EL RETO DE LOS CAMBIOS TECNOLOGICOS

Juan Ramón CUADRADO

O que es más crucial, sin embargo, tal y como va hemos afirmado con anterioridad, desde el punto de vista del análisis a largo plazo que hemos llevado a cabo. es el hecho de que la simple política de estímulo o expansión de la demanda aunque pueda ayudar a evitar algunos de los aspectos negativos de una recesión, como el desempleo a gran escala, no podrá de hecho proporcionar el impulso necesario para "sacar" al sistema económico de una recesión estructural a largo plazo y llevarlo a un sendero de mayor crecimiento económico. Los períodos de recesión/depresión estructural, necesitan, más que cualquier otro de desarrollo económico a largo plazo, una política tecnológica específica» (C. Freeman, J. Clark y L. Soete, 1982; versión española: 1985, pág. 238).

Esta afirmación, que figura entre las conclusiones finales del análisis realizado por estos autores sobre las ondas largas, el desempleo y la innovación tecnológica, refleja una tesis que en estos momentos es ya ampliamente aplaudida, aunque su aceptación ha tenido que abrirse paso entre un extenso predominio de posturas y teorías en las que los problemas tecnológicos eran tratados como un elemento residual o, cuando menos, como si se tratara de un factor que fluyese de forma continua y estable, ligado únicamente a la inversión.

Por supuesto que ha habido cierto número de economistas

que llamaron va la atención sobre el carácter discontinuo de los avances tecnológicos y su posible incidencia en los procesos de crecimiento de las economías. Algunos incluyeron este factor entre las posibles variables económicas reales que permitirían explicar los ciclos. Pero, en gran medida, sus ideas pasaron a un segundo plano cuando el clima expansivo se generalizó y no parecían plantearse ya otros problemas que los relacionados con el adecuado manejo de los instrumentos más aptos para lograr el mejor ajuste entre el crecimiento potencial y el efectivo del PIB. Las ideas keynesianas y las aportaciones monetaristas se enseñorearon así de la política económica, cuyos objetivos básicos pasaron a ser casi exclusivamente los de corto (y a veces medio) plazo.

La crisis iniciada en 1973 ha provocado un giro bastante radical. Los problemas de fondo han saltado de nuevo a un primer plano, al quedar en evidencia las rigideces que imponen los desaiustes existentes en los mercados de factores v el intervencionismo que se fue instalando en el sistema. Asimismo, se ha abierto paso la idea de que la crisis que han debido afrontar algunos sectores industriales no sólo está relacionada con unos claros excesos de oferta coincidentes, por divesas razones, con una caída de la demanda, sino con un cierto agotamiento - en términos de productividad y rentabilidad- de

algunas de las producciones más relevantes de las últimas décadas, vinculadas a las tecnologías convencionales.

El dato más positivo de este panorama, aunque a corto plazo contribuye también a agravar la situación de algunos sectores, es la emergencia y desarrollo de un conjunto de nuevas tecnologías que parecen estar llamadas a proporcionar un renovado impulso al sistema productivo, dando lugar a que se desarrollen algunos sectores lideres distintos de los que han dominado las últimas décadas. al tiempo que pueden permitir modernizar tanto los productos como los procesos de fabricación de diversos sectores tradicionales.

La importancia de estos hechos es evidente. También lo es el tipo de problemas y de retos que plantean en términos de política económica. Los reajustes y los nuevos desarrollos deben diseñarse, además, con una perspectiva de *largo plazo*. Y no todos los países están en condiciones de aprovechar las nuevas oportunidades o de saber reaccionar con la suficiente rapidez.

El número de aspectos y problemas que encierra cuanto acabamos de apuntar resulta claramente inabordable dentro de los límites de un simple artículo. En consecuencia, teniendo en cuenta los objetivos de este número monográfico y aplicando un criterio selectivo, trataremos de desarrollar tres cuestiones que parecen esenciales para comprender la dimensión global del problema.

En primer lugar, se revisarán algunos rasgos básicos del proceso expansivo que se inició a partir de la II Guerra Mundial y que ha finalizado a comienzos de los setenta, lo que obliga a plantearse varias preguntas importantes en torno al comportamiento sectorial y tecnológico. El segundo apartado se centrará en analizar qué nuevas estrategias tecnológicas presentes parecen esenciales cara al futuro de las economías. Por último, utilizando algunos importantes trabajos recientes, nos plantearemos la incidencia que esas nuevas tecnologías están teniendo y pueden tener en algunos sectores productivos. Todo ello nos permitirá apuntar algunos de los problemas y esperanzas con los que sin duda estaremos obligados a convivir durante bastantes años.

1. LAS INTERPRETACIONES DE LA CRISIS Y LOS CAMBIOS TECNOLOGICOS

Hay un claro contraste entre las primeras explicaciones que se dieron sobre las causas y consecuencias de la actual crisis económica internacional y las que se han ido aceptando como realmente válidas en fechas más recientes. Confirmando, quizás, la conocida tesis de que los economistas somos mucho más capaces de «explicar» el pasado que de diagnosticar el presente o de acertar con las previsiones de futuro, se observa que sólo el transcurso de algunos años ha permitido ponderar con claridad el excesivo valor atribuido a ciertos elementos que al principio se consideraron esenciales para interpretar la crisis.

Al mismo tiempo, el discurso argumental se ha enriquecido con la introducción de algunos factores explicativos que apenas figuraban en los esquemas elaborados en los primeros momentos; entre ellos, la idea de que estamos inmersos en una nueva ola de cambios tecnológicos, con fuertes implicaciones cara al presente y el futuro de la economía mundial.

Aproximadamente hasta 1977-1978, la mayoría de los diagnósticos sobre la crisis económica se centraron en los deseguilibrios derivados del aumento de los precios de los crudos y otras materias primas, y en los problemas ligados al sistema financiero internacional, los tipos de cambio y el reciclaje de los petrodólares. Las recomendaciones de política económica eran coherentes con este tipo de interpretación y se inspiraban en los esquemas económicos convencionales. El informe McCracken (OCDE, 1977) es, en este sentido, un paradigma del tipo de interpretación entonces vigente. Una serie combinada de causas exógenas —el aumento de los precios del petróleo y de otras materias primas y alimentos, la crisis monetaria internacional v la coincidencia de las elecciones en varios países occidentales en 1972 – aparecen allí como principales causantes de los problemas económicos que estaban presentes a finales de 1976. A ellos se les asignaron un conjunto de desarrollos negativos para las economías occidentales. En aquellos momentos, el incremento de la factura energética estaba afectando ya a la renta nacional disponible, lo que redundaba, por una parte, en una cierta caída de la demanda interna y en el consiguiente aumento del paro, y, por otra, en un amplio conjunto de impulsos inflacionistas que en bastantes casos estaban teniendo como respuesta unos fuertes incrementos salariales. Para enfrentarse con esta situación, cuyo desarrollo temporal se estimaba entonces que no debería ser excesivamente prolongado, los expertos de la OCDE y de otros organismos internacionales prescribían las consabidas políticas estabilizadoras, el ajuste realista de los precios energéticos y de la balanza por cuenta corriente, y el logro de acuerdos sociales para la contención salarial.

La auténtica dimensión y profundidad de la crisis sólo se empezó a valorar seriamente algo más tarde, cuando se percibieron claramente los límites de las políticas de ajuste vía demanda, en un contexto dominado por importantes cambios en los costes de producción y en los precios relativos, el incontenible aumento del desempleo, las rigideces que estaban haciéndose patentes en algunos mercados, la emergencia de nuevos países competidores y la crisis de algunos sectores industriales situados en el centro del tejido productivo que se había desarrollado en las tres décadas anteriores. El corolario lógico de esta serie de elementos fue comprender que, tanto por su origen como en su transfondo, la crisis económica debía identificarse como una auténtica crisis industrial, o, utilizando una expresión que va resulta tópica, como una crisis de las estructuras productivas.

Tres núcleos básicos de problemas han ido destacándose como esenciales para explicar este trasfondo estructural de la crisis: las alteraciones que se han producido en los costes y precios relativos de un buen número de factores de producción; la crisis de algunos mecanismos institucionales que funcionaron en la fase de prosperidad precedente,

pero que ahora resultan inadecuados y son fuente de rigideces; y, finalmente, la progresiva irrupción y desarrollo de un conjunto de innovaciones tecnológicas que han empezado a incidir ya sobre ciertos productos, procesos e industrias existentes v que, asimismo, impulsan el desarrollo de nuevas actividades. Esto último ha permitido también aceptar la idea de que el estancamiento en el que se han sumido las economías más avanzadas no sólo es consecuencia de unos desajustes macroeconómicos - cuyo impacto no se niega-, sino producto de cambios estructurales mucho más profundos que se inscriben en una serie de tendencias sectoriales a largo plazo.

El retorno a las ideas puestas en circulación por Kondratiev y Schumpeter hace varias décadas no sólo no resulta así sorprendente, sino que tiene una enorme lógica. La crisis actual no puede comprenderse bien si se toma como punto de partida el último trimestre de 1973. Sus auténticas raíces se hunden bastante más atrás e incorporan procesos de cambio estructural cuyo desarrollo es más largo y bastante menos brusco, aunque aparentemente inexorable.

El cuarto ciclo Kondratiev

Un buen número de autores (Dupriez, 1978; Mensch, 1979; Freeman, Clark y Soete, 1982; Van Duijn, 1983; Rothwell y Zegveld, 1985) (1) coinciden en identificar el período histórico comprendido entre el inicio de la II Guerra Mundial y el momento actual como el cuarto ciclo Kondratiev. Hay concordancia en la enumeración de una serie de factores favorables que faci-

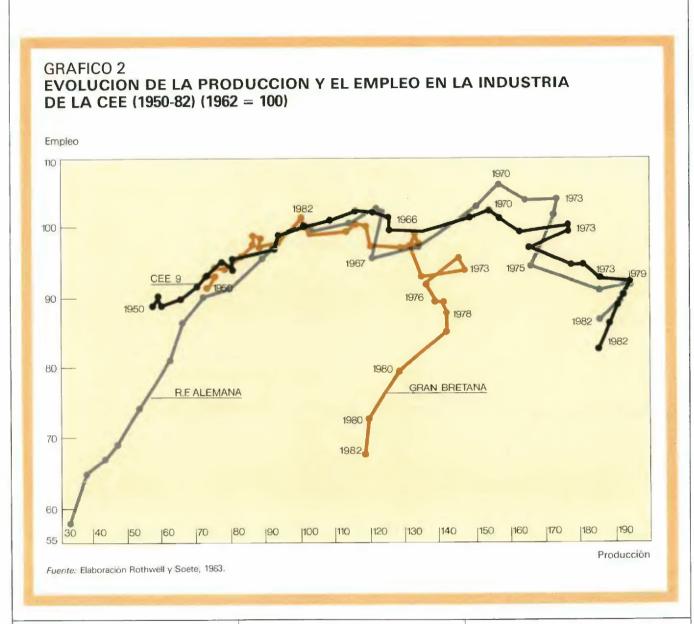
litaron el desarrollo de la gran onda expansiva de la economía mundial que tuvo lugar entre 1950 y el inicio de la década de los setenta. No vamos a detenernos aquí a analizarlos, puesto que son bien conocidos El crecimiento de la inversión en capital fijo registrado en los años cincuenta v sesenta fue, indudablemente, uno de los factores más relevantes para impulsar la productividad y el desarrollo sostenido. La liberalización del comercio y la expansión de los intercambios internacionales; la abundancia de mano de obra y el bajo nivel de productividad del que se partía; la ventajosa relación de precios entre la mayor parte de las primeras materias, la energía v los productos industriales: los bajos tipos de interés; y la disponibilidad de tecnologías todavía escasamente aplicadas y que podían adquirirse o asimilarse con relativa facilidad, representan un conjunto de elementos muy positivos -e incluso excepcinales- que facilitaron el logro de unas elevadas tasas de expansión.

Cuando el coste real de algunos factores productivos, particularmente la mano de obra, empezó a aumentar en los países más industrializados, el juego de las ventajas comparativas provocó el desplazamiento hacia terceros países de algunas ramas productivas intensivas en mano de obra, tema que Vernon (1966) describió muy acertadamente ligándolo a la teoría del ciclo vital del producto, mientras los países con elevados niveles salariales se especializaban cada vez más en los sectores con una intensidad de capital más elevada.

Este proceso, además de relacionarse con unos importantes aumentos en la capacidad productiva de algunos sectores industriales (bienes de consumo duraderos; textil y confección; calzado; material de transportes; etcétera), está también vinculado a la decreciente capacidad de generación de empleo por parte de las economías más avanzadas. Soete (1981) ha ilustrado los cambios que se han registrado en la relación entre producción y empleo en la industria, tanto en los países de la CEE, como en USA y Japón. Se trata de un hecho que es ya bastante bien conocido y que en el caso de Europa permite distinquir, de acuerdo con Rothwell y Soete, tres grandes subperíodos (2).

El primero comprende entre 1950 y 1964 y su característica más destacable es el fuerte ritmo de expansión (7 por 100 de aumento anual) de la producción industrial, ligado a una notable creación de empleo (1.1 por 100 de incremento medio anual). El segundo período cubre entre 1964 y 1970 y durante el mismo la producción industrial siguió manteniendo tasas de expansión muy elevadas (aproximadamente un 6 por 100 de media anual) aunque el empleo quedó ya casi estancado. Por último, entre 1970 y los primeros ochenta lo que ha ocurrido es que la producción industrial prácticamente se ha detenido (media del 1 por 100 anual en la CEE-9), al tiempo que se han producido importantes pérdidas de empleo, con desigual incidencia y apreciables desfases temporales por países (por ejemplo entre Gran Bretaña, la República Federal de Alemania y el conjunto de la CEE de los Nueve. según se refleja en el gráfico 1).

Las relaciones que han existido entre la inversión y la mayor o menor creación de puestos de trabajo se conocen tam-



bién con bastante claridad. Lo que nos muestran, en el caso de los países de la CEE, es que a partir de mediados de los sesenta la inversión tiende cada vez más a provocar la sustitución de mano de obra por equipo capital, lo cual, teniendo en cuenta los aumentos de empleo que se derivan del incremento de la producción global, da lugar a que ésta pueda obtenerse con un empleo prácticamente estable. Conviene señalar, además, que la destrucción de puestos de trabajo que se ha producido de for-

ma generalizada desde comienzos de los setenta no ha ido acompañada de una mejora de la productividad en la industria, sino de un empeoramiento de ésta en todos los países desarrollados (cuadro n.º 1), inmersos ya en un proceso de crecimiento de la producción muy bajo y, en algunos casos, incluso negativo.

En definitiva, lo que toda esta serie de datos y hechos nos muestran es que los cambios estructurales registrados en las relaciones entre la producción industrial y el empleo, y entre los aumentos de la inversión y la creación de nuevos puestos de trabajo, se han ido produciendo de forma gradual, pero constante, a lo largo de las tres últimas décadas. La crisis actual se inició coincidiendo con el fuerte aumento del precio de los crudos y de otras materias primas iniciado en 1973-74, pero una serie de tendencias y de cambios de fondo venían manifestándose ya con evidente antelación, siguiendo una trayec-

KONDRATIEV Y LOS CICLOS ECONOMICOS

Nicolai Dimitrievich Kondratiev (1892-1932?) fue un destacado economista y estadístico ruso cuya más intensa actividad se desarrolló en la década de los veinte. Fuera de Rusia su prestigio obedece casi exclusivamente a su famosa aportación sobre los ciclos largos que caracterizan a la vida económica, pero sus escritos sobre economía agraria y su contribución crítica al desarrollo de la planificación en la URSS tienen también considerable interés histórico.

