recibe un tratamiento más amplio cuando se enfoca el tema de la contaminación. El crecimiento económico, como ya hemos visto en los capítulos precedentes, ha implicado siempre un mayor consumo energético, cuya tasa de incremento era de 3.4% anual en la época del estudio(43). La producción de esta energía provoca cuando se usan combustibles fósiles, la liberación de gran cantidad de contaminantes en la atmósfera que incluyen unas 20 mil

toneladas anuales de bióxido de carbono, mientras que los reactores de energía nuclear producen desechos radioactivos, algunos de los cuales tienen vida muy larga(44).

Otro factor que hay que tener en cuenta es que el uso de energía, sea cual sea su origen, genera contaminación térmica, esto es, la energía al ser producida y utilizada se disipa gradualmente en la naturaleza en forma de calor, al aumentar la cantidad de calor como resultado de la ampliación de la base energética, esto puede tener efectos negativos sobre el clima en escala mundial(45). De esta manera aparece la contradicción entre los límites que impone el carácter finito del mundo al uso creciente de la energía y las necesidades siempre mayores que tienen de ésta los procesos industrializadores.

La naturaleza estructural de la sociedad y su base económica aparecen claramente cuando se intenta rebasar esos límites por medio de la tecnología. Así, por ejemplo, muchos materiales no renovables como los metales puede reciclarse, prolongando el plazo de su agotamiento; sin embargo, los optimistas deben recordar que los procesos de reciclaje consumen energía con el consiguiente gasto de combustible que en el caso de los de origen fósil también tienden a agotarse, al mismo tiempo que aumenta la contaminación directa a la que se debe agregar la provocada por los desechos producidos por la ampliación de la planta industrial. Los experimentos o corridos hechos por la computadora con el modelo de Forrester muestran que el deterioro ecológico alcanza cotas tan e-

levadas que el resultado es el mismo que con el agotamiento de los minerales: el colapso social(46). El control tecnológico de la contaminación también tiene límites, pues mucho antes de alcanzar eficiencias de 100% se tropieza con barreras económicas que lo hacen inviable.

La publicación del Informe del Club de Roma tuvo gran impacto y alentó a muchos gobiernos a adoptar políticas concretas en materia de crecimiento demográfico, de protección ecológica, etcétera. Por otra parte, provocó innumerables críticas e incluso estudios paralelos que ofrecieron una visión prospectiva diferente. Entre éstos merece especial atención el realizado en la Fundación Bariloche de Argentina. Un resumen del mismo fue publicado en 1976 por Amilcar O. Herrera, director del proyecto, con el título de Catastrophe or New Society, A Latin American World Model(47). Este trabajo representa una verdadera antítesis en relación con los planteamientos del Club de Roma, ya que rechaza que existan límites físicos al crecimiento económico y afirma que las barreras que enfrentan las sociedades que integran la humanidad se derivan de las estructuras sociales y políticas, las cuales implican una distribución desigual de poder(48). Un Segundo Informe al Club de Roma publicado en inglés en 1974, reitera la existencia de las fronteras materiales al crecimiento indefinido y pronostica un desastre si se permite a las tendencias actuales continuar el desarrollo mundial según las directrices vigentes(49).

Quince años después de la aparición de Los

límites del crecimiento, la postura más razonable parece ser una síntesis de las ideas planteadas en aquel estudio y sus antítesis acompañada del reconocimiento del alto grado de incertidumbre que contiene nuestro saber sobre esta temática. En primer lugar, es preciso aceptar que existen límites al daño causado por las actividades industriales al entorno natural y que éstos son cada vez más evidentes. Lester R. Brown, presidente del Worldwatch Institute, ejemplifica esto señalando como en 1983 aún se debatía sobre los efectos destructivos de la "lluvia ácida" en los bosques, pues únicamente 8% de los árboles de Alemania Federal mostraban evidencia de estar afectados, pero para 1987 más de lamitad de los árboles de Alemania estaban muertos o dañados. Brown recomienda dar la más alta prioridad a la política energética por la influencia que ésta tiene sobre otras variables, incluyendo la desforestación y la contaminación del suelo y de la atmósfera(50), de las cuales depende la supervivencia humana.

Por otra parte, también es necesario tener conciencia de las limitaciones del conocimiento científico sobre las variables que se manejan en relación a los límites del crecimiento económico. Otro ejemplo puede ilustrar esta incertidumbre: se ha afirmado que las cantidades cada vez mayores de bióxido de carbono liberadas por el creciente uso de los combustibles tiende a intensificar el "efecto invernadero" en la atmósfera al obstaculizar la radiación al espacio de parte de la energía solar que recibe la Tierra, lo cual causará cambios climáticos globales, algunos de los cuales

serán catastróficos. Impulsados por estas tesis, se han realizados estudios para evaluar el contenido de CO₂ en la atmósfera en el pasado mediante el análisis del hielo del Artico y se ha encontrado que ciertamente la concentración del gas ha venido creciendo desde el Paleolítico hasta el siglo XX y que en éste la tasa de aumento se ha acelerado. Sin embargo, la sorpresa fue que dicho aumento fue menor al que se esperaba. Así, en un estudio hecho por físicos atmosféricos de la NASA se estableció que la concentración del bióxido de carbono en la atmósfera había pasado de 280 a 300 partes por millón en 1880 a un nivel de 335 a 340 en 1980, al mismo tiempo que la temperatura media se incrementó en el casquete terrestre comprendido al norte de la latitud 23.6°N en cuatro décimas de grado Celsius(51). La sorpresiva moderación de estos cambios se atribuye a una inesperada capacidad del entorno natural, principalmente de los océanos, para asimilar el bióxido de carbono.