Aparte de ocupar algunos puestos en la Administración, la actividad profesional de Kondratiev estuvo estrechamente ligada al Instituto de Coyuntura Económica de Moscú, fundado y dirigido por él hasta que fue clausurado (1920-1928). Una de las tareas a las que dedicó más esfuerzos en dicho Instituto fue la de obtener y mejorar la información estadistica sobre el sector agrario, tratando de definir el lugar que ocupaba esta rama de actividad dentro de la economía soviética. Sin embargo, parece evidente que una de las cuestiones en las que centró una gran parte de sus reflexiones fue el análisis de los ciclos econômicos. Schumpeter (1939) afirmó que fue este economista soviético quien «llamó la atención de la comunidad científica sobre el fenómeno de los ciclos largos y quien analizó sistemáticamente todo el material de que podía disponer, sobre el supuesto de la existencia de ondas largas, características del proceso capitalista». Sin embargo, hay que señalar que la existencia de ciclos largos ya la habían sospechado con bastante anterioridad algunos economistas, como Aftalion, Pareto y Spiethoff entre otros. También ciertos economistas marxistas anteriores, como Parvus (seudónimo de A. Helphand) habían reflexionado sobre las fases expansivas y contractivas de las economias capitalistas, en función de los cambios ocurridos en la vida comercial e industrial, tanto técnicos como monetarios o derivados del dominio co-Ionial. El socialista holandés J. Van Gelderen había publicado, asimismo, en 1913, tres artículos sobre los grandes movimientos cíclicos, y S. de Wolf dio a luz en 1924 un trabajo que en muchos aspectos —como reconoció el propio Kondratiev— alcanzaba los mismos resultados que éste.

Las hipótesis e ideas de Kondratiev sobre los ciclos económicos están contenidas en varios libros y artículos publicados entre 1922 y 1928. El primer esbozo de su teoría apareció en un trabajo publicado en 1922 bajo el título «La economía mundial y su coyuntura durante y después de la guerra», en el cual Kondratiev sólo formuló sus ideas con grandes precauciones, afirmando que «consideramos la existencia de los ciclos largos en la economía capitalista solamente como probable», cosa que, sin embargo, le supuso ya un claro rechazo por parte de los economistas soviéticos, por su posible contradicción con las tesis marxistas sobre el capitalismo. En el trabajo de referencia suponía que la fase descendente de «onda larga» había empezado probablemente entre 1914-1920, lo que, para sus oponentes, venía a significar que las crisis registradas con posterioridad se situaban en esta fase descendente, que en modo alguno supondrian un gran paso, tal vez el final, en el derrumbamiento del sistema capitalista, sino un retroceso temporal al que podrían seguir nuevos ascensos y descensos.

En 1923, con el fin de contestar a las críticas que le fueron formuladas en relación con su primer trabajo, hizo público un largo artículo en el que, bajo el título de «Algunas cuestiones discutidas referentes a la economía mundial y a la crisis», formuló algunas de las ideas fundamentales que serian objeto de desarrollo en posteriores publicaciones. En 1924 publicó un artículo de introducción titulado «Sobre los conceptos de estática, dinámica y fluctuaciones económicas» (*), en el que trata de definir el lugar que corresponde al estudio de los

procesos cíclicos en el ámbito de la ciencia económica. Al año siguiente, a través de un artículo publicado en la revista del Instituto con el título «Las ondas largas en la vida económica», hizo públicos los resultados de sus investigaciones estadísticas. Fue básicamente a través de este artículo, traducido un año más tarde al alemán y en 1935 al inglés, como los economistas extranjeros tuvieron conocimiento de la teoría de los ciclos largos formulada por Kondratiev.

La base de su análisis fue el estudio de las tendencias históricas de un conjunto de 36 series de precios, tipos de interés, salarios, y otros valores y cantidades físicas anuales referidas a Estados Unidos, Inglaterra, Francia y Alemania, suavizados a través de medias móviles «para eliminar los ciclos empresariales de siete a once años, los ciclos cortos y otras posibles fluctuaciones aleatorias» (Kondratiev, 1945, p. 105). A partir e ello deduce que las series examinadas muestran ciclos de larga duración (entre 50 y 60 años) desde finales del siglo XVIII hasta 1920; que los puntos de inflexión de las distintas series se corresponden con cierta exactitud: y que en las series que no muestran una marcada tendencia secular -como ocurria con los precios-, aparecen movimientos tipo ondas en relación con los niveles medios.

Aunque Kondratiev sostuvo en todo momento que sus trabajos no eran en absoluto definitivos, consideró «al menos como muy probable» la existencia de ondas largas, sugiriendo las siguientes fechas:

1,er ciclo: 1770/1790 a 1810/1817 (Expansión) 1810/1817 a 1844/1851 (Recesión)

2.º ciclo: 1844/1851 a 1870/1875 (Expansion) 1870/1885 a 1890/1896 (Recesión)

3. er ciclo: 1890/1896 a 1914/1920 (Expansión)

Kondratiev señala a 1920 como la fecha a partir de la cual posiblemente

The Review of Economic Statistics

VOLTME XVII

NOVEMBER, 1935

THE LONG WAVES IN ECONOMIC LIFE

N. D. KONDRATIEFF

FOREWORD

The editors of the REVIEW OF ECONOMIC STATISTICS are happy to be able to present in translation the peculiarly important article by Professor Kondratieff, which, under the title "Die langen Wellen der Konjunktur," appeared in the Archie für Serialusiseruckaft und Sesialpolitik in 1926 (vol. 56, no. 3, pp. 573-602). The combining circumstances of an increasing interest in "long waves" and the difficulty of securing access to the original article would alone justify translation and publication of Kondratieff's contribution to the theory of the trade cycle. In addition, the editors would take this means of indicating their intention from time to time of rendering available to the English-using world outstanding articles in foreign periodicals.

This translation of Professor Kondratieff's article was made by Mr. W. F. Stolper of Harvard University. Due to the limitations of space, the editors have taken the liberty to summarize certain sections of this translation. With the exception of a ten-page appendix of tabular material, however, all tables and charts bave been included.

I INTRODUCTION

THE idea that the dynamics of economic life in the capitalistic social order is not of a simple and linear but rather of a complex and simple and linear but rather of a complex and cyclical character is nowadays generally recognized. Science, however, has fallen far short of clarifying the nature and the types of these cyclical, wave-like movements.

When in economics we speak of cycles, we generally mean seven to eleven year business cycles. But these seven to eleven year movements are obviously not the only type of economic cycles. The dynamics of economic life is in reality more complicated. In addition to the above-mentioned cycles, which we shall agree to call "intermediate." the existence of still shorter waves of about three and one-half years' length has recently been

shown to be probable.

But that is not all. There is, indeed, reason to assume the existence of long waves of an average length of about 50 years in the capitalistic economy, a fact which still further complicates the problem of economic dynamics.

II-III. METHOD

[Sections II and III of Kondratieff's exposition may be summarized as follows:

The succeeding study is to be confined solely ³ Cf. J. Kitchin, "Cycles and Trends in Economic Factors," REVIEW OF ECONOMIC STATISTICS [hereafter referred to as "this REVIEW"], v (1923), pp. 10-16.

to an inquiry into various problems connected with these long waves. Investigation here is made difficult by the fact that a very long period of observation is presupposed. We have, how-ever, no data before the end of the eighteenth ever, no data before the end of the eighteenth century and even the data that we do have are too scanty and not entirely reliable. Since the material relating to England and France is the most complete, it has formed the chief basis of this inquiry. The statistical methods used were simple when no secular trend was present in the series. If the series displayed a secular trend, as was the case among physical series, the first step was to divide the annual figures by the popula-tion, whenever this was logically possible, in order to allow for changes in territory. Then the secular trend was eliminated by the usual staistical methods applied to each series as a whole; and Kondratieff refers specifically to the methods presented by Dr. Warren M. Persons in this REVIEW in 1919 and 1920. The deviations from the secular trend were then smoothed by a nineyear moving average, in order to eliminate the seven to eleven year business cycles, the short cycles, and random fluctuations possibly present.]

IV. THE WHOLESALE PRICE LEVEL

While the index of French prices goes back only to the end of the 1850's, the English and American indices date back to the close of the eighteenth century. In order not to overburden

En el volumen XVII, n.º 6 de The Review of Economic Statistics, correspondiente a noviembre de 1935, se publicó por primera vez en inglés un trabajo de Kondratiev fechado -- en ruso-

podía haberse iniciado una nueva tendencia a la baja, que completaría su tercer ciclo. Dichos movimientos de larga duración, correspondientes a unas series que se consideran significativas, tienen según este autor una dimensión internacional. Coinciden para varios países capitalistas europeos y en los datos utilizados se produce también una coincidencia con EE.UU., aunque subraya que la dinámica del desarrollo capitalista y, más correctamente, las fechas de inflexión de los movimientos en países con niveles de evolución diferentes pueden ser divergentes.

Kondratiev no formulô, realmente, una teoría que explicase las causas de las ondas largas cuya existencia sostuvo. En un libro publicado en 1928 enumeró algunos factores que consideraba más influyentes, como los cambios tecnológicos más relevantes a partir de descubrimientos científicos importantes, las guerras y revoluciones socio-politicas y el descubrimiento del oro. En otro artículo vincula también las grandes fluctuaciones económicas a las explosiones de las inversiones en capital fijo, pero en ningún caso llegó a presentar una relación causal entre estos factores y

las fluctuaciones largas que había des-

Los escritos de Kondratiev fueron bastante mal recibidos en Rusia. D. I. Oparin le planteó no sólo una crítica a sus tesis, sino a las fuentes y metodología aplicadas. Otras críticas se basaron en problemas de corte mucho más ideológico. En 1928 se le destituyó de su cargo en el Instituto; en 1930 fue arrestado, y un año más tarde se le formularon diversas acusaciones relativas a un supuesto partido de los trabajadores campesinos, obligándole a testificar en un proceso contra los enemigos del régimen. No consta que fuese juzgado públicamente y se desconoce la fecha de su muerte, en prisión.

En Occidente, Schumpeter fue quien más contribuyó a que sus ideas fuesen conocidas (1939). G. Garvy, en 1943, expuso varias objeciones críticas a las pruebas estadísticas aportadas por Kondratiev, señalando sus limitaciones temporales y de alcance, así como la dependencia de los resultados en relación con las técnicas utilizadas. Otros autores trataron, sin embargo, de confirmar, a nivel global o con referencia a sectores concretos (transporte; construcción; construcción naval), la existencia de ciclos largos. Actualmente, el recurso de Kondratiev practicamente sólo es ya un agradecido acto formal o un tributo a una contribución que se considera pionera, a pesar de sus debilidades.

Principales obras de Kondratiev referidas a las ondas largas

1922 Mirovoe Khoziaistvo i ego kon'iunktury vo vremia i poslevoiny (La economía mundial y su coyuntura durante y después de la guerra). Vologda. Oblastnoe Ot delenie Gosudarts-vennogo Izdatelsta.

(1925) 1935. «The Long Waves in Economic Life»; *Review of Economic Statistics*, noviembre, 17, págs. 105-115. Publicado originalmente en ruso en el vol. 1 de *Voprosy* Kon'iunktury. El trabajo se publicó en espa-ñol en 1946, dentro de un libro titulado: Las ondas largas de la Economía (Ed. Revista de Occidente, Madrid), donde además del traba-jo de Kondratiev se incluyó otro de G. Garvy de carácter crítico.

1928 Bol'shie tsikly kon'iunktury (Ciclos económicos principales). Moscú. Krasnaia

1928 «Dinamika, tsen promyshlennykh i sel'skokhoziaistuennykt tovarov» (La dinámica de los precios industriales y agricolas). Moscú. Voprosky kon'iunktury, 4.

(*) Publicado en: Sotzialisticheskoe Jo-ziaitsvo, 1924, n.º 2. Una sección del mismo se tradujo al inglés y se editó en *The Quarterly Journal of Economics*, 1925, págs. 575-583, bajo el título: «The Static and the Dynamic View of Economics».

CUADRO N.º 1

TASAS DE CRECIMIENTO MEDIO ANUAL DE LA PRODUCTIVIDAD DEL TRABAJO

(PIB por hora de trabajo)

1950-1960	1960-1970	1970-1980
4,3	5,1	3,8
6,6	5,2	3,6
4,3	6,3	2,5
5,7	9,6	4,3
2,3	3,2	2,4
2,4	2,4	1,5
	4,3 6,6 4,3 5,7 2,3	4,3 5,1 6,6 5,2 4,3 6,3 5,7 9,6 2,3 3,2

Fuente: Datos tomados de Freeman, Clark y Soete (1982), pág. 148.

toria histórica que parece ajustarse a un ciclo económico de largo alcance.

Evolución sectorial e innovaciones tecnológicas

En las transformaciones estructurales a las que acabamos de aludir, los cambios tecnológicos han jugado un claro papel y constituyen un elemento explicativo bastante esencial.

Un notable conjunto de análisis de carácter general, así como otros referidos a la evolución de algunos sectores concretos, permiten entresacar los rasgos más decisivos de lo que muchos califican como la «revolución industrial» de la postguerra. Rothwell y Zegveld (1985) han hecho de todo ello una síntesis particularmente clara cuyas tres grandes fases (arranque de la expansión; consolidación del proceso; y fase de madurez v saturación del mercado) tienen una serie de rasgos que -de forma simplificada- aparecen reflejados en el cuadro n.º 2.

Desde esta perspectiva, una de las características más destacable del período 1945-70 es la aparición y rápido desarrollo de un conjunto de «nuevas» industrias cuya base tecnológica estaba asociada a invenciones científicas y avances tecnológicos alcanzados veinte o treinta años antes. Este es el caso de las tecnologías ligadas a la petroquímica, los materiales sintéticos y los productos farmacéuticos, la agroquímica, la electromecánica y la electrónica, o la aeronáutica, que generaron nuevas áreas de actividad económica, nuevos mercados y el paralelo crecimiento de la demanda de bienes de capital y de bienes de consumo de carácter duradero. Desde finales de la década de los cuarenta hasta el inicio de los setenta, la introducción y amplia difusión de innovaciones de productos para el consumidor final, permitió asimismo la expansión de algunos sectores de punta generadores de un alto crecimiento (textiles sintéticos; televisión; materiales plásticos; electrodomésticos; el automóvil - en Europa-, y otros). El tipo de unidades de producción dominante corresponde, en una primera etapa, a una dimensión pequeña o media y con un nivel de eficiencia poco elevado. Los productos son nuevos o incorporan importantes mejoras en relación con sus antecesores. En términos generales, la inversión industrial se dirige en aquellos momentos a la creación de nuevos productos y a aumentar la capacidad de producción, generándose un importante número de puestos de trabajo.

La década de los sesenta representa, desde una óptica también global, la fase de consolidación del proceso antes descrito. Las mejoras en la industria se orientan esencialmente a ampliar la capacidad de producción y a renovar sus equipos productivos; el tamaño medio de las empresas aumenta, bien sea gracias a la propia expansión de las empresas existentes y de nueva creación, o a través de operaciones de concentración y de absorción. No abundan ya los nuevos productos sino las mejoras dentro de una misma base tecnológica, que a veces podrían calificarse incluso como pseudomejoras. Destacan, sin embargo, las innovaciones organizativas, forzadas por un inicio de la caída de la rentabilidad media. a pesar de que la demanda del mercado continuó expandiéndose a buen ritmo y la productividad también lo hizo, aunque de modo paralelo a la producción, lo que implicaba el estancamiento del empleo.

La etapa de madurez de los productos y de saturación de mercados enlaza y se superpone a la anterior. La sensible baja del número de innovaciones de productos y el hecho de que algunas innovaciones (automóvil, televisión, electrodomésticos...) alcanzasen una amplia

CUADRO n.º 2

MODELO DE LA REVOLUCION INDUSTRIAL DE LA POSGUERRA

1945 hasta aproximadamente 1964: fase de crecimiento dinámico

- Emergencia de nuevas industrias basadas mayormente en nuevas oportunidades tecnológicas.
- Producción inicialmente en pequeñas unidades.
- Enfasis sobre el cambio de productos y la introducción de muchos productos nuevos.
- Rápido crecimiento de nuevos mercados.
- Regeneración de algunos mercados en áreas tradicionales, por ejemplo, textiles.
- Generación neta de empleo (la producción total creció más que creció la productividad).
- El énfasis competitivo reside principalmente sobre la disponibilidad de productos y factores distintos al precio.

Desde mediados hasta finales de los 60: fase de consolidación

- Concentración industrial creciente y ampliación de las economías de escala estáticas.
- Elevadas economías de escala dinámicas.
- Introducción de innovaciones organizativas.
- Creciente énfasis en el perfeccionamiento de los procesos.
- Algunos cambios fundamentales en los productos disponibles pero basados principalmente en las tecnologías existentes.
- Rápido crecimiento de la productividad.
- Los mercados continúan creciendo rápidamente.
- Tasas similares de crecimiento tanto en la productividad como en el output. (El empleo industrial permanece casi
 estable).
- El énfasis competitivo continúa principalmente sobre factores no-precio.

Finales de los 60 hasta la fecha: madurez y fase de saturación del mercado

- Industrias altamente concentradas.
- Unidades productivas muy grandes a veces integradas verticalmente.
- Cambio de algún producto, pero énfasis predominante sobre la racionalización de los procesos de producción.
- Incremento de la racionalización organizativa, incluyendo inversión extranjera directa en áreas de bajo coste laboral.
- Incremento del automatismo.
- Incremento y sustitución de los mercados.
- Mayor crecimiento de la productividad que de la producción total (demanda).
- Rápido aumento del desempleo industrial.
- Donde los productos están poco diferenciados, la importancia de la competencia vía precios es alta.

Fuente: R. Rothwell y W. Zegveld, 1982.

difusión en los países industrializados, reduce el papel de los sectores motores (3); los que lo habían sido ya no operan como tales, y son pocos, o casi ninguno, los que entran a sustituirlos alimentando el consumo final de las familias y el proceso de crecimiento. Las oportunidades que ofrecen las tecnologías dominantes para dar lugar a innovaciones importan-

tes caen, al igual que las posibilidades de desarrollar nuevas iniciativas empresariales. La inversión se concentra cada vez más en mejorar la eficiencia productiva y en sustituir el factor trabajo, y cada vez en menor medida se dirige a incrementar la capacidad de producción. Paralelamente, como antes hemos indicado, la fabricación de algunos productos maduros se desplaza hacia áreas de bajo coste laboral, que compiten con las economías avanzadas y que acortan todavía más la capacidad de éstas para crear empleo.

La crisis energética desempeña el papel de protagonista final en esta escena que se precipita hacia una grave recesión económica en la que todavía seguimos inmersos. Pero, lo más relevante es que una serie de sectores -petroquímica, fibras sintéticas, línea blanca de electrodomésticos, electrónica de consumo y fabricación de automóviles, por ejemplo- aparecen entonces situados en una fase histórica de madurez y saturación de mercados, con importantes excesos de capacidad v una demanda estancada o en retroceso. Asimismo, parece que otras industrias ubicadas más hacia el centro de las relaciones intersectoriales - electrónica y semiconductores, por ejemplohan cubierto ya las tres fases antes mencionadas. Y, por último, algunas ramas productivas que suelen calificarse como «tradicionales» - siderurgia, metalurgia de base, textil, construcción - y que habían experimentado importantes innovaciones de proceso a partir de la II Guerra Mundial, cosa que les permitió desempeñar un relevante papel en la fase de recuperación, se han visto también afectadas por una progresiva ralentización v caida de la demanda. Una caida que se deriva de la propia recesión económica, pero cuyo inicio había comenzado a detectarse va bastante antes de la crisis del petróleo.

En este contexto, marcado por el agotamiento de las tecnologías y de los sectores impulsores que fueron decisivos en la fase económica precedente. una nueva ola de importantes cambios tecnológicos ha empezado a introducirse en el sistema productivo de los países más avanzados, dando lugar a innovaciones tanto de productos como, sobre todo, de procesos de producción. La microelectrónica y las tecnologías de la información, la biotecnología, las tecnologías energéticas y la producción de nuevos materiales (cerámicas, metales y nuevas aleaciones, polímeros, fibra óptica y materiales compuestos) conforman lo que Nelson y Winter (1977) describen, en su «teoría útil de la innovación», como trayectorias tecnológicas generales, concepto al que más adelante nos referiremos.

La difícil interpretación del desarrollo de los cambios tecnológicos. ¿Se intensifican las innovaciones en las fases de crisis?

La explicación de las relaciones que aparentemente existen entre la evolución de los sectores productivos y los cambios tecnológicos ha dado lugar a un amplio conjunto de aportaciones. Schumpeter (1912 y 1939) ocupa un lugar especialmente relevante entre guienes han optado por aceptar la existencia de ciclos largos en la evolución de la economía, asignando a la innovación técnica un papel explicativo esencial en su desarrollo. El debate en torno a los factores y motivaciones que impulsan las innovaciones tecnológicas nos ofrece también un buen abanico de posiciones, en cuyos extremos se encuentran, por un lado, los partidarios del empujón desde el ángulo de la oferta (es decir, quienes razonan en los términos que indica la secuencia: ciencia básica → tecnología → producción) y, por otro, los que apoyan la teoría del tirón de la demanda. Finalmente, aunque al agruparlas incurrimos en una excesiva simplificación, disponemos también de un amplio conjunto de aportaciones de gran interés cuyo énfasis se centra en explicar el desarrollo temporal de las innovaciones tecnológicas (teorías del ciclo de vida), vinculándolo al desarrollo de los productos, de los procesos de producción y, en algunos casos también, a la evolución de los propios sectores productivos. Los trabajos de Kuznets (1940, 1953 y 1979), B. Gold (1984) Utterback y Abernathy (1978) y J. Van Duijn (1983a), entre otros muchos, se mueven en esta línea, aunque a veces con planteamientos no coincidentes.

Revisar o reexaminar aquí este conjunto de ideas constituiría una tarea muy desproporcionada y nos alejaría claramente del objetivo propuesto. Hay, sin embargo, una cuestión en la que conviene detenerse dado que en estos momentos su trasfondo se plantea con cierta lógica.

La pregunta que cabe hacerse es ésta: ¿existe algún tipo de evidencia empírica que permita apoyar o rechazar la idea de que en las etapas más duras de una crisis económica es cuando se desarrollan con más intensidad las innovaciones tecnológicas? Y resulta razonable planteárselo porque la aparente coincidencia que se está produciendo ahora entre una situación depresiva y la entrada en acción de importantes innovaciones en la industria, así como la que parece que se produjo en otros períodos históricos, sugieren que puede existir una relación bastante directa en tal sentido. Lo cual podría reforzar, por otra parte, la teoría de que los ciclos largos de la economía están muy relacionados con la intensidad de las innovaciones (entendiendo éstas como la primera introducción de un nuevo producto, proceso o sistema de producción y/o distribución) que, a su vez, están estrechamente vinculadas con la introducción de nuevas tecnologías.

El tema no es fácil de analizar y plantea, como finalmente señalaremos, importantes problemas metodológicos y técnicos. Sin embargo, como ha indicado Mansfield (1983), muchos partidarios de las ondas largas en el desenvolvimiento de las economías afirman que la tasa de innovación tecnológica fue relativamente más elevada durante la gran depresión de los treinta y en los años inmediatos, al mismo tiempo que otros investigadores nos muestran que el número de innovaciones disminuve en las fases de máxima expansión económica o que, cuando menos, las de carácter básico son menos y las de tipo secundario abundan (4).

El autor contemporáneo que ha defendido con mayor énfasis la idea de que las innovaciones tecnológicas básicas se introducen con mucha más intensidad en las fases de gran depresión económica ha sido seguramente Gerhardt Mensch (1979). Con anterioridad, R. Mack (1941) y W. Brown (1957) habían sostenido ya la tesis de que los nuevos procedimientos y diseños tienden a ser pospuestos durante los períodos económicos más favorables y que, sin embargo, esas ideas e innovaciones acumuladas son sacadas a la luz durante las fases de depresión, al mismo tiempo que se acentúa el esfuerzo por explorar otras nuevas. Más recientemente, A. Kleinknecht (1981) ha coincidido también en esta línea, como más tarde veremos.

El propósito que pretendió alcanzar G. Mensch fue muy ambicioso. Se propuso como meta estudiar empíricamente los avances tecnológicos realizados en

los últimos 250 años, distinguiendo el momento en el que se produjo la invención científica básica y aquel en el que se inició su explotación empresarial. Los datos de partida utilizados para ello procedieron de una investigación previa desarrollada por Jewkes, Sawers y Stillerman (1958 y 1969) sobre las invenciones, pero el esfuerzo de Mensch se concentró esencialmente en determinar el año en el que se produjo la introducción de las innovaciones que él califica como básicas y, asimismo, el año en que se había llevado a cabo la invención esencial para las mismas, con el fin de encontrar algún tipo de concentración en el tiempo.

Esta minuciosa labor le permitió elaborar un conjunto de cuadros cronológicos que recogen las innovaciones más relevantes que se han producido en los últimos dos siglos y medio y la conclusión que G. Mensch extrae del estudio es doble, aunque en realidad puede refundirse en una sola: los datos acumulados muestran que, si bien el flujo de las innovaciones nunca llega a interrumpirse totalmente, hay claras fluctuaciones a lo largo del tiempo y, dentro de ellas, destacan algunos períodos cortos en los que se produce una notable acumulación de innovaciones, que muchas veces están interrelacionadas entre sí.

Dichos períodos coinciden, de acuerdo con el análisis de Mensch, con aquellos ejercicios en los que la depresión económica es más profunda, fenómeno que parece estar ligado a lo que él califica como el «acelerador de la depresión», que hace que en un momento en que los mercados están saturados y en declive, los empresarios busquen desarro-

llar nuevos productos principales. Mensch llega a determinar los tres períodos históricos concretos en los que esta concentración de innovaciones básicas ha sido más evidente, que son los siguientes: entre 1814 y 1828; entre 1870 y 1886; y entre 1925 v 1939. En función de estos antecedentes y evaluando los rasgos de la crisis iniciada a finales de 1973, Mensch (1978 v 1979) se permitió incluso anticipar que una nueva concentración de innovaciones debía tener lugar entre 1983 y 1990, es decir, en los momentos actuales, cosa que aparentemente está ocurriendo.

En fecha algo más próxima. Alfred Kleinknecht (1981) ha publicado también un trabajo cuyas conclusiones son bastante similares a las de Mensch. Lo elaboró tomando como punto de partida las referencias y datos sobre innovaciones científicas y tecnológicas acumulados por Mahdavi (1972), que Kleinknecht consideró particularmente válidas para sus propósitos puesto que dicha información se había recogido para demostrar la eficiencia de los procesos de I + D y no para defender la tesis de que las innovaciones se impulsan especialmente durante los períodos de depresión. Distinguiendo entre instrumentos (avances) científicos, innovaciones de mejoras o de procesos, e innovaciones de productos. Kleinknecht concluye que las innovaciones básicas, dentro de las de producto, han respondido siempre al impulso innovativo que se produce en los períodos de depresión. Esto resulta particularmente evidente para él cuando observa la evolución de dichas innovaciones a lo largo de la década de los 1880 y, asimismo, en los años 1930, en plena gran depresión. Sin embargo, al examinar las innovaciones de mejoras o de proceso, esta coincidencia histórica resulta menos clara y Kleinknecht admite, también, que sólo obtuvo una débil confirmación de la hipótesis del tirón de la demanda.

Las críticas a la tesis sostenidas por estos autores han sido abundantes. En el caso de Mensch, dos puntos centrales de ataque o de duda (J. Clark, C. Freeman y L. Soete, 1981; E. Mansfield, 1983) han sido: la dificultad que plantea diferenciar entre las innovaciones básicas y la de menor relevancia, por una parte, y la siempre discutible determinación de la fecha concreta en la que se origina cada invención o innovación, por otra.

Rosenberg y Frischtak (1984), cuyo artículo figura en esta misma sección de la revista y nos ahorra una referencia más detallada, van bastante más lejos en sus críticas al argumentar que, por un lado, no está claro que los empresarios arriesquen más en las etapas de fuerte depresión y que, por otro, los gastos en I + D requieren un largo período de maduración que, incluso en el supuesto de que se iniciasen con más intensidad cuando la situación económica empieza a plantear problemas, haría que sus resultados efectivos se produiesen forzosamente bastante más allá de la fase de depresión. En numerosos casos, señalan estos autores, la explotación de nuevos productos requiere, además, inversiones e infraestructuras cuya preparación y maduración exigirán también un período bastante largo.

Mansfield, que ha estudiado las innovaciones habidas entre 1919 y 1958 en algunos sectores industriales de base, como

J. A. SCHUMPETER, LAS INNOVACIONES Y LOS CICLOS

El profesor Schumpeter sigue siendo hoy una referencia obligada cuando se habla del comportamiento cíclico de las economías de mercado y, en particular, de las ondas largas. En su planteamiento, la causa fundamental de las fluctuaciones de larga duración es el proceso de innovación. No se trata, sin embargo, de una explicación monocausal. El proceso innovador incluye un conjunto de interrelaciones que, de hecho, implican a todas las variables económicas relevantes. Las innovaciones - que no son sólo tecnológicas, aunque muchas tengan este sentido- se producen y se incorporan al sistema productivo de forma irregular a lo largo del tiempo y, como consecuencia, generan fluctuaciones cíclicas e impulsos variables en sus tasas de crecimiento.

Schumpeter sostuvo, pues, en definitiva, una visión del desarrollo económico que se apartaba claramente de los planteamientos neoclásicos, asentados en los principios del gradualismo y de la armonía. En su modelo de las economías capitalistas, los avances de éstas se producen de forma cíclica, en un proceso discontinuo que permite que el sistema se encuentre siempre en posiciones de inestabilidad.

El principal protagonista del desarrollo económico capitalista es, según Schumpeter, el empresario innovador. La función básica que cumple (o debe cumplir) este empresario schumpeteriano no es la de gestión o de administración, sino la innovadora, cuya mejor expresión es la puesta en práctica y explotación de nuevos métodos y procesos de producción, nuevos productos y factores, y nuevos sistemas de organización y de gestión empresarial. El empresario asume, pues, los riesgos económicos que conlleva la introducción de invenciones y avances técnicos y científicos. Y lo hace, especialmente, en las etapas de crisis económica, es decir, entre dos períodos cíclicos, cuando el futuro es más incierto y el riesgo más elevado.

Ni la aparición o desaparición de los empresarios, ni la introducción de innovaciones en las empresas se producen de forma constante o regular en el tiempo. El ciclo económico se explica, en parte, por esta misma irregularidad y porque se producen determinadas coincidencias.

En la que podría calificarse como fase ascendente del ciclo, la innovación aumenta, de la mano de algunos empresarios pioneros. Su éxito industrial o económico, y el estímulo de los beneficios que pueden conseguirse, arrastra las inversiones y los créditos. Los empre-



JOSEPH A. SCHUMPETER

sarios innovadores son seguidos por numerosos imitadores — como formando «legiones de seguidores»—, los cuales desean realizar inversiones y compartir beneficios, y determinan la expansión generalizada del sistema económico, aunque ésta se inicie en uno o varios sectores concretos.