Pero esta sorpresa no debe disipar las preocupaciones por el tema. Es preciso tener en cuenta que las sorpresas también pueden ser negativas. Una de éstas la ha proporcionado un grupo de compuestos químicos cuyos efectos destructivos ni siquiera se conocían cuando se publicó el Informe del Club de Roma. Se trata de los gases llamados clorofluorocarbonos empleados para una multitud de usos, desde los botes de aerosoles y los refrigeradores en la vida doméstica, hasta procesos industriales como la fabricación de poliuretano y de elementos microelectrónicos. Infortunadamente, al ser

liberados tienden a elevarse hacia la estratósfera donde destruyen la capa de ozono, según el descubrimiento hecho por científicos de la Universidad de California en Irving en 1974. Al disminuir la protección que esa cubierta de ozono ofrece contra la radiación solar aumentará la incidencia de enfermedades como el cáncer, las cataratas y otras más. Pero lo que más nos interesa para este análisis es que los clorofluorocarbonos producen el mismo efecto invernadero que el bióxido de carbono, pero con una eficacia muy superior ya que una molécula de estos nuevos gases tiene el mismo efecto que 10 000 de CO₂. La presencia creciente de este tipo de gas en la atmósfera tiende, en consecuencia, a compensar la asimilación del bióxido de carbono por la naturaleza. Por otra parte, hay que enfrentar el hecho de que su prohibición enfrenta agudas resistencias ya que causaría muy graves trastornos a la industria, en especial a la microelectrónica, lo que frenaría el progreso de la Tercera Revolución Industrial.

Todo esto demuestra el grado de incertidumbre en que se mueve la ciencia al abordar esta temática y la necesidad de ejercer una gran cautela en los trabajos de prospectiva acerca de ella. Al mismo tiempo debe considerarse que los riesgos que representan las tendencias actuales son tan graves que no pueden ser ignorados. Se estima que el continuo incremento en el uso de combustibles puede elevar la concentración de CO₂ en la atmósfera hasta 600 parte por millón en el siglo XXI, lo que podría elevar la temperatura entre 2 y 3.5 grados centígrados(52). Este incremento puede parecer

no muy grande, pero hoy se acepta que oscilaciones de esta magnitud en el clima producen efectos importantes en las comunidades biológicas y así en los primeros catorce siglos de la era cristiana se han determinado cambios en la composición de los bosques provocados por variaciones climáticas que no excedieron 2 grados centígrados(53). Desde luego oscilaciones más drásticas como las que tuvieron lugar en los últimos 100 mil años y que alcanzaron 10 grados centígrados(54), tuvieron efectos inmensos como las glaciaciones que se registraron en este periodo y que hoy provocarían un caos social en escala planetaria.

La única solución al problema del abasto energético futuro parece ser la energía nuclear de fusión en la que los átomos de hidrógeno contenidos en recipientes magnéticos se fusionan para formar átomos de helio. Desafortunadamente el desarrollo de esta tecnología tropieza con formidables obstáculos y los científicos no creen que sea posible disponer de esta fuente energética antes del año 2030, por lo que la Tercera Revolución Industrial tendrá que avanzar en las próximas décadas basada en una plataforma de energía integrada a partir de un abanico de las fuentes que hemos examinado en los capítulos precedentes y cuya estructura específica estará determinada para cada país por sus condiciones concretas.

Debemos detener aquí este examen de algunas de las principales contradicciones que se desarrollan en el seno de la incipiente Tercera Revolución Industrial, para concluir que la única forma de superarlas será lograr que el futuro de-

sarrollo del sistema económico mundial sea cualitativamente distinto al tenido hasta ahora. El avance técnico, como afirma Arnold Heertje, es un factor de desequilibrio constante (55). El cambio es inherente a las sociedades humanas, incluso a aquellas que han adoptado formas de organización estáticas; éste es el origen de lo que hemos llamado progreso. En las condiciones actuales dominadas por cambios tecnológicos profundos y continuos las transformaciones se han vuelto vertiginosas, pero ahora el crecimiento se enfrenta con las fronteras impuestas por las dimensiones del planeta. La única forma de compatibilizar el desarrollo con la supervivencia es abandonar la trayectoria seguida hasta ahora y que ha implicado una agresión siempre creciente contra el equilibrio del entorno natural. Por fortuna las nuevas tecnologías asociadas a la Tercera Revolución Industrial, especialmente la teleinformática y la robotización, parecen ofrecer vías para resolver estas contradicciones. Su utilización masiva hará innecesarios los innumerables desplazamientos que hoy se realizan hacia y desde los centros de trabajo, a medida que las labores puedan ser realizadas por robots que permanezcan en dichos centros o bien por trabajadores humanos que laboren en sus hogares y se conecten utilizando los nuevos recursos que ofrece el avance tecnológico. El consiguiente ahorro en energía y principalmente en contaminación puede ayudar a revertir las tendencias actuales en estos campos que tanta preocupación inspiran a los que realizan investigaciones de prospectiva. Pero lo más importante es que la Tercera Revolución Industrial se apartará del

precedente de sus dos predecesoras e incluso de todas las revoluciones productivas anteriores en que no estará centrada en el aumento de la producción de bienes materiales que tanto presiona los recursos naturales, sino en la de conocimientos y otros bienes de carácter no material cuya presión sea mucho menor. Podemos sintetizar estas consideraciones afirmando que si la humanidad ha de tener un futuro civilizado, se tiene que apartar de la tendencia histórica al crecimiento cuantitativo para enfocar su desarrollo en el crecimiento cualitativo. Las sociedades del porvenir no deben ser más grandes sino mejores.

N O T A S

- 1.- Evan Thomas, "Is America in Decline?", Newsweek, 22 de febrero de 1988, p.23
- 2.- Daniel Bell, El advenimiento de la sociedad postindustrial, trad. Raúl García y Eugenio Gallego, Madrid, Alianza Editorial, 1976, pp.12-14
- 3.- Idem, pp.30-48
- 4.- OCDE, Reviews of National Science Policy: United States, pp.54,56, Digest of Educational Statistics, U.S. Office of Education, 1970, en Bell, op.cit., pp.259, 260
- 5.- Bell, op.cit., p.305
- 6.- Radovan Richta, La civilización en la encrucijada, prólogo Daniel Lacalle, preámbulo F. Sorn, trad. Daniel Iríbar, Madrid, Editorial Ayuso, 1974, pp.19-23, 31
- 7.- Idem, pp.35,36
- 8.- Idem, pp.252,253