Hacia el final de la fase ascendente, el impulso innovador tiende a agotarse, los altos beneficios desaparecen, los empresarios prefieren aprovechar al máximo las inversiones realizadas y los mercados existentes, antes que iniciar

FASES

	Prosperidad	Recesión	Depresion	Recuperación
Ciclos				
Primero				
Revolución industrial	1787-1800 (Industria text	1801-13 il —algodón—, side	1814-27 rurgia, vapor)	1828-42
Segundo				
Revolución burguesa	1843-57 (Ferrocarril —vap	1858-69 oor – , acero)	1870-85	1886-97
Tercero				
Revolución mercantilista	1898-1911 (Electricidae	1912-25 d, industria química,	1925-39 automóvil)	

muchos nuevos proyectos; lo cual no impide que puedan surgir excesos, como la realización de inversiones innecesarias v cada vez menos rentables o la simple especulación. El punto de inflexión aparece, precisamente, como resultado de la caida de la tasa de beneficios y por el propio transcurso desde una situación de monopolio, o cuasimonopolistica, a otra muy competitiva. La fase de depresión subsiquiente suele sobrepasar el punto de equilibrio inicial hasta provocar la desaparición de los excesos de capacidad existentes; de hecho, el posible cambio de tendencia posterior, hacia el inicio de una nueva fase expansiva, coincide con un auténtico proceso de «destrucción creadora».

Schumpeter puntualiza que pueden existir distintos tipos de innovaciones y que sus posibles efectos pueden ser de diversa importancia y profundidad. En algunos casos las innovaciones agotan sus efectos en un corto período (uno, dos o más años), mientras que los grandes cambios tecnológicos pueden prolongarse durante décadas. Al superponerse este conjunto de pequeñas y grandes innovaciones, con sus impulsos y fluctuaciones, se producen los distintos tipos de ciclos (Juglar, a corto plazo; Kitchin, a medio plazo; y Kondratiev, de larga duración). Cada ciclo largo supone la existencia de seis ciclos medios, y éstos, tres ciclos cortos aproximadamente.

Un último hecho importante que Schumpeter destaca, extrayéndolo de la experiencia, es que las innovaciones surgen en determinados momentos, en «grupos» o «racimos», casi siempre en las proximidades de una fase de equilibrio económico en la cual los empresarios tienen que aceptar los riesgos que comporta la aplicación de tales innovaciones. La coincidencia o agrupación de innovaciones básicas o fundamentales constituye un factor esencial para explicar la dinâmica y el desarrollo de las ondas o ciclos largos. Son las llamadas revoluciones tecnológicas, que impulsan periodicamente el crecimiento de la economía. La secuencia que relaciona las fluctuaciones en las tasas de innovación y los ciclos de crecimiento, discurre a través de las fluctuaciones de una variable básica: las inversiones. Estas, a su vez, se relacionan con la expansión de la demanda de créditos, las variaciones que se producen en los tipos de interés y el aumento de la cantidad de dinero, ligada al multiplicador del credito bancario.

La periodificación que propuso Schumpeter para las ondas largas es la que aparece en el cuadro adjunto.

Como se sabe, el análisis schumpeteriano sobre el comportamiento del sistema capitalista no se detuvo en este tipo de modelización económica, sino que, una vez reconocida la fuerza y el dinamismo del sistema, cosa que le condujo a negar validez a las tesis marxistas («las realizaciones reales y futuras del sistema capitalista son de tal naturaleza que anulan la idea de su derrumbamiento bajo el fracaso económico...»), desarro-Iló también una serie de consideraciones sobre los cambios institucionales y sociológicos que tenderán a «alejar» al capitalismo de su propia filosofía libre e innovadora (intervencionismo, burocratización empresarial, desaparición del empresario tradicional...), dificultando la pervivencia del sistema y «señalando al socialismo como su heredero legitimo».

Los planteamientos schumpeterianos han sido objeto de abundantes desarrollos, pero también de críticas. La más común es que, aún reconociendo la riqueza intuitiva de su modelo, se considere que «es una visión más descriptiva que analítica» (Kaldor), ya que apenas aporta pruebas empíricas. Esto ha impulsado, a su vez, la realización de numerosas investigaciones destinadas a contrastar empíricamente las hipótesis e intuiciones schumpeterianas. El carácter exógeno o no de las innovaciones y su propia discontinuidad histórica debian ser contrastados, pero ello plantea bas-tantes problemas metodológicos y de información. De ahí que la búsqueda haya quedado a veces ralentizada o que se hayan planteado modelos que modifican en alguna medida el esquema original.

Referencias básicas de obras de Schumpeter sobre la innovación y el ciclo

1912 Theorie der Wirtschaftlichen Entwicklung; Verlag Dunker & Humblolt. Versión española con el título: Teoria del desenvolvimiento económico, Fondo de Cultura Económica, México, 1944.

1928 «The Inestability of Capitalism»; The Economic Journal, n.º 151.

1935 «The Analysis of Economic Change»; Review of Economic and Statistics, mayo.

1939 Business Cycles, 2 vols., MacGraw-Hill, N. York y Londres.

1942 Capitalism, Socialism and Democracy, Harper & Row, N. York. Versión española: Capitalismo, Socialismo y Democracia. Ed. Aguilar, Madrid, 1968 (Reedición de: Ed. Orbis, Barcelona, 1983).

los del hierro y acero, el refino de petróleos y del carbón bituminoso, afirma no haber encontrado una relación entre las etapas de recesión de estos sectores v la introducción de innovaciones (Mansfield, 1983); por contra, varias innovaciones de proceso observadas en ellos, coincidieron con momentos en los que el grado de ocupación de la industria era bastante elevado. Esto contradice, sin duda, los análisis de Mensch y Kleinknecht, pero quizás convenga tener en cuenta que el primero de dichos sectores (hierro y acero) debe calificarse claramente entre los «tradicionales», provenientes de una onda de evolución tecnológica anterior, lo que implica un comportamiento innovador distinto del que siguen los sectores «nuevos».

Freeman, Clark y Soete (1982) no han sido, sin embargo, tan críticos con las tesis de Mensch y sus seguidores. Por contra, sus trabajos sobre las innovaciones en la industria británica entre 1920-1980, entre las cuales seleccionaron 195 innovaciones radicales, permitieron confirmar la tesis de Mensch sobre el estancamiento tecnológico, con caída de las innovaciones. que se produce cuando la fase álgida del ciclo ha pasado. Lo ocurrido en los años veinte y en los sesenta confirma también. según ellos, esta caída de las innovaciones en las fases previas a las crisis. Su recuperación no aparece sin embargo tan claramente ligada a la fase final de la depresión, aunque es evidente que en esta última se innova; a veces por la propia necesidad.

J. Van Duijn (1983a y 1983b), cuyos trabajos han contribuido a reactualizar la teoría de las ondas largas en economía, ha con-

cedido a los cambios tecnológicos un papel muy relevante para explicar las grandes fluctuaciones económicas habidas desde comienzos del siglo pasado hasta hoy. El estudio que realizó de las ochenta innovaciones básicas que se han producido en trece grandes sectores productivos, fechando tanto la invención como la innovación industrial propiamente dicha, tampoco le ha apartado radicalmente de Mensch ni de Kleinknecht, si bien concede también cierto poder explicativo a la tesis de Schmookler (1966) sobre la importancia decisiva del tirón de la demanda en el desarrollo innovador. Su postura es, pues, algo ecléctica, pero acaba sosteniendo que las innovaciones tienden a concentrarse en el último estadio de las fases depresivas y, sobre todo, en los comienzos de la fase de recuperación. Cuando las industrias se sitúan en las fases de madurez y de retroceso en los mercados, afirma Van Duijn, se incentiva la introducción de innovaciones que podían estar ya disponibles pero que no se habían aplicado. Por contra, en las fases de gran expansión económica, no hay excesivos incentivos para embarcarse en ellas.

Es evidente que las dificultades metodológicas que antes hemos apuntado y las inevitables divergencias de criterio sobre lo que son innovaciones de base e innovaciones complementarias, la fijación de una fecha concreta a las invenciones científicas y a las innovaciones tecnológicas, etc., así como la propia escasez de investigaciones sobre el problema que nos hemos planteado, impiden que pueda hablarse de una clara confirmación de la hipótesis de partida. Es decir, de la idea de que las innovaciones son más abundan-

tes en las fases depresivas del ciclo económico, como parecía que había ocurrido en el último tercio del siglo pasado y en los años treinta, y como aparentemente está ocurriendo en estos momentos. Sin embargo, no es menos cierto que tampoco hay desacuerdos radicales en los resultados obtenidos por Mensch, Kleinknecht, Freeman y sus colaboradores y Van Duijn, que -con ciertas diferencias - puede afirmarse que dan apoyo a la posible validez de dicha hipótesis.

El tema seguirá, sin duda. abierto a nuevos debates. Las posibilidades de clarificarlo parecen sin embargo limitadas y, como argumentan Rosenberg y Frischtak en el artículo que sigue a este trabajo, los elementos en favor de una postura escéptica son todavía bastante sólidos. Lo cual es un ejemplo, entre otros, de que el conocimiento que tenemos de los mecanismos y resortes que impulsan los avances tecnológicos y su aplicación continúa mostrando numerosos interrogantes, como se acepta por los mejores especialistas en la materia.

2. LAS NUEVAS TRAYECTORIAS TECNOLOGICAS. DELIMITACION Y CARACTERISTICAS

Las discrepancias que existen en el terreno teórico o, cuando menos, la evidente falta de una mayor profundización analítica sobre algunos de los problemas que plantea el cambio tecnológico, justifican quizás el tono escéptico o todavía hipotético que domina en la literatura disponible sobre el tema. Sin em-

bargo, la coincidencia es plena cuando los términos de referencia no son la especulación sino la realidad actual, en la que están claramente presentes un conjunto de nuevos desarrollos tecnológicos que todos los analistas admiten que están teniendo —y tendrán— una importante incidencia en el sistema productivo, además de afectar —y no de forma superficial— a otros muchos aspectos de la vida social, cultural y política (5).

Esta amplia coincidencia no evita que existan diferencias en la enumeración de las tecnologías que se estima que serán más determinantes cara al futuro. Ciertamente, la demarcación de lo que puede calificarse como una nueva tecnología y la evaluación de su posible importancia en contraste con otras tecnologías disponibles, constituye una tarea difícil, como ha subrayado P. Nijkamp (1986). La propia calificación del grado de madurez de un determinado avance tecnológico y de sus posibilidades de desarrollo y aplicación en el sistema productivo plantea bastantes dificultades. Aunque, no es menos cierto que una posible «innovación tecnológica» que ahora se encuentre todavía a nivel de investigación básica tiene pocas posibilidades -salvo circunstancias o «accidentes» imprevisibles— de poderse utilizar realmente antes de 10 a 20 años y, entretanto, dificilmente tendrá un impacto significativo en la economía y en la sociedad. En estos momentos, las principales fuerzas del cambio tecnológico en los 10-15 años próximos están ya en acción, como han señalado Godet y Ruyssen (1980, pág. 130) y, sin prejuzgar otros posibles impactos, lo que marcará los cambios tecnológicos del futuro próximo será la aceleración, la difusión y la dispersión de las innovaciones existentes en los sectores más diversos, partiendo de un reducido número de avances claves. Avances entre los que todos los trabajos recientes sobre el tema coinciden en incluir a los procedentes de cuatro grandes líneas de desarrollo tecnológico: a) la microelectrónica y las nuevas tecnologías de la información y comunicación; b) la biotecnología; c) las tecnologías energéticas, y d) las tecnologías de nuevos materiales.

Junto a estas nuevas tecnologías, algunos expertos (6) incluyen también otros avances tecnológicos recientes cuyo alcance global parece mucho más limitado o que, en todo caso, aún no están bien desarrolladas, como sucede con determinadas nuevas fuentes de energia o con las tecnologías espaciales, que algunos analistas consideran sin embargo de gran trascendencia para el desarrollo mundial del futuro.

Esta relativa discrepancia en cuanto al tipo de avances tecnológicos que tendrán un impacto más general e importante en el sistema productivo y en el conjunto de la sociedad sugiere algunas posibles controversias en las que no deseamos entrar. La propuesta de Nelson y Winter (1977) diferenciando dos niveles de trayectorias tecnológicas permite, en nuestra opinión, clarificar bastante este tema a nuestros efectos inmediatos (7).

En el primer nivel, que es el que tiene un grado de abstracción más bajo, deben situarse sólo las trayectorias específicas, que se caracterizan porque su área de aplicación es limitada, porque sus objetivos son concretos y porque pueden identi-

ficarse quiénes son los que trabajan para conseguirlos, tanto en los programas gubernamentales como en el sector privado. Ejemplos de trayectorias a este nivel de análisis son, entre otros, los satélites de comunicación, determinados plásticos y los procesos químicos de optimalización a bajas temperaturas.

En un nivel más elevado es donde se encuentran las travectorias tecnológicas generales, cuva característica esencial es que, por ser «generales», pueden aplicarse y tener incidencia en un amplio número de sectores productivos, aunque con diferentes intensidades. Por sus propias características, éste es el grupo en el que hay que situar claramente a la microelectrónica y sus derivaciones directas en el terreno de las tecnologías de información y comunicación, a la biotecnología, a las nuevas tecnologías energéticas y a las tecnologías de nuevos materiales. Lo cual no excluye, evidentemente, que este grupo pueda ampliarse en el futuro.

El contenido concreto de estas cuatro «nuevas» trayectorias tecnológicas generales aparece sintetizado en el recuadro adjunto.

Tres rasgos diferenciales importantes

Contempladas conjuntamente, es decir, desde una perspectiva global, estas «nuevas» tecnologías nos muestran tres rasgos o características que hay que destacar muy especialmente:

- Su polivalencia.
- Su coincidencia en el tiempo.
- · Su base científica.

NUEVAS TRAYECTORIAS TECNOLOGICAS BASICAS

1) Microelectrónica y tecnologías de la información y comunicación. Constituye, sin duda, como más tarde tendremos ocasión de destacar, la trayectoria tecnológica general a la que se le reconoce una mayor capacidad de influencia en todo el sistema productivo. Comprende, en realidad, tres grandes grupos relacionados entre sí: el primero corresponde a las tecnologías básicas (microelectrónica y optoelectrónica), cuyas raices científicas más inmediatas se encuentran en la electrónica, la óptica y el electromagnetismo; el segundo, incluiria todo el campo de la informática o conjunto de tecnologías relativas a los ordenadores y su utilización (arquitectura informática; soporte lógico; inteligencia artificial; interfaces; finalmente, el tercer grupo lo constituyen las telecomunicaciones, que abarcan la transmisión de imágenes, sonidos y datos de distintos medios (cables eléctricos u ópticos, ondas, antenas móviles y redes integradas).

Se calcula que más del 50 por 100 de los sectores económicos se ven afectados directamente por estas tecnologias y los restantes quedarán influidos indirectamente. Su importancia económica a nivel europeo podría quedar reflejada por el hecho de que aproximadamente el 6 por 100 del producto interior de la CEE-10 se genera ya en los sectores de componentes, equipos y servicios informáticos; otro 29 por 100 aplican directamente estas tecnologías, incluyendo comunicaciones, mecanización de oficinas, electrónica de consumo, automatización industrial, defensa y entidades bancarias; un 20 por 100 más se deriva de ramas que utilizan dichas tecnologías de forma creciente (comercio y otros servicios; automóvil; textil y confección...) y el resto de la economía también se beneficia o necesita de ellas, principalmente en los ámbitos del control y la información (8).

La microelectrónica y las TIC están experimentando, además, rapidisimos desarrollos y su incidencia se manifiesta tanto en innovaciones de producto como de proceso. Como tendencias básicas se señalan: una disminución continua del tamaño de los equipos y elementos, con gran aumento de capacidad; la extensión continua del soporte lógico; la ampliación de enlaces y mejoras en la potencia y en la facilidad de empleo de equipos y procedimientos de comunicación; y una creciente capacidad de adaptación al comportamiento de las máquinas y equipos.

2) Biotecnologia. Puede describirse como la utilización de microorganismos vivos, como levaduras, hongos y bacterias, así como células de animales y plantas y componentes celulares, para la conversión, sintesis, descomposición y concentración de sustancias específicas. Es un área en la que la quimica. la biología, la bioquímica, la microbiología y la ingeniería coinciden. Se espera que la biotecnología haga importantes contribuciones que permitirán ahorrar energía y esfuerzos en muchos procesos químicos e industriales - como ya está empezando a suceder-, así como en el proceso de primeras materias de carácter biológico y en la limpieza del medio ambiente. Asimismo, facilitará la producción de nuevas medicinas, drogas y sustancias químicas.

Todos los analistas coinciden en afirmar, sin embargo, que esta trayectoria tecnológica está todavía en sus comienzos. Algunos le asignan un retraso de diez años con respecto a la microelectrónica. Prakke y Tuininga (1982) sugieren incluso un desfase más elevado, por lo que su incidencia máxima en el sistema productivo no cabe esperar que se produzca en la presente década.

3) Tecnologías energéticas. Su desarrollo se ha visto particularmente impulsado a partir de la crisis del petróleo. aunque la experimentación de algunas nuevas fuentes de energia tiene antecedentes bastante más lejanos. Los principales desarrollos que se están dando en este campo se orientan en dos direcciones muy concretas. La primera es la del ahorro energético -la «fuente de energía más barata» como señaló la International Energy Agency-, tanto por la vía de una mejora de las tecnologías básicas que incrementen la productividad energética en los procesos industriales, como mediante la conservación y ahorro de energía en los diversos ámbitos. La segunda es la del desarrollo y la puesta a punto de tecnologías energéticas no dependientes de recursos fósiles, donde la fusión nuclear, la energia solar y el aprovechamiento de los yacimientos geotérmicos ocupan una posición central.

Los avances que se han producido ya en materia de conservación y ahorro de energía han sido espectaculares. En muchos casos introduciendo elementos y mecanismos de control cuyo coste adicional ha resultado ser bastante bajo. Pero el margen disponible para obtener mejoras sigue siendo todavia muy

amplio, especialmente en el transporte (20-35 por 100), en la agricultura y algunas ramas industriales (15-35 por 100) y en los servicios y hogares (40-50 por 100), como concluyó el informe Saint-Geours y como ha subrayado recientemente la Conferencia Mundial de la Energía.

Con todo, las dificultades energéticas que se habían previsto para la segunda mitad de los ochenta no se han materializado; en parte debido a la propia recesión económica mundial y a las medidas adoptadas, pero también al flexionar a la baja el precio del crudo. Como consecuencia de ello, la necesidad de lograr progresos concretos en el campo de las tecnologías energéticas ha decaido. Los avances en este campo y sus aplicaciones parece, pues, que están llamados a desarrollarse a menor ritmo, aunque existe el convencimiento de que las tecnologías basadas en los combustibles fósiles son ya tecnologías de transición.

4) Tecnologías de nuevos materiales. Aunque teóricamente abarcaria un campo muy amplio, suelen referirse a la elaboración y tratamiento de algunos materiales cuya utilización en otros procesos y productos industriales está provocando importantes cambios y mejoras. Es el caso de los materiales ligeros, los materiales para altas temperaturas y los materiales para componentes electrónicos. Tales materiales pueden ser: metales, tratados para lograr su endurecimiento y para alcanzar configuraciones y concentraciones diversas; los materiales cerámicos e inorgânicos, todavía subutilizados en estos momentos pero con grandes expectativas de futuro, particularmente en aplicaciones para altas temperaturas, circuitos integrados y otros ámbitos de la electrónica; los polimeros, con variedades que permiten ya sustituir ventajosamente ciertos materiales en la fabricación de automóviles y electrodomésticos y, asimismo, ser utilizados como conductores y semiconductores; los materiales compuestos, entre los que destacan los reforzados con fibra, materiales estructurales para elevadas temperaturas y otros, cuyo em-pleo en un buen número de industrias (automóvil y aerodinámica, por ejemplo) permiten meiorar sus técnicas v su competitividad, además de la reducción de pesos muertos; y, por último, el silicio, material clave para la informática, objeto también de nuevos perfeccionamientos.

El carácter polivalente de las tecnologías que antes se han descrito constituve un rasgo esencial, que las diferencia de otros avances tecnológicos cuvo alcance histórico ha sido más bajo. Aunque existen diferencias de grado entre ellas, si algo destaca es el hecho de que su incidencia potencial en el sistema productivo puede ser muy amplia. En todos los documentos recientes de la OCDE se insiste en el carácter «sistémico» de las nuevas tecnologías, refiriéndose al hecho de que se trata de innovaciones técnicas que tienen una incidencia intersectorial y un carácter polivalente.

Como es obvio, hay sectores con los cuales estas tecnologías tienen una relación muy directa, lo que determinará una fuerte expansión (9). Pero, no es menos cierto que la utilización de dichas tecnologías puede extenderse -y de hecho así está ocurriendo- a un amplio número de sectores, afectando a los procesos de producción y a los productos. La industria no es sólo la protagonista de tales cambios; también la agricultura, la construcción y los servicios lo son va, o acabarán siéndolo en un plazo no excesivo. Incluso se comprueba que algunos sectores que suelen calificarse como «tradicionales» - por ejemplo el textil- pueden experimentar mejoras muy sustanciales en su productividad y en su competitividad (10). Más tarde volveremos sobre este tema.

La coincidencia en el tiempo de este conjunto de nuevas tecnologías constituye otro rasgo muy singular que, unido a la capacidad de penetración en todo el sistema económico que acabamos de comentar, justifican que se esté afirmando ya que estamos ante una auténtica revolución tecnológica.

C. Freeman (1986) propone tres condiciones más para una aceptable utilización de estos términos: 1) que se produzca una fuerte reducción de costes en un gran número de productos y de servicios; 2) que mejoren de forma espectacular las características técnicas de numerosos productos y procedimientos; y 3) que la sociedad acepte las tecnologías y que éstas respeten el medio ambiente.

Aunque todavía nos falta una perspectiva temporal más amplia, de acuerdo con los cinco criterios reseñados, la microelectrónica y la informática pueden ser va calificadas «como una auténtica revolución tecnológica» -como afirma Freeman- y algo similar puede acabar sucediendo con la mayor parte de las restantes nuevas tecnologías. No parece tan claro que pueda ocurrir así en el caso concreto de la energía nuclear, cuyo desarrollo sigue sujeto a problemas de aceptación política y social que tienden a frenar su implantación.

Por último una característica también muy clara de los cambios tecnológicos actuales es que tanto su avance técnico como su aplicación requieren la disponibilidad de una amplia infraestructura científica. Como es obvio, todos los desarrollos tecnológicos de cierta importancia se apoyan en un conjunto de conocimientos y avances científicos. Así ocurre también en este caso, pero, además, como se comprueba al examinar qué países dominan los avances en las cuatro trayectorias tecnológicas que aquí hemos destacado, su desarrollo básico exige disponer de un amplio soporte científico (centros, investigadores y financiación). También la utilización o aplicación de una buena parte de las nuevas tecnologías demanda un mayor nivel de formación profesional y técnica en las empresas. Todo lo cual plantea algunos problemas importantes que se relacionan con los objetivos y recursos asignados a la política de I + D, pero también con las políticas de empleo y de fomento de las inversiones, según expondremos más adelante.

Concentración y «dominio» de las nuevas tecnologías a escala internacional

Acabamos de aludir a la existencia de unos países que de alguna forma impulsan y controlan el desarrollo de las nuevas tecnologías (11). El tema merece también un breve comentario, aun aceptando que se trata de una cuestión compleja y con informaciones estadísticas insuficientes.

En el caso de las tecnologías de información y comunicación, todos los expertos internacionales concluven que las diferencias en el nivel de desarrollo son muy elevadas dentro del área de los países de la OCDE y mucho más amplias todavía si se rebasan los límites de este organismo. Estados Unidos y Japón figuran como líderes mundiales y, aunque la distancia entre ambos países es muy importante, son el «centro» del nuevo paradigma tecnológico mientras que los países europeos ocupan una clara posición de «periferia», aunque sea en sus primeros puestos.

Prácticamente desde su nacimiento, la industria informática ha sido una industria de carácter mundial. Algunas empresas que operan en el sector eran ya multinacionales mucho antes de iniciar la producción de ordenadores (NCR, Burroughs, Remington o Sperry, por ejemplo). A lo largo de la última década, el carácter multinacional de las empresas que dominan la producción y el desarrollo de nuevos productos informáticos ha aumentado fuertemente, al tiempo que crecía también su grado de concentración.

Los productos de la industria informática se difunden a escala internacional bajo formas estandarizadas, tanto a través de flujos comerciales como mediante contratos que permiten su producción y/o su comercialización en distintos países. Las principales empresas multinacionales controlan directa o indirectamente los centros de producción existentes en los mercados mundiales más importantes. Como primer paso, suelen tratar de asegurarse, sin embargo, una parte importante de su cifra de negocios en su propio país de origen, en el que basan su capacidad concurrencial internacional (Delapierre y Zimmerman, 1986).

En 1984, la cifra de negocios de las cien primeras empresas informáticas del mundo, lo que equivale a la casi totalidad de las ventas de este sector, ha alcanzado la cifra de 132.000 millones de dólares. Las empresas norteamericanas se han asegurado cerca de las cuatro guintas partes del total, es decir, el 79,1 por 100; las empresas japonesas supusieron un 9,2 por 100; y el conjunto de empresas de origen europeo un 10,9 por 100, aunque la cuota de los distintos países a nivel mundial es baja y está ligada a firmas muy

concretas (Siemens, Olivetti, Bull, ICL, Nixdorf...) que en varios casos son a su vez participadas por empresas norteamericanas y japonesas.

Las empresas europeas son, como media, de dimensión más baja que sus competidoras norteamericanas o japonesas; y el elevado nivel de concentración que existe queda claro si tenemos en cuenta que las seis primeras firmas mundiales del sector—cinco de ellas norteamericanas y una japonesa— suponen algo más del 50 por 100 de las ventas de las cien primeras empresas del mundo, y que las catorce primeras empresas alcanzan ya el 66 por 100.

El grado de concentración no es, sin embargo, homogéneo va que muchos productores no participan en todos los segmentos de la industria. La mayor concentración se produce en el campo de los ordenadores universales; diez empresas representan el 93 por 100 de la cifra de negocios a nivel mundial, aunque una sola de ellas alcanza más del 50 por 100 del total: Europa sólo participa en un 3,5 por 100. con una sola empresa. En el terreno de los miniordenadores, el número de empresas es algo superior, pero las cinco primeras -todas norteamericanas- alcanzan ya el 54 por 100 de la cifra de negocios desarrollada en 1984 por las cincuenta primeras empresas del mundo. En los microordenadores el panorama es semejante, aunque más concentrado; las diez primeras empresas suponen el 92,7 por 100 de las ventas correspondientes a las cincuenta primeras firmas informáticas, es decir, más de las tres cuartas partes del total de las ventas mundiales de microordenadores.

Esta fuerte concentración de la industria informática mundial es producto de un reducido número de causas. En el caso de Estados Unidos, el crecimiento de las empresas tomó como punto de partida el amplio mercado nacional, pero, además, las demandas del sector público norteamericano han jugado un papel muy importante. El gobierno norteamericano no ha tenido una política informática explícita, como ha ocurrido en Japón o en algunos países europeos, pero el hecho de ser el primer cliente ha permitido que la administración americana iugase un papel muy relevante. Japón, con un mercado nacional muy protegido frente a las inversiones extranjeras, ha desarrollado una base industrial que, en el conjunto de la industria electrónica, tiene un nivel de productividad excepcional. Las principales empresas informáticas surgieron dentro de grupos industriales que, mediante otras actividades rentables, no sólo podían sostener un gasto muy considerable en I + D, sino programar series de producción que al principio no eran excesivamente rentables.

Pero, uno de los factores más relevantes que explican la actual concentración internacional es, sin duda, la política de I + D puesta en práctica, y los importantes fondos destinados a este fin, que las principales empresas consideran cada vez más como un tipo particular de inversión que garantiza su posición y el dominio de los avances en este terreno.

Aunque no es posible disponer de datos para todas las empresas por países, en el caso norteamericano se observa que los fondos dedicados a dicho fin alcanzan porcentajes muy elevados en comparación con otras actividades industriales; en 1984, la media del gasto en I+D sobre la cifra de negocios se situó en torno al 8-10 por 100 y algunas empresas alcanzaron cotas sensiblemente más altas. Estos porcentajes vienen mostrando, además, una evidente continuidad histórica.

En el caso de las empresas japonesas no es fácil disponer de datos comparables porque bastantes de ellas forman parte de grupos industriales con producciones muy variadas; el gasto en I + D es, sin embargo, creciente y muy importante en relación con las ventas: sólo Hitachi ha casi triplicado sus esfuerzos investigadores entre 1975 y 1982, concentrando una parte creciente de los fondos -el 50 por 100 en 1982 - en la microelectrónica (est. por Delapierre y Zimmerman, 1986, pág. 35).

Las importaciones y exportaciones de productos informáticos a nivel mundial reflejan asimismo el importante peso de Estados Unidos y Japón en este campo, aunque el hecho de que las multinacionales del sector tengan un elevado número de sucursales en todo el mundo, o que hayan tomado participaciones en otras empresas con acuerdos de fabricación y comercialización de sus productos, hace que los flujos de intercambios internacionales no sirvan para mostrar plenamente el grado de concentración real de la industria. ni el dominio sobre los desarrollos de esta tecnología a escala internacional.

El gráfico 2 y el cuadro n.º 3 reflejan las relaciones internacionales del comercio de productos informáticos por grandes áreas a la altura de 1983 y los desequilibrios que existen. Esta-

GRAFICO 2
FLUJOS INTERNACIONALES DE PRODUCTOS INFORMATICOS POR GRANDES REGIONES (Importaciones en millones de dólares en 1983)

8.039
CEE
1.744
5.377
Besto del mundo
1.874
1.874

Fuente: OCDE y ONU Yearbook, tomado de Delapierre y Zimmerman, 1986.

dos Unidos aparece como un gran productor y exportador principalmente hacia Europa y el resto del mundo-, aunque sus importaciones de Japón y de otros países suponen cifras que no son en absoluto despreciables. Japón es un país altamente exportador y bajo consumidor de productos extranjeros. La CEE, que tiene un importante déficit comercial en informática, depende sobre todo de las importaciones de los Estados Unidos, al tiempo que sus exportaciones se dirigen al resto de los países europeos y al resto del mundo. El comercio que se produce dentro de la propia Comunidad alcanza cifras que son también muy importantes, como se expresa en el gráfico.

En el caso de otros avances tecnológicos recientes, el dominio que ejercen un pequeño número de países — normalmente de la mano de empresas multinacionales — es casi análogo al que acabamos de señalar en el terreno informático. Las aplicaciones del laser se están extendiendo a numerosos campos, con fuerte representación en las industrias relacionadas en la defensa. Los Estados Unidos han dominado el desarrollo y aplicación de esta tecnología (53 por 100 de la producción), seguidos de Europa (25 por 100) y Japón (19 por 100).