- 9.- Jacob J. van Duijn, The Long Wave in Economic Life, London, George Allen & Unwin, 1983, pp.59-68
- 10.- Tomás Peñaloza Webb y José Juan de Olloqui González, "El ritmo de las economías capitalistas y el ciclo de Kondratieff", El Trimestre Económico, vol. LII, n. 205, enero-marzo de 1985, p.125
- 11.- Duijn, op.cit., pp.66-68
- 12.- Mandel, El capitalismo tardío, op.cit., pp.126-131
- 13.- Centre d'Etudes Prospectives et d'Information Internationales, Economie mondiale: la montée des tensions, Paris, Ed. Economica, 1983, pp.61-64
- 14.- Robert Sobel, Car Wars, New York, E. P. Dutton, 1984, p.29
- 15.- James Flink, America Adopts the Automobile 1895-1910, Cambridge, MIT Press, 1970, cap.VIII
- 16.- Alan Altshuler y otros, The Future of the Automobile, The Report of MIT's International Automobile Program, London, George Allen & Unwin, 1984, pp.15-17
- 17.- Idem, p.19
- 18.- Pipitone, op.cit., p.42, apud, "Toward a World Auto Industry", OECD Observer, n.123, julio de 1983, p.4
- 19.- Altshuler, op.cit., p.110
- 20.- Centre d'Etudes Prospectives et d'Information Internationales, op.cit., p.64
- 21.- Walt W. Rostow, The World Economy, History and Prospect, Austin, University of Texas Press, 1978, pp.204,205
- 22.- Alain Lipietz, "La mundialización de la crisis general del fordismo: 1967-1984" en Juan Castaingts Teillery (coord.), Posiciones frente a la crisis, número extraordinario de Economía: Teoría y práctica, México, Universidad Autónoma Metropolitana, s.f., p.123
- 23.- Ramón Tamames, Introducción a la economía internacional, Madrid, Alianza Editorial, 1983, pp.54,67
- 24.- G. Arrighi, "Une crise d'hégémonie", varios autores, La crise, quelle crise?, Paris, Maspero, 1982, citado por Lipietz, op.cit., p.123

- 25.- Sobel, op.cit., pp.24,25
- 26.- Idem, caps. III y VI
- 27.- Arturo Guillén, "Reflexiones en torno a la regulación del capitalismo", Daniel Cataife y otros, La fase actual del capitalismo, México, Nuestro Tiempo, 1985, pp.46,47
- 28.- William E. Smith, "The Dollar's Yo-Yo Ride", Time, 18 de enero de 1988, pp.4-6
- 29.- Carl J. Friedrich, Europa: el surgimiento de una nación, trad. Rafael Mazarrasa Martín-Artajo, Madrid, Alianza Editorial, 1973, p.49
- 30.- Dollfus, op.cit., pp.96 y 100
- 31.- Marc Frons, "Europe's High-Tech Struggle", Newsweek, 28 de marzo de 1983, pp.20-24
- 32.- Leonel Corona Treviño y Consuelo González R., "Hacia una prospectiva tecnológica latinoamericana", Ensayos, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México, 1986, n.8, pp.3,4
- 33.- Aníbal Pinto, "El sistema Centro-Periferia 20 años después", Aníbal Pinto, Inflación, raíces estructurales. México, Fondo de Cultura Económica, 1973, p.301
- 34.- Corona, op.cit., p.6
- 35.- David S. Landes, "Japan and Europe: Contrasts in Industrialization", William W. Lockwood (comp.), The State and Economic Enterprise in Japan, Essays in the Political Economy of Growth, Princeton, Princeton University Press, 1965, pp.93-100
- 36.- Alcira Argumedo, Un horizonte sin certezas, América Latina ante la Revolución Científico-Técnica, s.l.e., Puntosur, 1987, p.24
- 37.- Tamames, op.cit., pp.155-169
- 38.- Tulio Halperin Donghi, Historia contemporánea de la América Latina, Madrid, Alianza Editorial, 1977, pp.168-175
- 39.- Dennis L. Meadows y otros, Los límites del crecimiento, Informe del Club de Roma sobre el predicamento de la humanidad, prólogo Víctor L. Urquidí, trad. María Soledad Loeza de Graue, México, Fondo de Cultura Económica, 1975

- 40.- Jay W. Forrester, Industrial Dynamics, Cambridge, Mass., MIT Press, 1961 y Principles of Systems, Cambridge, Mass., Wright Allen Press, 1968
- 41.- Jay W. Forrester, World Dynamics, Cambridge, Mass., Wright Allen Press, 1971
- 42.- Cazadero, "Energía y crecimiento", op.cit., p.35
- 43.- Meadows, op.cit., apud., Chauncey Starr, "Energy and Power", Scientific American, septiembre de 1971, p.42
- 44.- Meadows, op.cit., pp.93-99
- 45.- John P. Holdren, "Global Thermal Pollution", John P. Holdren y Paul R. Ehrlich (eds.), Global Ecology, New York, Harcourt Brace Jovanovich, 1971, p.85, citado en Meadows, op.cit., p.96
- 46.- Meadows, op.cit., p.165 y gráfica 37
- 47.- Amílcar O. Herrera y otros, Catastrophe or New Society, A Latin American World Model, Ottawa, International Development Research Centre, 1976
- 48.- Idem, pp.7,8
- 49.- Mihaljo Mesarovic y Eduardo Pestel, La humanidad en la encrucijada, trad. Miguel A. Cárdenas, México, Fondo de Cultura Económica, 1981, p.13
- 50.- Lester R. Brown, "Tread lightly on the Earth", Newsweek, 2 de marzo de 1987, p.48
- 51.- J. Hansen, D. Johnson, A. Lacis, S. Lebedeff, P. Lee, D. Rind y G. Russell, "Climate Impact of Increasing Atmospheric Carbon Dioxide", Science, 28 de agosto de 1981, pp.957-966
- 52.- Idem
- 53.- Margaret Bryan Davis, "Climatic Instability, Time Lags and Community Disequilibrium", Jared Diamond y Ted J. Case, Community Ecology, New York, Harper and Row, 1986, pp.269,274
- 54.- J. M. Mitchell, "The Changing Climate", Geophysics Study Committee (ed.), Energy and Climate, Washington, D.C., National Academy of Sciences, 1977, pp.51-58
- 55.- Arnold Heertje, Economía y progreso técnico, prefacio Alfred Sauvy, trad. Jorge Ferreiro Santana, México, Fondo de Cultura Económica, 1984, p.290

BIBLIOGRAFIA CITADA

Aldcroft, Derek H., De Versalles a Wall Street, trad. Jordi Beltrán, Barcelona, Editorial Crítica, 1985