Las telecomunicaciones constituyen otro ejemplo comparable. El mercado mundial lo dominan prácticamente los países del área de la OCDE —90 por 100 de la producción— y, dentro de ellos, los Estados Unidos tienen una cuota del 47 por 100 sobre el total, que se eleva sensiblemente en determinadas lí-

neas de desarrollo. Europa mantiene en este caso una posición relativamente buena, con un 20 por 100 a nivel mundial y un elevado nivel tecnológico que se apoya en una extensa tradición investigadora. No ocurre así en el campo de la biotecnología, donde el liderazgo corresponde claramente a los Estados Unidos y a Japón, aunque algunos países europeos - principalmente Alemania, Suiza y Gran Bretaña- conservan buenas posiciones en actividades y líneas específicas como: productos farmacéuticos, alimentación, fermentación y enzimología. Japón es uno de los países que más recursos está destinando, proporcionalmente v desde hace años, a la investigación y el desarrollo de la biotecnología. Alemania, Francia y Gran Bretaña tienen programas específicos con un fuerte apoyo oficial, cosa que en Estados Unidos se ejerce mediante las demandas gubernamentales y a través de contratos y ayudas a los centros universitarios, empresas e institutos de investigación.

Contemplados en su conjunto, los hechos a los que acabamos de referirnos en relación con la situación de la informática y de otras tecnologías tienen, cuando menos, dos claras implicaciones tanto de presente como cara al futuro.

La primera es que el dominio de estas tecnologías confiere a las economías que lo detentan unas claras posibilidades de poder y de protagonismo en el inicio de esta nueva fase de desarrollo mundial. Los Estados Unidos ostentan, sin duda, el liderazgo, seguidos a cierta distancia por el Japón. Europa, como suele reconocerse ya a pesar de

ciertas declaraciones grandilocuentes, no es un actor principal en este escenario internacional v aparece, además, deficientemente pertrechada. En el contexto concreto de la CEE, la inexistencia real de un solo mercado y las políticas industriales y tecnológicas nacionalistas han facilitado el atraso. Solamente en fechas recientes se han planteado acciones de cooperación tecnológica (programas Esprit, Eureka, Race y Brit, por ejemplo) cuya eficacia sólo podrá comprobarse cuando se cumplan más etapas, aunque han supuesto ya un sensible cambio de actitud.

Una segunda implicación que tiene la situación que antes se ha descrito es que obliga a los países que actualmente están en posición de desventaja a plantearse con realismo -sobre todo si son pequeños - sus posibles opciones, tanto en el terreno de la investigación y desarrollo tecnológico como en cuanto a las estrategias alternativas de promoción de las industrias directamente ligadas a las nuevas tecnologías. En el caso de la información y las comunicaciones, entendemos que -esencialmente- hay tres tipos de posibles estrategias: a) atraer hacia el país alguna(s) de las corporaciones internacionales, con proyectos y productos avanzados; b) intentar apoyar una posible empresa líder nacional que compita con las multinacionales, particularmente en el abastecimiento del mercado interno: y c) intentar identificar las posibles líneas de desarrollo tecnológico en las que existen algunas ventajas comparativas, procurando detectar los segmentos de mercados («niches») a escala nacional e internacional, en los cuales puedan llegar a al-

CUADRO	N.º	3

DISTRIBUCION DE LAS IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES INFORMATICAS POR GRANDES AREAS (1983)

(En % sobre el total por área)

PAISES	Estados Unidos	Japón	CEE	Resto del mundo	Total
Estados Unidos					
Destino Origen	-	7 49	4 9 11	44 4 0	100 100
Japón					
Destino Origen	51 79	_	28 8	21 13	100 100
CEE					
Destino Origen	18 62	2 20	_	80 18	100 100
Resto del mundo					
Destino	60	3	37	_	100
Origen	52	13	35	_	100

Fuente: CEREM, OCDE, 1985.

canzarse unos niveles adecuados de eficiencia y de rentabilidad

Dentro de Europa pueden encontrarse ejemplos que responden a alguna de estas alternativas o a determinadas combinaciones entre ellas. También los costes de alguna de estas opciones están empezando ya a vislumbrarse.

3. EL IMPACTO DE LOS NUEVOS DESARROLLOS TECNOLOGICOS EN LA INDUSTRIA Y EN LOS SERVICIOS

Cualquier tipo de afirmación sobre los efectos que las nuevas tecnologías pueden tener -o están teniendo- en los sectores y ramas productivas concretas debe apoyarse en estudios técnicos muy específicos, cuyo desarrollo hay que confiar a los expertos. Cierto número de trabajos de este tipo se han realizado ya, a impulso de algunos gobiernos, organismos internacionales e incluso empresas. A ellos hay que remitirse, pues, como posible elemento básico de referencia.

Una visión de conjunto

En el ámbito de la CEE se han elaborado, sin embargo, algunos trabajos e investigaciones cuyo enfoque de tipo *cross-section* y plurisectorial ha permitido extraer conclusiones de carácter general sobre el probable impacto sectorial de las nuevas tecnologías, basadas en diversos análisis por ramas realizados con el

concurso de expertos. La construcción del cuadro n.º 4 se ha realizado, precisamente, a partir de varias investigaciones de este carácter (12), en las que se analizaron qué tipo de efectos sectoriales significativos pueden esperarse de los principales cambios tecnológicos en curso. Su presentación sintética nos permite partir de una visión de conjunto, que completaremos con algunas consideraciones suplementarias.

Las diferencias que se observan en los efectos esperados en los distintos sectores son importantes, como refleia dicho cuadro-sintesis. La microelectrónica y las TIC constituyen la travectoria tecnológica que tiene efectos más amplios y penetrantes; según los expertos, afectará en mayor o menor medida a los procesos productivos de una gran parte de los veintitrés sectores y ramas analizados y su desarrollo implica también innovaciones de producto en más de la mitad de ellos.

Las tecnologías energéticas están teniendo también una amplia incidencia sectorial, principalmente en lo que concierne al ahorro energético y a su introducción en los productos. En algunos sectores concretos (refinerías y gas natural; química de base y fabricación de productos químicos; fundición y manufactura de minerales no-metálicos; y construcción) se han realizado ya, asimismo, cambios en los propios procesos productivos, o se espera que se produzcan en un próximo futuro.

Solamente un reducido número de sectores (agricultura, alimentación y bebidas, e industrias químicas) pueden verse afectados intensamente por el impacto de la biotecnología, si bien

no se augura que su desarrollo y aplicación real puedan producirse con rapidez ni de forma radical; la década de los noventa es la que los expertos consideran como el horizonte más ajustado en el caso de Europa.

Por último, los progresos en el campo de los nuevos materiales sólo parece que tendrán una incidencia directa en un limitado número de sectores; los analistas coinciden en señalar, además, que en el futuro los cambios y avances tenderán a ser graduales y bastante localizados, si bien puedan llegar a ser decisivos en algunas líneas de producción de determinados sectores básicos (siderurgia: fabricación de maguinaria y productos metálicos; manufacturas no metálicas, y, especialmente, en la industria química).

La conclusión más general que puede entresacarse de estos análisis es que la microelectrónica y las tecnologías de información y comunicación, así como las tecnologías energéticas (13), son las trayectorias dominantes del actual proceso de innovación industrial. En el cuadro-síntesis adjunto se han intentado expresar también los impulsos que cabe esperar en cuanto a innovaciones de producto (I) en los distintos sectores; así como si se detectan cambios o innovaciones relevantes en los procesos de producción (P), materializados ya en estos momentos o de probable desarrollo en un próximo futuro. El signo + adicional pretende indicar, en cada caso, que las innovaciones se han considerado particularmente relevantes al estudiar en profundidad cada una de las ramas v actividades que aparecen reseñadas (cuadro n.º 4).

Todos los trabajos consulta-

CUADRO N.º 4

SINTESIS DE LOS EFECTOS DE LAS NUEVAS TRAYECTORIAS TECNOLOGICAS SOBRE ALGUNAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

Clasificación NACE	RAMAS Y ACTIVIDADES	Microelectrónica γ TIC		Tecnologías energéticas		Biotecnología		Nuevos materiales
0	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Р	e		q	I P		
11 y 12	Minas de carbón	P			е	Р		
13	Producción petróleo crudo y gas natural.	l P	q	I P	e+			
21 23	Minería minerales metálicos Otras minas y canteras.					Р	q	
41 y 42	Industria de alimentos, bebidas y tabaco.	Р				I P		
43, 44 y 45	Industria textil, vestido y cuero	Р	q					
46	Industria de la madera, carpintería y mue- bles		q			***************************************		
471 y 472	Fabricación de papel y derivados	Р						
473 y 474	Imprenta, publicación e industrias allega- das	1+ P+	q					
25 y 26	Obtención productos químicos y deriva- dos del petróleo, carbón y caucho	1	q	-	q	1+	q+	1+
24	Manufactura minerales no metálicos, ex- cepto derivados del petróleo y carbón.	l P	Р	ì	q	ı	1	
22	Industrias básicas del hierro y acero Industrias básicas de metales no-férreos.	Р	q	Р			1	
31 y 32	Fabricación productos metálicos maquina- ria, excepto eléctrica	l P		1+			1	
34	Fabricación y reparación de maquinaria eléctrica, aparatos, accesorios y suministros eléctricos	I+ P	q+ e	F				
361	Construcción y reparación naval	Р		1				
362 71	Fabricación y reparación de material ferro- viario	Р						
364	Fabricación y reparación aviones	l P		1	q		I P	
37	Otras industrias manufactureras (fotogra- fía, productos ópticos), de control (relo- jes), material deportivo y productos plás- ticos	I+ P	q	ļ			ł	
16	Electricidad, gas y agua					Р		
5	Construcción			l P				
61, 64, 65 y 66	Comercio al por mayor y al por menor, restaurantes y hoteles	I P+						
7	Transporte, almacenamiento y comunica- ciones	I+ P		ı				

I = innovación de producto en el sector.

P = innovación de proceso en el sector.

q = orientación hacia una escala de producción más pequeña.

e = orientación hacia escala más alta.

dos destacan el hecho de que la automatización de los procesos de fabricación está progresando con rapidez a partir de la introducción de la informática. La microelectrónica está permitiendo, además, abundantes innovaciones de producto en los ámbitos más dispares (juguetería, automóvil, fotografía y óptica, edición, etc.). Un estudio referido a Holanda (14) sobre un conjunto de productos cuyo mercado se espera que se expansione un 20 por 100 en cinco años, dio como resultado que de los 38 productos seleccionados, 28 estaban basados en la microelectrónica o ésta era en ellos un componente decisivo y diferenciador.

Las nuevas tecnologías energéticas están induciendo también cambios importantes en los procesos de fabricación de cinco sectores dentro de los 23 sometidos a estudio, e innovaciones en los productos en diez casos. Las innovaciones impulsadas por los desarrollos de la biotecnología tienen, hasta ahora, efectos menos amplios (seis sectores entre los estudiados registran ya innovaciones de proceso, que sólo aisladamente aparecen como decisivas, v en cinco actividades se han desarrollado algún tipo de innovaciones de producto).

A pesar de esto, se observa que algunas empresas europeas de cierta dimensión que fueron examinadas con más profundidad —particularmente dentro del sector químico— han reorientado su política de I + D, tras haberse mantenido estancada durante bastantes años en el logro de mejoras marginales a partir de productos ya existentes y en investigaciones insuficientemente rentables sobre medio ambiente (F. Prakke y E. Tuininga, 1982, página 136). En la mayoría de los

casos, estas nuevas investigaciones han inaugurado líneas de trabajo que están muy alejadas de las anteriores y las innovaciones de proceso que se han introducido tampoco pueden identificarse con el tipo de mejoras incrementales que Utterback v Abernathy (1978) asocian a la tercera fase del ciclo de vida tecnológica. En esta misma línea de desarrollo innovador se están moviendo también - en el caso de EE.UU. y de Europa Occidental – algunas empresas de dimensión mucho más reducida y más especializadas, pero que tienen oportunidades técnicas y de mercado.

Modificación de las exigencias de escala

Una de las consecuencias más interesantes que se está abriendo paso a raíz de la introducción de esta serie de nuevas tecnologías en la industria es la modificación de las exigencias de escala que han dominado en la etapa anterior a la crisis, en el sentido de su reducción y de que aumentan las posibilidades de desconcentración, particularmente en el caso de grandes complejos industriales.

El tema no admite, evidentemente, una generalización absoluta. El propio concepto de escala de producción y la determinación de su óptimo constituye, como se sabe, una cuestión compleja, que ni siguiera es estable en el tiempo. La dimensión técnica y económica mínima puede referirse a un determinado nivel de tecnología, pero el tamaño de una factoría debe considerar, igualmente, las necesidades de inversión en capital fijo, el número mínimo de trabajadores, el mercado y el plazo de desarrollo.

Desde una perspectiva histórica, es evidente que algunas travectorias tecnológicas anteriores han estado relacionadas con escalas de producción bastante elevadas (el motor a vapor. los ferrocarriles, la química básica, la energía nuclear), al tiempo que otras facilitaban la mediana y pequeña escala (el motor eléctrico, las pequeñas plantas de acero y los primeros avances de la microelectrónica, por ejemplo). El estudio de las variaciones que puedan introducir las nuevas tecnologías en las escalas de producción plantea evidentes dificultades. Entre otras razones porque, como antes se ha indicado, la escala de producción más conveniente depende de bastantes factores y las diferencias según el tipo de actividad pueden llegar a ser importantes, incluso dentro de una misma rama de la clasificación.

A pesar de todo, y con las debidas cautelas, los análisis de los técnicos, preparados dentro de los programas de investigación de la CEE en los que hemos podido participar o tener acceso (nota 12), permiten extraer algunas previsiones de interés, cuyo atractivo radica mucho más en lo que pueden suponer como cambio general, que en las conclusiones para casos específicos. sujetas a diversas posibles matizaciones. Así, parece indudable que la microelectrónica ofrece posibilidades de reducción de la dimensión de las plantas en una serie de sectores, como se refleja en el cuadro n.º 4, figurando entre ellos las industrias químicas de base, las refinerías de petróleo y sus petroquímicas. La introducción de microcomputadores con un bajo coste permite que empresas e instalaciones de menor dimensión puedan ser ahora muy competitivas. La

informática y el microprocesador han abierto amplias oportunidades para desarrollar a pequeña escala actividades de alta tecnología. La implantación de sistemas de automatización flexible para series de producción cortas está empezando también a permitir importantes desarrollos en sectores tan tradicionales como el textil o el calzado, facilitando producciones cualitativamente diferenciadas v. además, competitivas en cuanto a sus costes. En otras ramas productivas también pueden esperarse innovaciones en el mismo sentido. Lo cual tiene consecuencias en varias direcciones: distribución del empleo, localización de las nuevas empresas y mayor nivel de competitividad en empresas de dimensión media o pequeña, dentro de los estándares europeos.

Como consecuencia de lo anterior, algunos (ver, por ejemplo, Castells y otros, 1986, pág. 440) llegan incluso a afirmar que «las nuevas tecnologías están haciendo vieja la "nueva división internacional del trabajo" que había comenzado a establecerse entre las diferentes áreas del mundo durante la década de los setenta, en gran parte como respuesta a la crisis». R. Vernon (1985), que había explicado con especial lucidez el desplazamiento geográfico - de la mano de las empresas multinacionales- de las producciones más tradicionales desde los países con altos costes de producción a los que ofrecían costes laborales más bajos, abundante mano de obra v otras ventajas fiscales y administrativas (Vernon, 1966), ha reconsiderado la validez de los esquemas vigentes hace bien pocos años a la luz de los cambios más recientes —entre ellos. aunque no exclusivamente, los

tecnológicos—, los cuales están permitiendo recuperar competitividad a algunas de las industrias tradicionales localizadas en los viejos países industriales.

Evidentemente, también se detectan tendencias de signo contrario a las anteriores. En algunos sectores concretos, particularmente en aquellos que explotan más directamente la electrónica de consumo y la producción de elementos básicos, los requerimientos de escala tienden a aumentar. Particularmente en lo relativo a las actividades de I+D de las empresas, que propenden a concentrarse y a absorber cada vez más recursos para seguir siendo competitivas, como va hemos señalado anteriormente al referirnos al tema de los países y empresas que dominan el desarrollo de la informática y las telecomunicaciones.

La posible incidencia de las restantes nuevas trayectorias tecnológicas en las escalas de producción parece menos clara y, hasta ahora, más difícil de detectar con rigor. El desarrollo de algunas nuevas fuentes energéticas - solar, eólica y geotérmica- puede facilitar la dispersión de algunas industrias y adecuarse bien a las de bajo tamaño, pero todavía carecemos de suficientes experiencias y su alcance seguramente será mucho más limitado de lo que se afirmaba hace tan sólo unos años.

El caso de los servicios

Muchos de los análisis sobre la crisis económica y los posibles efectos de las nuevas tecnologías limitan su atención a la industria. La gravedad de los problemas con que han debido enfrentarse algunas ramas industriales para reajustar sus excesos de oferta y diseñar su posible orientación de futuro quizás justifica esta consideración prioritaria. Otros factores sociales e institucionales — por ejemplo, la propia concentración espacial de las industrias en crisis, sus vinculaciones con el sector financiero y con el mundo político, una mayor presencia de los sindicatos y el predominio industrial entre las empresas públicas— han reforzado claramente esa importancia objetiva.

Los servicios han recibido, sin embargo, muy escasa atención en los últimos años, si exceptuamos aquellas actividades que, como el transporte marítimo y el aéreo, se han visto intensamente afectadas por la evolución de la crisis. Existe cierto riesgo, asimismo, de no conceder suficiente atención a las estrechas relaciones que se dan entre bastantes servicios y las innovaciones tecnológicas ligadas a la microelectrónica, la información y las comunicaciones. Relaciones que tienen un extenso campo para su desarrollo. tanto en la propia prestación de los servicios (modalidades, extensión, rapidez), como en la oferta de nuevos servicios o en el tipo de cualificaciones que se demandan para cubrir determinados puestos de trabajo dentro de este amplio sector.

Toda esta dinámica, ligada en muchos aspectos a las innovaciones tecnológicas, coincide además con el desarrollo de algunos cambios más silenciosos y de largo alcance que desde hace años están teniendo lugar en algunas actividades terciarias (comercio y educación, por ejemplo), lo que acaba confiriendo al sector servicios una verdadera dinámica propia que no sólo tiene un interés intrínseco, sino

que obliga a irse apartando del modelo convencional sobre el papel que aparentemente desempeñaban los servicios en el desarrollo económico, a los que se les asignaba un carácter casi gregario (vid. Gershuny y Miles, 1983; UNCTAD, 1984).

Aunque por razones obvias no podemos entrar aquí a fondo en el tema, conviene dejar anotados varios puntos y observaciones en torno a algunas implicaciones de las nuevas tecnologías en el ámbito de los servicios. Los desarrollos de la microelectrónica y de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) son, desde luego, los que están teniendo y tendrán un impacto más importante en las actividades terciarias. Esto es lo que unánimemente concluven todos los análisis realizados en el seno de la CEE (15) que han pretendido determinar las áreas de actividad más dinámicas y con futuro dentro de los servicios, así como los productos y grupos de productos más afectados o que pueden empezar a desarrollarse ampliamente gracias a los recientes avances tecnológicos.

Las principales áreas de atención en relación con el impacto de la microelectrónica y las TIC son, según dichos estudios: los transportes y el almacenaje de productos, las telecomunicaciones y los medios de comunicación, la organización y los sistemas para oficinas, en general, el comercio, la práctica de la medicina y otras actividades relacionadas con la salud, la educación y la defensa.

En el campo de los transportes, Gershuny y Miles (1983) y Collier (1983) consideran que la automatización del almacenaje y de la administración y control

son, junto con el creciente empleo de los contenedores, los desarrollos más significativos. Las posibilidades logísticas que introduce la informática en el eficiente empleo de los medios de transporte - ferrocarril, transporte marítimo, aéreo y por carretera- constituyen también un elemento de progreso muy destacado. A ellos se suman otros cuya importancia se relaciona tanto con una mayor eficiencia de las empresas como con un mejor servicio de los usuarios, como son los sistemas de reservas, la expedición de billetes, el control de los equipajes y otros.

La revolución de las comunicaciones que se está desarrollando actualmente se apoya, asimismo, en las enormes posibilidades abiertas por la informática, las nuevas técnicas telefónicas combinadas (impresión, vídeo, terminales multiuso, etc.). la utilización de satélites, y otras innovaciones que aún están en fase experimental, aunque con posibilidades de ser introducidas y generalizadas en un plazo no muy dilatado. Estos avances influyen en todo el sistema productivo, pero tienen una particular repercusión sobre algunas actividades de servicios de gran importancia económica, como la banca, los seguros, el sector hostelería, la propia Administración pública y toda el área de los medios de comunicación.

A lo largo de la última década, los servicios a las empresas están experimentando también, en cuanto tales y por causas bastante bien conocidas, un singular desarrollo. En muchos casos, este último se apoya muy directamente en las innovaciones que han empezado a hacer posibles la informática y la microelectrónica (centros de cálculo; aplicaciones a servicios contables; factoring; diseño, etc.), mientras que, en otros, dichos avances tecnológicos permiten mejorar la calidad y la eficiencia en la prestación de los servicios más tradicionales e introducir simples innovaciones de producto.

También en los ámbitos de la medicina y de la salud, en general, o en el de la educación y la investigación, se perciben ya este mismo tipo de progresos y sus amplias posibilidades cara al futuro, las cuales no sólo abarcan posibles meioras en el volumen y ordenación de la información y en su control, sino que alcanzan áreas tan alejadas entre sí como la utilización de nuevas técnicas electrónicas de diagnóstico, equipos monitores y nuevas prótesis, o las extensas potencialidades que se abren en la educación básica y la formación profesional.

Prácticamente todas las actividades de servicios se enfrentan, pues, como antes hemos indicado, con una etapa de profundos cambios ligados - directa e indirectamente -- a la introducción de los avances tecnológicos ya disponibles o esperados dentro del campo de las TIC. Todo ello afectará no sólo a la producción de los servicios y al funcionamiento interno de las empresas y organizaciones que los presten, sino al tipo de relaciones de estas últimas con los clientes, suministradores y usuarios.

Un amplio conjunto de cambios sociológicos — en parte iniciados ya— debe derivarse también de todo lo anterior, dentro de lo que algunos expertos identifican ya con la génesis de una «nueva» cultura; la sociedad de la información.

Pero, ciñéndonos únicamente a los aspectos económicos, cabe destacar dos efectos globales de carácter positivo que parece que las TIC tendrán en los servicios. El primero se refiere a las posibilidades que se abren para una mejora de la productividad del sector. Sabido es que uno de los rasgos más característicos de los servicios es el lento progreso que ha experimentado su productividad en comparación con la mayoría de las restantes actividades económicas. El problema suscita siempre abundantes controversias en parte basadas en las dificultades que plantea su misma medición-, pero, entre sus causas suelen identificarse algunas (las condiciones inmediatas de producción de los servicios, la baja relación capital-producto, las ineficiencias de múltiples pequeñas empresas, los bajos niveles de cualificación de una parte del personal, la variedad de operaciones y relaciones que exigen...) que sin duda deben experimentar cambios a partir de la introducción de las nuevas TIC, según muestran ya los primeros estudios disponibles.

El segundo efecto global, también positivo y conectado con el anterior, es que el empleo en los servicios puede incrementarse a raíz de la utilización de estas nuevas tecnologías, a pesar de que éstas reducen -al mismo tiempo- los puestos de trabajo correspondientes a las operaciones de rutina (Gershuny y Miles, 1983; Cuadrado, 1986). El saldo neto probablemente sólo será —según bastantes opiniones moderadamente positivo, pero dichos instrumentos abren además muchas posibilidades al trabajo a tiempo parcial y a la descentralización, con reducción de los desplazamientos que en muchos

casos exigía el anterior modelo de producción.

4. TRES NOTAS FINALES Y ALGUNAS IMPLICACIONES DE POLITICA ECONOMICA

Al término de este ya extenso recorrido, parece conveniente subrayar los puntos básicos — ya que no auténticas conclusiones— que destacan a partir de las consideraciones y del análisis efectuados. En realidad, los puntos a los que desde una perspectiva global habría que conferir especial relieve son tres, con independencia de otra serie de matices y notas cuyo interés no por ello es despreciable.

El primero de tales puntos es bastante claro: los cambios tecnológicos que se están introduciendo y desarrollando en los últimos años constituyen un importante elemento explicativo para poder comprender la génesis de la actual crisis económica internacional y su posible profundidad. Sin embargo, como se ha subravado en la parte inicial del artículo, apenas fueron tomados en consideración en los primeros momentos, en beneficio de otros factores a los que se les atribuvó entonces un excesivo protagonismo. Esta omisión se debió, en parte, a que dichos cambios tecnológicos todavía no habían emergido con suficiente claridad, pero, en parte también, a que la toma en consideración de la tecnología en el crecimiento económico estaba sometida a un tipo de enfogues claramente insuficientes y reductores. La recuperación de las ideas inspiradas por algunos autores ya clásicos, y otras aportaciones más recientes, han conducido a evaluar de nuevo el posible comportamiento cíclico a largo plazo de la economía, donde las discontinuidades del cambio tecnológico y de las consiguientes innovaciones aportan, por discutibles que sean, algunas luces clarificadoras.

En este sentido, y desde el punto de vista del análisis económico, hay que aceptar que el estudio de los cambios tecnológicos, su origen, y las relaciones con la innovación empresarial v con el desarrollo histórico de la producción, puede contar hoy, en su punto de partida, con un rico material de apovo. Pero, no es menos cierto que, como también hemos señalado anteriormente al referirnos al problema del momento histórico en el que se producen un mayor número de innovaciones, hay bastantes aspectos que todavía son poco o mal conocidos, en los que los economistas, auxiliados por otros profesionales, deberemos seguir profundizando. El período histórico actual parece, en este sentido, una ocasión especialmente apropiada para intentarlo, dadas sus características singulares y la rica información que se genera en este campo.

Un segundo punto que deseamos destacar a partir de lo expuesto en los apartados precedentes es que las «nuevas» trayectorias tecnológicas constituyen ya un «dato» a la hora de intentar explorar la posible evolución de la economía mundial y, dentro de ella, el eventual desarrollo de las distintas áreas y economías. Un dato que tendrá, como es obvio, un desenvolvimiento dinámico cuyos perfiles todavía no son del todo fáciles de prever.

Es común aceptar, sin embar-

INVESTIGACION Y DESARROLLO (I + D): ELEMENTO CLAVE DEL AVANCE TECNOLOGICO

Las actividades de «investigación y desarrollo» (I + D) juegan un papel esencial en la innovación tecnológica y en todo proceso de renovación industrial; de ahí que pueda afirmarse que los recursos - humanos y materiales - dedicados a I+D contribuyen al crecimiento económico y permiten que un país esté en condiciones de responder a los cambios que plantean los avances científicos y técnicos. A través de las actividades de I+D, un país, un sector o una empresa pueden adaptarse del mejor modo posible a un entorno (nacional e internacional) siempre cambiante; en unos casos, el objetivo será simplemente incorporar, adaptar y/o modificar los avances logrados en otras latitudes; en otros, puede llegarse a tomar la delantera en determinados campos. Pero las actividades de I+D no sólo tienen un sentido económico; se relacionan también muy directamente con la mejora de la calidad de vida, puesto que los avances científicos y tecnológicos abren nuevas posibilidades en numerosos campos que afectan a la vida del individuo y al bienestar de la sociedad en su conjunto (medicina y salud; servicios colectivos; enseñanza; confort; conservación del medio ambiente: etc.).

Dentro de las actividades de investigación y desarrollo se incluyen todas aquellas tareas y esfuerzos sistemáticos dirigidos a ampliar cualquier tipo de conocimientos, tanto en el terreno de las ciencias exactas, naturales y aplicadas, como en el ámbito de las ciencias sociales y humanas. Aunque en la práctica no es posible llevar a cabo una clara separación, formalmente habría que diferenciar tres niveles bastante distintos: el de la investigación básica; el de la investigación aplicada, y el de las tareas de desarrollo. La investigación fundamental o básica tiene como objetivo el logro de nuevos conocimientos referidos a las raices y fundamentos de los fenómenos y hechos observados, sin en sí misma- la posible plantearse aplicación de tales avances. La investigación aplicada también trata de alcanzar nuevos conocimientos o de avanzar sobre los anteriores, pero todo ello se realiza con fines de aplicación, o para lograr un objetivo concreto. Por último. los trabajos de desarrollo tratan de utilizar los conocimientos ya existentes

para introducir en el sistema productivo, o en cualquier otra actividad relacionada con el bienestar social, técnicas, materiales y nuevos productos que supongan una mejora sobre los ya existentes. Lógicamente, tanto esta actividad como las de investigación aplicada suelen desarrollarse prioritariamente por las empresas, mientras que en el terreno de la investigación básica el protagonismo suele corresponder a las universidades y centros de investigación y a organismos dependientes de los poderes públicos. Tampoco en esto cabe establecer, sin embargo, diferencias tajantes; el papel de los distintos protagonistas puede combinarse de modos diversos y el análisis de distintos países nos ofrece modelos bastante diferenciados.

Cualquiera que sea la estructura institucional vigente y las responsabilidades ejercidas por los distintos protagonistas, los esfuerzos nacionales en I+D suelen medirse a través de diversos indicadores, como son el gasto total, el número de investigadores, la proporción del gasto sobre el PIB, etc. Todos ellos plantean algunos problemas de homogeneidad a efectos comparativos, aunque la OCDE ha venido avanzando en su correcta estimación.

En su último informe sobre el tema (*). la OCDE diferencia cuatro grupos de países de acuerdo con su respectivo esfuerzo en I + D: 1) los que tienen un nivel de actividad importante (Estados Unidos, Japón, R. F. Alemania...); 2) los de tipo medio (Italia, Canadá...); 3) los que alcanzan un nivel muy limitado (Austria, Noruega...); y, finalmente, 4) los que consagran muy pocos recursos a la investigación. España figura en este último grupo (vid. cuadro A, con cifras generalmente referidas a 1983), en razon de sus ratios relativos, aunque su peso en términos globales es superior al de los tres países que le acompañan y a otros que figuran en los grupos superiores.

El gasto total en I + D que realiza un país constituye un buen criterio para expresar su *potencial* de investigación global. En principio, cuanto más elevados son dichos gastos en valores absolutos, más numerosos son los campos de investigación en los que es posible investigar. La potencia investigadora de

un país se basa, en realidad, en las cifras de gasto total en I + D y en el número total de investigadores existentes (evaluación a tiempo completo). Para determinados campos (p. ej. el aeroespacial), las inversiones mínimas son, además, tan elevadas, que sólo algunos países que aplican cuantiosos fondos a I + D pueden aventurarse en ellos y, a veces, únicamente en cooperación.

Desde esta óptica global, el aspecto que más hay que destacar es la fuerte concentración que se observa en el gasto en I + D. Los cinco países más importantes representan, según el último estudio comparativo, el 86 por 100 del gasto total en la OCDE. También ellos son los que tienen un mayor número de investigadores, aunque Yugoslavia y Japôn presentan cifras muy altas, pero sobreestimadas debido a que incluyen dedicaciones a tiempo parcial.

El gasto en relación con el PIB nos proporciona un buen indicador a efectos comparativos. Estados Unidos, Alemania, Japón, Suecia, G. Bretaña, Suiza y Francia ocupan los primeros puestos. Todos ellos dedican a I + D más de un 2 por 100 de su producto interior. España sólo alcanza un 0.44 por 100, colocándose en una de las últimas posiciones del conjunto. La participación del sector público en la financiación de dicho gasto se sitúa casi siempre a alto nivel, aunque hay excepciones (Japón, Suiza). El gasto relativo de las empresas - en función de su valor añadido- también ofrece claras diferencias. Todos los países antes citados, con la incorporación de Holanda v Bélgica, alcanzan niveles destacadamente altos en relación con el resto. Suecia, Alemania y EE.UU. son los países en los que las empresas tienen una participación relativa más elevada.