Allen, G. C., A Short Economic History of Modern Japan, London, George Allen & Unwin, 1972

Alonso Concheiro, Antonio y Luis Rodríguez Viqueira, Alternativas energéticas, México, Fondo de Cultura Económica, 1985

Altshuler, Alan y otros, The Future of the Automovile, The Report of MIT's International Automovile Program, London, George Allen & Unwin, 1984

Argumedo, Alcira, Un horizonte sin certezas, América Latina ante la Revolución Científico-Técnica, s.l.e., Puntosur, 1987

Ashton, T. S., La Revolución Industrial, trad. Francisco Cuevas Cancino, México, Fondo de Cultura Económica, 1973

Ashworth, William, A Short History of the International Economy 1850-1950, London, Longmans, Green and Co., 1952

Banco Mundial, Informe sobre el desarrollo mundial, 1978, Washington, agosto de 1978

Banks, Ferdinand, The Political Economy of Oil, Lexington, Mass., Lexington Books, 1980

Baran, Paul A. y Paul M. Sweezy, El capital monopolista, trad. Arminda Chávez de Yañez, México, Siglo XXI, 1986

Barnathan, Joyce y otros, "The Chernobyl Syndrome", Newsweek, 12 de mayo de 1986

Barraclough, G., Origins of Modern Germany, Oxford, Basil Blackwell, 1946

Barnet, Richard J., The Lean Years, Politics in the Age of Scarcity, New York, Simon and Schuster, 1980

Beales, Derek, From Castlereagh to Gladstone, 1815-1885, London, Nelson, 1969

Bell, Daniel, El advenimiento de la sociedad postindustrial, trad. Raúl García y Eugenio Gallego, Madrid, Alianza Editorial, 1976

Berg, Maxine, The Age of Manufactures, 1700-1820, London Fontana Press, 1985

Blair, John M., Economic Concentration, Structure, Behavior and Public Policy, New York, Harcourt Brace Jovanovich, 1972

Blair, John M., The Control of Oil, New York, Pantheon Books, 1976

Blais, Roger A., "Whatever we do, world energy demand will triple by the year 2000", Growth in a Conserving Society, Proceedings of the 47th Couchiching Conference, Canadian Institute of Public Affairs, Toronto, Yorkwinster Publishing Ltd., 1979

Blaugh, M., "Reseña de la teoría de las innovaciones de procesos", Nathan Rosenberg (ed.), Economía del cambio tecnológico, trad. Eduardo L. Suárez, México, Fondo de Cultura Económica, 1979

Boltvinik, Manuel, Evolución y perspectivas de los programas de energía dentro del marco de la estrategia energética de la Comunidad Económica Europea, México, El Colegio de México, s.f., (Cuadernos de prospectiva energética)

Borchardt, Knut, "La Revolución Industrial en Alemania 1700-1914", Carlo M. Cipolla, Historia económica de Europa, v.4, El nacimiento de las sociedades industriales, trad. Rubén Mattini, Barcelona, Ariel, 1982

Bova, Ben, The High Road, New York, Rocket Books, 1983

Braudel, Fernand y Ernest Labrousse (directores), Histoire économique et sociale de la France, Paris, Presses Universitaires de France, 1976

Braudel, Fernand, La dinámica del capitalismo, trad. Rafael Tuson Catayud, México, Fondo de Cultura Económica, 1986

Brown, Lester R., "Tread Lightly on the Earth", Newsweek, 2 de marzo de 1987

Bupp, Irwin C. y Jean-Claude Derian, The Failed Promise of Nuclear Power/The Story of Light Water, New York, Basic Books, 1981

Bupp, Irwin C., "Nuclear Power: The Promise Melts Away", Robert Stobaugh y Daniel Yergin, Energy Future, Report of the Energy Project at the Harvard Business School, New York, Vintage Books, 1983

Bupp, Irwin C. y Frank Schuller, "Natural Gas: Conflicts and Compromise", Robert Stobaugh y Daniel Yergin, Energy Future, Report of the Energy Project at the Harvard Business School, New York, Vintage Books, 1983

Burger, William y otros, "Oil's Crash Landing", Newsweek, 3 de febrero de 1986

Butel, Paul, "Las Américas y Europa", Louis Bergeron (director), Inercias y revoluciones, trad. René Palacios More, Madrid, Ediciones Encuentro, 1970

Campbell, John M., Oil Property Evaluation, Englewood Cliffs, N. J., Prentice Hall, 1960

Caron, François, "Factores y mecanismos de la industrialización", Gilbert Garrier (director), La dominación del capitalismo, trad. Mario A. Valotta y Marta E. Ayala, Madrid, Ediciones Encuentro, 1978

Caron, François, "Los 'países seguidores': Francia y Bélgica", Louis Bergeron (director), Inercias y revoluciones, trad. René Palacios More, Madrid, Ediciones Encuentro, 1980

Cassel, Don y Martin Jackson, Introduction to Computers and Information Processing, Reston, Virginia, Reston Publishing, 1981

Cazadero, Manuel, "Energía y crecimiento", Ensayos, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México, n.6, 1985

Cazadero, Manuel, Desarrollo, crisis e ideología en la formación del capitalismo, México, Fondo de Cultura Económica, 1986

Cecil, Andrew R. y otros, Economics of the Petroleum Industry, Houston, Gulf Publishing Company, 1965

Centre d'Etudes Prospectives et d'Information Internationales, Economie mondiale: la montée des tensions, Paris, Ed. Economica, 1983

Chapman, Duane, Energy Resources and Energy Corporations, Ithaca, Cornell University Press, 1983

Chapoy Bonifaz, Alma, Empresas multinacionales, México, Ediciones "El Caballito", 1975

Cipolla, Carlo M., "Introduction", Carlo M. Cipolla (ed.), The Fontana Economic History of Europe, vol.3, The Industrial Revolution, Glasgow, Fontana/Collins, 1973

Colli, Jean Claude, Les énergies nouvelles, Paris, Fayard, 1979

Considine, Douglas M., Energy Technologies Handbook, New York, MacGraw-Hill, 1977

Cook, James, "Nuclear Follies", Forbes, 11 de febrero de 1985

Corona Treviño, Leonel y Consuelo González R., "Hacia una prospectiva tecnológica latinoamericana", Ensayos, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México, 1986, n.8

Crafts, Nicholas F. R., "British Economic Growth, 1700-1831: A Review of the Evidence", Economic History Review, vol. XXXVI, n.2, mayo de 1983

Crafts, Nicholas F. R., "Industrial Revolution in England and France: Some Thoughts on the Question 'Why Was England First'", Joel Mokyr (ed.), The Economics of the Industrial Revolution, London, George Allen & Unwin, 1985

Cremoux, Raúl, La crisis energética, México, Terra Nova, 1981

Daumas, Maurice (director), Histoire générale des techniques, v.3, L'expansion du machinisme, Paris, Presses Universitaires de France, 1968

Daumas, Maurice y Paul Gille, "La machine a vapeur", Maurice Daumas (director), Histoire générale des techniques, v.3, L'expansion du machinisme, Paris, Presses Universitaires de France, 1968

Davis, Margaret Bryan, "Climatic Instability, Time Lags and Community Disequilibrium", Jared Diamond y Ted J. Case, Community Ecology, New York, Jarper and Row, 1986

Deane, Phyllis, The First Industrial Revolution, Cambridge, Cambridge University Press, 1979

DeMott, John S., "Breaking Up is Hard to Do", Time, enero 16 de 1984

DeMott, John S., "Manufacturing is in Flower", Time, marzo 26 de 1984

Dollfus, Daniel F. y Jean Rivoire, A propos de ... Euratom, Paris, Les Productions de Paris, 1959

Dreyfus, François G., "La Europa germánica", Louis Bergeron (director), Inercias y revoluciones, trad. René Palacios More, Madrid, Ediciones Encuentro, 1980

Duijn, Jacob J. van, The Long Wave in Economic Life, London, George Allen & Unwin, 1983

Dumon, Roger, La renouveau du charbon, Paris, Masson, 1981

Ehrlich, Paul R., "Foreword", Peter Faulkner (ed.), The Silent Bomb, A Guide to the Nuclear Energy Controversy, New York, Vintage Books, 1977

Energy from Biological Processes, Report of the Energy Program, Office of Technology Assessment, U.S. Congress, marzo de 1980

Erber, Fabio Stefano, Microelectrónica: Revolucao ou Reforma, Rio de Janeiro, Instituto de Economía Industrial, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1982

Eudien, Walter y Jacques Payen, "La filature des fibres textiles", Maurice Daumas (director), L'expansion du machinisme, Paris, Presses Universitaires de France, 1968

Fajnzylber, Fernando y Trinidad Martínez Tarragó, Las empresas transnacionales, Expansión a nivel mundial y proyección en la industria mexicana, México, Fondo de Cultura Económica, 1976

Faulkner, Harold Underwood, Historia Económica de los Estados Unidos, trad. Aída Aisenso, Buenos Aires, Editorial Nova, 1956

Feinstein, C. H., "Capital Formation in Great Britain", P. Mathias y M. M. Postan (eds.), Cambridge Economic History of Europe, Cambridge, 1978, VII

Ferrer, R. W., "A Brief History of B. P.", British Petroleum Company Limited, Our Industry Petroleum, London, Britannia House, 1977

Fieldhouse, David K., Economía e imperio, La expansión de Europa 1830-1914, prólogo Charles Wilson, trad. Juan A. Ruiz de Elvira Prieto, México, Siglo XXI, 1978

Fischetti, Marc A. y Glen Zorpette, "Power and Energy", Spectrum, enero de 1986

Fite, Gilbert C. y Jim E. Reese, An Economic History of the United States, Boston, Houghton Mifflin, 1973

Fleck Jr., Robert A. y Brian Honess, Data Processing and Computers, Columbus, Ohio, Charles E. Merrill, 1978

Flink, James, America Adopts the Automobile 1895-1910, Cambridge, MIT Press, 1970

Forrester, Jay W., Industrial Dynamics, Cambridge, Mass., MIT Press, 1961

Forrester, Jay W., Principles of Systems, Cambridge, Mass., Wright Allen Press, 1968

Forrester, Jay W., World Dynamics, Cambridge, Mass., Wright Allen Press, 1971

Friedrich, Carl J., Europa: el surgimiento de una nación, trad. Rafael Mazarrasa Martín-Artajo, Madrid, Alianza Editorial, 1973

Frons, Marc, "Europe's High-Tech Struggle", Newsweek, 28 de marzo de 1983

Gaffen, Michel, "The World Coal Trade in the 80's: The Rebirth of a Market", Jonathan David Aronson y Peter Cowley (eds.), Profit and the Pursuit of Energy, Markets and Regulation, Boulder, Colorado, Westview Press, 1983

Galbraith, John Kenneth, El crac del 29, trad. Angel Abad, Barcelona, Seix Barral, 1965

Galbraith, John Kenneth, The New Industrial State, Harmondsworth, Penguin Books, 1969

Galbraith, John Kenneth, Annals of an Abiding Liberal, Perspectives on the Twentieth Century and the Case for Coming to Terms with it, Boston, Houghton Mifflin, 1979

Garanger, André, "Le machinisme industriel", Maurice Daumas (director), L'expansion du machinisme, Paris, Presses Universitaires de France, 1968

Garreau, Joel, The Nine Nations of North America, New York, Avon Books, 1982

Gille, Bertrand, "L'évolution de la métallurgie", Maurice Daumas (director), L'expansion du machinisme, Paris, Presses Universitaires de France, 1968

Glanville, James W., "Sources of Capital for the Petroleum Industry, Past, Present and Future", Andrew R. Cecil y otros, Economics of the Petroleum Industry, Houston, Gulf Publishing Company, 1965

Gordon, Robert Aaron, Economic Stability and Growth: The American Record, New York, Harper and Row, 1974

Goss, R. M., "The Structure of the Industry", British Petroleum Company Limited, Our Industry Petroleum, London, Britannia House, 1977

Grenon, Michel, Perspectivas sobre nuevas fuentes de energía, México, El Colegio de México, 1980, (Cuadernos sobre prospectiva energética)

Gruver, Rebecca Brooks, An American History, Reading, Mass., Addison-Wesley, 1976

Guillén, Arturo, "Reflexiones en torno a la regulación del capitalismo", Daniel Cataife y otros, La fase actual del capitalismo, México, Nuestro Tiempo, 1985

Halperin Donghi, Tulio, Historia contemporánea de la América Latina, Madrid, Alianza Editorial, 1977

Hansen, J., D. Johnson, A. Lacis, S. Lebedeff, P. Lee, D. Rind y G. Russell, "Climate Impact of Increasing Atmospheric Carbon Dioxide", Science, 28 de agosto de 1981

Hardach, Gerd, La primera guerra mundial, trad. Octavi Pellissa, Barcelona, Editorial Critica, 1986

Heertje, Arnold, Economía y progreso técnico, prefacio Alfred Sauvy, trad. Jorge Ferreiro Santana, México, Fondo de Cultura Económica, 1984

Hernes, Helga, The Multinational Corporation, A Guide to Information Sources, Detroit, Gale Research, 1977

Herrera, Amilcar O. y otros, Catastrophe or New Society, A Latin American World Model, Ottawa, International Development Research Centre, 1976

Hobsbawm, Eric J., Industry and Empire, From 1750 to the Present Day, Harmondsworth, Penguin Books, 1969

Hockett, H. Carey y A. Meir Schelesinger, Evolución política y social de los Estados Unidos, 2 v., trad. J. A. Brusol, Buenos Aires, Editorial Guillermo Kraft, 1954

Hogan, William, Economic History of the Iron and Steel Industry in United States, Lexington, Mass., D. C. Heath, Lexington Books, 1971

Horwitch, Mel, "Coal: Costrainer Abundance", Robert Stobaugh y Daniel Yergin, Energy Future, Report of the Energy Project at the Harvard Business School, New York, Vintage Books, 1983

Hüber, Ronald, "Information/Communication Technologies and the Microelectronic Revolution", Council of Europe, Fifth Parliamentary and Scientific Conference, Helsinki, 3-5 de junio, 1981

Hume, David, "Essays in Economics", E. Rotwein (ed.), Writings in Economics, Madison, University of Wisconsin Press, 1955 citado en Michel Beaud, A History of Capitalism, 1500-1980, trad. Tom Dickman y Anny Lefebvre, New York Monthly Review Press, 1983

Ide, Thomas Ranald, "The Information Revolution", J. Berting y otros (eds.), The Socio-Economic Impact of Microelectronics, Oxford, Pergamon Press, 1980

Ide, Thomas Ranald, "La tecnología", Gunter Friedrichs y Adam Schaff, Informe al Club de Roma, Microelectrónica y Sociedad, trad. M. A. Fernández Álvarez, Madrid, Editorial Alhambra, 1982

Jacoby, Neil H., Multinational Oil, A Study in Industrial Dynamics, New York, Macmillan, 1974

Juglar, Clément, Des crises commerciales et de leur retour périodique en France, en Angleterre et aux Etats Unis, New York, Burt Franklin, 1969

Kemp, Tom, La Revolución Industrial en la Europa del Siglo XIX, trad. Ramón Ribé, Barcelona, Fontanella, 1976

Ketcham, Ralph, From Colony to Country, The Revolution in American Thought, 1750-1820, New York, Macmillan, 1974

Keynes, John Maynard, Economic Consequences of the Peace, London, Harcourt Brace, 1920

Kindleberger, Charles P., La crisis económica 1929-1939, trad. Lluís Argemí D'Abadal, Barcelona, Editorial Crítica, 1985

Koepp, Stephen y otros, "Cheap Oil!", Time, 14 de abril de 1986

Kuznets, Simon, Capital in the American Economy: Its Formation and Financing, Princeton, 1961

Landes, David S., "Japan and Europe: Contrast in Industrialization", William W. Lockwood (comp.), The State and Economic Enterprise in Japan, Essays in the Political Economy of Growth, Princeton, Princeton University Press, 1965

Lansberg, Hans H. y otros, Energy: The Next Twenty Years, Cambridge, Mass., Ballinger Publishing, 1979

Lechner, H. D., The Computer Chronicles, Belmont, California, Waldworth Publishing Company, 1984

Lee, Susan Previant y Peter Passell, A New Economic View of American History, New York, W. W. Norton, 1979

Library of Congress, Congressional Research Service, Project Interdependence: U. S. and World Energy Outlook Through 1990, Washington, Government Printing Office, 1977

Lilienthal, David, "Management of Multinational Corporations", M. Anshen y G. L. Bach (eds.), Managements and Corporations, New York, McGraw Hill, 1960

Lilley, Samuel, "Technological Progress and the Industrial Revolution 1700-1914", Carlo M. Cipolla (ed.), The Fontana Economic History of Europe, vol.3, The Industrial Revolution, Glasgow, Fontana/Collins, 1973

Lipietz, Alain, "La mundialización de la crisis general del fordismo: 1967-1984", Juan Castaingts Teillery (coord.), Posiciones frente a la crisis, número extraordinario de Economía: Teoría y práctica, México, Universidad Autónoma Metropolitana, s.f.

Lomas, R. A., "The Priory of Durham and its Demesnes in the Fourteenth and Fifteenth Centuries", The Economic History Review, vol.XXXI, n.3, agosto de 1978

Loomis, Carol J., "Corporate Stars that Brightened a Dark Decade", Fortune, 30 de abril de 1984

López Díaz, Pedro, Marx y la crisis del capitalismo, México, Quinto Sol, 1986

Malik, Rex, La IBM por dentro, trad. M. Fernández de Castro, Barcelona, Grijalbo, 1978

Mandel, Ernest, El capitalismo tardío, trad. Manuel Aguilar Mora, México, Ediciones Era, 1979

Mandel, Ernest, La crisis 1974-1980, trad. Uxoá Doyhamboure y Oscar Barahona, México, Ediciones Era, 1980

Mandeville, Bernard, "La fábula de las abejas", Georgio Mori, La Revolución Industrial, trad. Carlos Elordi, Barcelona, Editorial Crítica, 1983

Mantoux, Paul, The Industrial Revolution in the Eighteenth Century: An Outline of the Beginnings of the Modern Factory System in England, prólogos T.S. Ashton y John Kenneth Galbraith, Chicago, Chicago University Press, 1983

Mardique, Modesto A., "Solar America", Robert Stobaugh y Daniel Yerguin, Energy Future, Report of the Energy Project at the Harvard Business School, New York, Vintage Books, 1983

Martin, Douglas, "Canadá se colocó como segundo proveedor de crudo para E U", New York Times, versión española de Excelsior, sección financiera, 20 de agosto de 1985

Martz, Larry y otros, "The Nuclear Bargain", Newsweek, 12 de mayo de 1986

Masuda, Yoneji, The Information Society as Post-Industrial Society, Tokio, Institute for the Information Society, 1981

Masuda, Yoneji, "Vision of the Global Information Society", Liam Bannon y otros (eds.), Information Technology Impact on the Way of Life, A Selection of Papers from the EEC Conference on the Information Society Hall in Dublin, Ireland, 18-20 of november 1981, Dublin, Tycooly International Publishing Ltd., 1982

May, Kenneth O., "Historiography: A Perspective for Computer Scientists", N. Metropolis y otros (eds.), A History of Computing in the Twentieth Century, New York, Academic Press, 1980

McEvedy, Colvin, The Penguin Atlas of Modern History (to 1815), Harmondsworth, Penguin Books, 1972

Meadows, Dennis L. y otros, Los límites del crecimiento, Informe del Club de Roma sobre el predicamento de la humanidad, prólogo Víctor L. Urquidí, trad. María Soledad Loaeza de Graue, México, Fondo de Cultura Económica, 1975

Meinel, Aden B. y Majorie P. Meinel, "An Update on Economic Aspects of Solar Energy Utilization", Osman Keman Kadiroglu y otros (eds.), Nuclear Energy and Alternatives/Proceedings of the International Scientific Forum on an Acceptable Nuclear Energy Future of the World, Cambridge, Mass., Ballinger Publishing Company, 1978

Meinel, Aden B. y Majorie P. Meinel, "Solar Energy", Osman Keman Kadiroglu y otros (eds.), Nuclear Energy and Alternatives/Proceedings of the International Scientific Forum on an Acceptable Nuclear Energy Future of the World, Cambridge, Mass., Ballinger Publishing Company, 1978

Mesarovic, Mihaljo u Eduardo Pestel, La humanidad en la encrucijada, trad. Miguel A. Cárdenas, México, Fondo de Cultura Económica, 1981

Meyer, Michael, "Battling the Hog Cycle", Newsweek, 3 de febrero de 1986

Milans, Flora H., "U. S. Coal: An Alternative to Oil and Gas?", Ragaei El Mallakh y Dorothea H. El Mallakh (eds.), Energy Options and Conservation, Boulder, Colorado, The International Research Center for Energy and Economic Development, 1978

Ministry of International Trade and Industry, Toward the Information Society, Report of the Industrial Structure Council, Tokio, Computer Age, 1969

Miskimin, Harry A., The Economy of Early Renaissance Europe, 1300-1460, Cambridge, Cambridge University Press, 1975

Mitchell, J. M., "The Changing Climate", Geophysics Study Committee (ed.), Energy and Climate, Washington, National Academy of Sciences, 1977

Mokyr, Joel, "The Industrial Revolution and the New Economic History", Joel Mokyr (ed.), The Economics of the Industrial Revolution, London, George Allen & Unwin, 1985

Morazé, Charles, Les bourgeois conquérants, Paris, Armand Colin, 1957

Mori, Giorgio, La Revolución Industrial, trad. Carlos Elordi, Barcelona, Editorial Crítica, 1983

Moritz, Michael, "A Hard-Core Technoid", Time, 16 de abril de 1984

Morris, Christopher, The Tudors, Fontana, 1979

Nau, Henry, National Politics and International Technology: Nuclear Reactor Development in Western Europe, Baltimore, The John Hopkins University Press, 1974

Newport Jr., John Paul, "Simpler Writing for Complex Software", Fortune, 2 de septiembre de 1985

Nore, Petter, Cambios estructurales en la industria petrolera internacional, México, El Colegio de México, s.f., (Cuadernos sobre prospectiva energética)

Nussbaum, Bruce, The World after Oil, New York, Simon and Schuster, 1983

O'Connor, Harvey, The Empire of Oil, New York, Monthly Review, 1962

Payen, Jacques y Jean Pilisi, "Le tissage et l'apprêt mécanique", Maurice Daumas (director), L'expansion du machinisme, Paris, Presses Universitaires de France, 1968

Peñaloza Webb, Tomás y Jose Juan de Olloqui González, "El ritmo de las economías capitalistas y el ciclo de Kondratieff", El Trimestre Económico, vol.LIII, n.205, enero-marzo de 1985

Pinto, Aníbal, "El sistema Centro-Periferia 20 años después", Aníbal Pinto, Inflación, raíces estructurales, México, Fondo de Cultura Económica, 1973

Pipitone, Ugo, El capitalismo que cambia, México, Editorial Era, 1986

Postan, M. M., The Medieval Economy and Society, Harmondsworth, Penguin Books, 1975

Pratt, Fletcher, The Battles that Changed History, New York, Doubleday, 1956

Prokesch, Steven, "El desplome del crudo no avivará el consumo de energía en E U", The New York Times, versión castellana de Excelsior, sección financiera, 19 de febrero de 1986

Rada, J., "Microelectronics, Information Technology and its Effects on Developing Countries", J. Berting y otros (eds.), The Socio-Economic Impact of Microelectronics, Oxford, Pergamon Press, 1980

Reich, Robert B., The Next American Frontier, New York Times Books, 1983

Richta, Radovan, La civilización en la encrucijada, prólogo Daniel Lacalle, preámbulo F. Sorn, trad. Daniel Iribar, Madrid, Editorial Ayuso, 1974

Rogers, Michael, "The Service 500, The Fortune Directory of the Largest U. S. Non-Industrial Corporations", Fortune, 11 de junio de 1984

Romano, Ruggiero y Alberto Tenenti, Los fundamentos del mundo moderno, Edad Media Tardía, Reforma, Renacimiento, trad. Marcial Suarez, México, Siglo XXI, 1977

Rosenberg, Nathan, Economía del cambio tecnológico, trad. Eduardo L. Suárez, México, Fondo de Cultura Económica, 1979

Rosenberg, Nathan y L. E. Birdzell Jr., How the West Grew Rich, The Economic Transformation of the Industrial World, New York, Basic Books, 1986

Rostow, Walt W., The World Economy, History and Prospect, Austin, University of Texas Press, 1978

Schmidt, Richard A. y George R. Hill, "Coal: Energy Keystone", Annual Review of Energy, vol.1, 1976

Schumpeter, Joseph A., Business Cycles, A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process, 2 v., New York, McGraw Hill,

Serrato, Marcela, Las reservas mundiales de petróleo crudo y gas natural, México, El Colegio de México, 1980

Slotnick, D. y J. K. Slotnick, Computers, their Structure, Use and Influence, New Jersey, Prentice-Hall, 1979

Smith, Adam, The Wealth of Nations, New York, Modern Library, 1937

Smith, William E., "The Dollar's Yo-Yo Ride", Time, 18 de enero de 1988

Sobel, Robert, Car Wars, New York, E. P. Dutton, 1984

Solow, R., "El cambio técnico y la función de producción agregada", Nathan Rosenberg (ed.), Economía del cambio tecnológico, trad. Eduardo L. Suárez, México, Fondo de Cultura Económica, 1979

Stobaugh, Robert, "After the Peak: The Threat of Hostile Oil", Robert Stobaugh y Daniel Yergin, Energy Future, Report of the Energy Project at the Harvard Business School, New York, Vintage Books, 1983

Stoler, Peter, "Pulling the Nuclear Plug", Time, 13 de febrero de 1984

Stolper, Gustav, Historia económica de Alemania, trad. Raúl Martínez Ostos, México, Fondo de Cultura Económica, 1942

Sunkel, Osvaldo y Pedro Paz, El subdesarrollo latinoamericano y la teoría del desarrollo, México, Siglo XXI, 1970

Supple, Barry, "The State and the Industrial Revolution 1700-1914", Carlo M. Cipolla (ed.), The Fontana Economic History of Europe, vol. 3, The Industrial Revolution, Glasgow, Fontana/Collins, 1973

Svennilson, Ingvar, Growth and Stagnation in the European Economy, Ginebra, Naciones Unidas, 1954

Tamames, Ramón, Introducción a la economía internacional, Madrid, Alianza Editorial, 1983

Tawney, R. H., Religion and the Rise of Capitalism, West Drayton, Middlesex, 1948

Taylor III, Alexander R., "Making a Mint Overnight", Time, 23 de enero de 1984

Taylor III, Alexander R., "The Wizard Inside the Machines", Time, 16 de abril de 1984

Taylor, M. J. y N. J. Thrift, The Geography of Multinationals, Studies in the Special Development and Economic Consequences of Multinational Corporations, New York, St. Martin Press, 1982

The Economist, 3-9 de mayo de 1986

Thomas, Evan, "Is America in Decline?", Newsweek, 22 de febrero de 1988

Thompson, David, Europe since Napoleon, Harmondsworth, Penguin Books, 1966

Thompson, E. P., The Making of the English Working Class, Harmondsworth, Penguin Books, 1968

Tift, Susan, "The Next Generation", Time, 2 de junio de 1986

Trevelyan, George Macaulay, A Shortened History of England, Harmondsworth, Penguin Books, 1959

Tsang, W. T., "The C³ Laser", Scientific American, noviembre de 1984

Turner, Louis, Las compañías petroleras en el sistema internacional, trad. Eduardo L. Suárez, México, Fondo de Cultura Económica, 1983

Usher, A. P., "Cambio técnico y formación de capital", Nathan Rosenberg, Economía del cambio tecnológico, trad. Eduardo L. Suárez, México, Fondo de Cultura Económica, 1979

Utton, Michael, Industrial Concentration, Harmondsworth, Penguin Books, 1970

Valaskakis, Kimon, "The Concept of Informediation: A Framework for the Structural Interpretation of the Information Revolution", Liam Bannon y otros (eds.), Information Technology Impact on the Way of Life, A Selection of Papers from the EEC Conference on the Information Society hold in Dublin, Ireland, 18-20 november 1981, Dublin, Tycooly International Publishing Ltd., 1982

Vasko, Tibor, "Technological Evaluation of the Opportunities of Semi-Conductor Technology", J. Berting y otros (eds.), The Socio-Economic Impact of Microelectronics, Oxford, Pergamon Press, 1980

Walmsley, Robert, Peterloo: The Case Reopened, Manchester, Manchester University Press, 1969

Walton, Gary M. y Ross M. Robertson, History of the American Economy, New York, Harcourt Brace Jovanovich, 1983

Weber, Max, La ética protestante y el espíritu del capitalismo, Tlahuapan, Puebla, Premia editora de libros, 1979

Werthermer, H. N., "The International Firm and the International Aspects of Policies on Mergers", J. B. Heath (ed.), International Conference on Monopolies, Mergers and Restrictive Practices, London, HMSO, 1971

Wilkins, Mira, The Maturing of Multinational Enterprise: American Business Abroad from 1914 to 1970, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1974

Wilkinson, Max y David Fishlock, "Chernobyl paralizó a la industria nuclear en el mundo", Financial Times, versión castellana de Excelsior, sección financiera, 27 de junio de 1986

Wilson, Carroll L., Energía: perspectivas mundiales 1985-2000, trad. Manuel Fernández Colinos, Mexico, Fondo de Cultura Económica, 1981

Wintersberger, Helmut, "The Conference on Socio-Economic Problems and Potencialities of the Application of Microelectronics at Work", Zandvoort, Holanda, 1979, J. Berting y otros (eds.), The Socio-Economic Impact of Microelectronics, Oxford Pergamon Press, 1980

Wionczek, Miguel S. y Marcela Serrato, Las perspectivas del mercado mundial del petróleo para los ochenta, Mexico, El Colegio de México, 1981, (Cuadernos sobre prospectiva energética)

Woodward, E. L., The Age of Reform, 1815-1870, London, Oxford University Press, 1939

Woytinsky, W. S. y E. S. Woytinsky, World Population, Trends and Outlook, New York, The Twentieth Century Fund, 1953

Yerguin, Daniel, "Conservation: The Key Energy Source", Robert Stobaugh y Daniel Yerguin, Energy Future, Report of the Energy Project at the Harvard Business School, New York, Vintage Books, 1983