La OCDE subraya también que en casi todos los países del área más del 50 por 100 de las actividades de I + D se realizan por las empresas, tanto públicas como privadas. En bastantes casos, estas investigaciones están financiadas parcialmente por los poderes públicos, bien sea mediante acciones concertadas o a través de las adquisiciones y contratos gubernamentales, principalmente en el ámbito de las aplicaciones militares. Estados Unidos dedicó a la defensa — aunque el concepto es ambiguo y ex-

tenso — un 64 por 100 de los fondos públicos destinados a I + D; G. Bretaña un 49 por 100, y Francia un 33 por 100. En la mayoría de los restantes países, esta cifra no rebasa el 10 por 100.

La estructura sectorial de cada país y el tamaño de las empresas se reflejan en el gasto en I + D que realizan. Sectores como los relacionados con la microelectrônica, la informática, los productos farmacéuticos, la aeronáutica y las telecomunicaciones, p. ej., «invierten» estas actividades unos porcentajes sobre las cifras de ventas mucho más elevados que el resto (> 5 por 100). Las grandes empresas son las mayores protago-

nistas, aunque pueden encontrarse buenos ejemplos en empresas de tamaño medio, o pequeñas, pero muy especializadas. Las multinacionales suelen concentrar ampliamente su investigación en los países de origen, lo que obviamente hurta recursos a aquellos países en los que tienen sucursales, obligados además a pagar — por alguna vía— las transferencias de tecnología.

Evaluar los resultados efectivos del gasto en I + D constituye un serio problema. Es evidente, sin embargo, que la simple medición de los recursos aplicados a estas actividades no nos dice nada sobre su calidad y los resultados

conseguidos. El progreso tecnològico, las innovaciones, el propio avance científico, son dificilmente medibles, aunque se percibe con cierta claridad que existe una relación directa entre ellos y el desarrollo económico, cultural y educativo en un país. Las actividades de l + D y, por tanto, los recursos invertidos, tanto humanos como financieros, producen sus mejores resultados a largo plazo, lo que todavía dificulta más su medición.

Aunque pueden plantearse varias objeciones importantes, la balanza de pagos tecnológicos de un país proporciona una referencia sobre su mayor o menor

CUADRO A

RECURSOS DEDICADOS A I+D EN LOS PAISES DE LA OCDE EN 1983

PAISES	Gasto total (A)	Investiga- dores (B)	Investiga- dores en miles de unidades de P.A. (C)	Gastos en relación con el PIB (D)	Financia- ción pública (E)	Financia- ción pública I + D civil (F)	Gastos de las empresas (G)	Autofinan- ciación por las empresas (H)	Financia- ción por las empresas (I)
EE.UU	88.953,0	719.900	6,4	2,72	1,18	0,42	2,23	67,6	1,51
	34.371,1	435.340	7,4	2,56	0,63	0,62 (d)	1,86	98,1	1,83
	19.696,2	128.162 (c)	4,7 (c)	2,57	1,14	1,03	2,28	81,7 (c)	1,76 (c)
	14.252,2	92.682	3,0	2,15	1,40	0,95	1,58	73,0	1,15
	13.499,1	n.d.	n.d.	2,28	1,33	0,67	1,93	63,0	1,22
Italia	6.022,3	63.021	2,7	1,12	0,71	0,67	0,78	77,6	0,60
	4.710,9	32.780	2,7	1,35	0,67	0,66	0,89	80,3	0,71
	3.253,1	21.550	3,7	2,03	1,05	0,98	1,40	83,8	1,17
	2.965,9	17.044	3,9	2,47	1,33	1,03	2,57	87,8	2,26
	2.124,0	10.720 (a)	3,4 (a)	2,28	0,30 (c)	0,26 (c)	n.d.	98,6	n.d.
	1.618,7 (c)	24.210 (c)	3,5 (c)	1,01 (c)	0,78	0,70	0,24 (c)	88,0 (c)	0,21 (c)
	1.150,2 (a)	10.943 (a)	2,6 (a)	1,36 (a)	0,58	0,58	1,39	95,7	1,33
Austria	1.000,8	6.712 (c)	2,0 (c)	1,23	0,53	0,53	0,85 (c)	88,4 (c)	0,75 (c)
	839,3	8.283	4,1	1,42	0,77	0,70	0,98	74,9	0,73
	677,2 (d)	7.250 (d)	2,7 (d)	1,13 (d)	0,51	0,51	0,98	84,3	0,82
	521,5 (c)	24.881 (c)	n.d.	0,76 (c)	n.d.	n.d.	0,47 (c)	75,0 (c)	0,35 (c)
	739,1	9.421	3,7	1,32	0,61	0,59	1,02	92,5	0,95
	259,1 (c)	n.d.	n.d.	0,96 (c)	0,77	0,76	0,25 (c)	83,6 (c)	0,20 (c)
	179,9 (d)	2.774 (d)	2,1 (d)	0,74 (d)	0,41	0,41	0,46 (d)	80,5 (d)	0,37 (d)
España	1.333,0	14.227	1,0	0,44	0,26	0,24	0,28 (d)	94,0	0,26 (d)
	169,5 (d)	3.019 (d)	0,7 (d)	0,35 (d)	0,22 (d)	n.d.	0,11 (b)	92,9 (d)	0,10 (b)
	109,8 (c)	2.634 (a)	0,8 (a)	0,21 (c)	0,20	0,22	0,06 (c)	69,4 (c)	0,04 (c)
	21,8	345 (c)	3,1 (c)	0,73	0,42	0,42	n.d.	53,2 (c)	n.d.

⁽A) = Gastos internos totales en I + D expresados en millones de dólares USA - en paridad del poder de adquisición.

⁽B) = Número de investigadores en equivalencia a plena dedicación (excepto Japón y Yugoslavia).

⁽C) = Investigadores en miles de unidades de población activa.

⁽D) = Gastos internos totales en I + D en relación con el PIB (%).

⁽E) = Financiación pública de I + D, incluidos los proyectos extranjeros, en % del PIB.

⁽F) = Financiación pública de I + D no-militar, incluidos los proyectos extranjeros, en % del PIB.

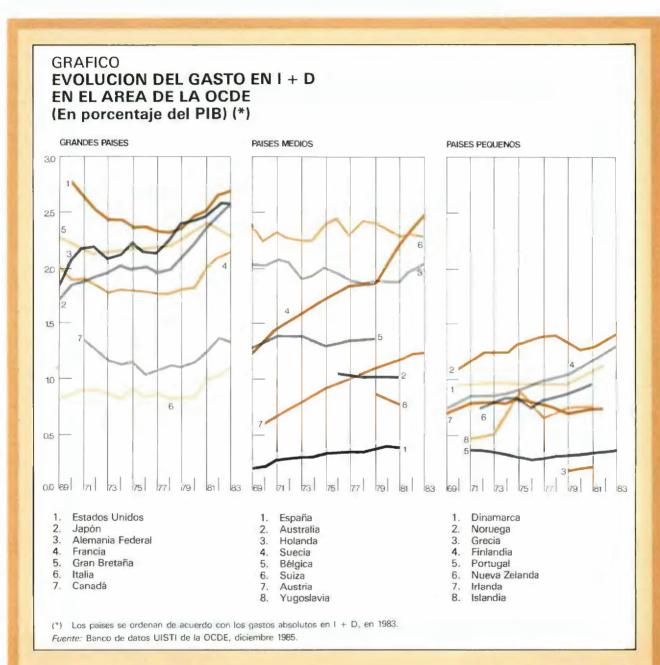
⁽G) = Gastos internos en I + D de las empresas (públicas y privadas) en % del valor añadido de dichas empresas.

⁽H) = Participación (en %) en los gastos en I + D, autofinanciados por las empresas.

⁽II) = (G) × (HI): gastos internos en I + D de las empresas, autofinanciadas por ellas, en % del valor añadido que crean.

⁽a) 1979; (b) 1980; (c) 1981; (d) 1982.

Fuente: OCDE, 1986.



nivel tributario con respecto al resto del mundo y sobre los sectores en los que los pagos y cobros por tecnología son más significativos. Sin embargo, este tipo de datos no admiten una interpretación simplista y deben analizarse en profundidad; un buen ejemplo de ello es que algunos países que son importantes exportadores de tecnología realizan también, al mismo tiempo, fuertes pagos por importaciones, como sucede en los casos de Alemania y de Japón. En cada caso particular será preciso examinar, por ejemplo, que sectores o qué tipo de

procesos y de productos son los que originan realmente los pagos e ingresos por tecnologia y en qué medida se relacionan con las importaciones y exportaciones de productos, con la orientación de los programas de I + D, con las necesidades prioritarias del país y con los objetivos asignados a la política industrial y de fomento de la inversión.

Lo que sí aparece con claridad en los datos acumulados por la OCDE es que aquellos países que en los últimos años han venido dedicando fondos crecientes a I + D, han mejorado el *ratio* de cobertura de los pagos tecnológicos al exterior. Por contra, los países con escasa dedicación de recursos a I + D son crecientemente tributarios hacia el exterio por sus importaciones y pagos de tecnología, servicios y *know-how*.

(*) OCDE: Indicateurs de la Science et de la Technologie II, R — D, invention et compétitivité; Paris, 1986. Un avance se publicó en L'Observateur de l'OCDE, n.º 138, enero 1986.

go, que estamos en la fase inicial de un nuevo ciclo productivo, que lógicamente desencadena rupturas y cambios estructurales bastante profundos que, siguiendo ejemplos precedentes, pueden dar paso a lo que comúnmente se califica como un nuevo modelo de producción. con amplias repercusiones no sólo económicas, sino sociales y políticas. El surgimiento de algunos nuevos sectores líderes v una mayor interpenetración entre los países de un mismo bloque -aunque su dirección se consolide en manos de uno o dos de ellos-, son dos consecuencias económicas con las que hay que contar. La modificación de la división internacional del trabajo que se estaba desarrollando desde finales de la década de los sesenta parece también un cambio que cabe esperar y que, según algunos datos y referencias, se ha iniciado va. Parafraseando a otros autores podríamos afirmar que las «nuevas» tecnologías están haciendo vieia a la «nueva» división internacional del trabajo.

Hay tres características que también hemos destacado y comentado en relación con las nuevas tecnologías: su polivalencia, su coincidencia en el tiempo y su base científica. Pues bien, de ellas deriva un tercer punto que deseamos asimismo subrayar en este resumen final, por su aplicabilidad al caso de cualquier economía singular, incluyendo la española, por supuesto.

Los actuales cambios tecnológicos, basados en diversas trayectorias, no sólo han coincidido en el tiempo, cosa que potencia su impacto en el sistema económico, sino que por sus propias características son susceptibles de afectar a un amplio número de actividades produc-

tivas. De hecho así está ocurriendo ya en estos momentos en bastantes países, pero las previsiones apuntan claramente hacia la conclusión de que, de forma directa o indirecta, casi todo el tejido productivo se verá afectado por ellas. El antes o el después pueden depender, obviamente, de diversos factores, como sabemos gracias a la experiencia de otras fases históricas más o menos asimilables. En ellas, la situación de partida que tenía el país y la actitud que adoptaron sus gobiernos y los particulares fueron bastante decisivas. Esto último quizás pueda ser todavía más importante en esta ocasión, dado que una de las notas diferenciales de las nuevas tecnologías en relación con algunas de las precedentes es que, casi sin excepción, su posible desarrollo v explotación no están estrechamente ligados a la existencia ni a la disponibilidad de determinados recursos naturales. Sí parecen estarlo, con todo, al nivel de capital humano del país y al tipo de política de I+D que pueda y sepa desarrollar. En este último terreno, como en otros de la política económica, hay decisiones y opciones que tomar.

Estos son, en definitiva, los tres puntos que parecía necesario destacar al concluir el artículo, dado que hacia ellos confluyen claramente una gran parte de las observaciones y comentarios expuestos en los apartados anteriores. De todo ello se deriva además un claro corolario: la presencia de los actuales cambios tecnológicos plantea un conjunto de problemas que nos acompañarán en los próximos años (relaciones internacionales; obsolescencia de determinadas instalaciones y procesos; desempleo y cambios en los reguerimientos de mano de obra; etc.), pero, asimismo, dichos cambios han abierto muchas posibilidades cara al futuro, convirtiéndose en una pieza imprescindible para que el sistema productivo pueda aportar nuevas ganancias en su productividad, con un coste social y humano cada vez más reducido.

Para cualquier país, pero especialmente para aquellos que, como España, no tienen ningún tipo de protagonismo directo en el desarrollo de la nueva ola de cambios tecnológicos, el reto consiste en la necesidad de adoptar una actitud que reduzca las posibles resistencias al cambio y que, en sentido positivo, favorezca no sólo la introducción de las nuevas tecnologías en el sistema sino su adecuada asimilación para poder aprovechar cualquier tipo de ventajas comparativas.

Este reto tiene implicaciones que afectan a casi todos los ámbitos de la política de un país. En el caso concreto de la política económica, hay al menos cuatro áreas en las que es preciso diseñar actuaciones a medio y largo plazo que estén en concordancia con los cambios tecnológicos en curso.

El primero, sin que el orden suponga especial prioridad, es el de la política industrial. Aquí las ideas han ido decantándose cada vez con más claridad dentro del área de la OCDE.

Hasta hace muy poco, un gran número de países habían centrado sus prioridades en este campo en el logro de dos objetivos básicos: reestructurar los sectores en crisis, dimensionándolos de acuerdo con los nuevos términos de referencia del presente y del futuro, y fomentar la expansión de aquellos sectores (microelectrónica, informática, aplicaciones de la biotecnología...) que se definían como «de futuro» por su relación con las tecnologías en auge. Sin que ello implique abandonar totalmente lo anterior o no completar los procesos de reestructuración iniciados, lo que hoy se considera que debe ser el principal objetivo de la política industrial es fomentar la introducción de las nuevas tecnologías en todo el teiido industrial para acelerar su modernización v mejorar la competitividad. Esto incluye difundir el conocimiento de las nuevas técnicas, estimular su adaptación y, en definitiva, promocionar el cambio técnico en todos aquellos sectores en los que es posible y necesario.

Un segundo ámbito importante y estrechamente ligado al anterior, si es que es posible separarlo del mismo, es el de la política de investigación y desarrollo. Un paso elemental es, desde luego, que las autoridades y el sector privado comprendan efectivamente que éste es un terreno en el que sólo los programas y actuaciones a largo plazo y con la necesaria continuidad pueden acabar siendo eficaces. La coordinación entre las distintas instituciones que forman parte del sistema ciencia-tecnología es absolutamente esencial y, a partir de ello, uno de los criterios que la OCDE recomienda es la elección de unas líneas prioritarias de apoyo a I + D. Algunas experiencias refrendan además la idea de que los éxitos en investigación van ligados a que el número de investigadores y los fondos destinados a este fin -presupuestarios y privados- superen una determinada «masa crítica» (16).

La política de empleo y la de fomento de la inversión son otras dos áreas en las que el reto de las nuevas tecnologías plantean también sus exigencias. En el primer caso, lo que éstas suscitan son nuevos requerimientos en el campo de la formación (profesional y universitaria) y que mejoren las posibilidades de una mayor movilidad laboral, puesto que las innovaciones en curso están introduciendo importantes variaciones en la estructura ocupacional y en las cualificaciones requeridas, tanto en la industria como en los servicios, al mismo tiempo que generan determinados excedentes de empleo que únicamente serán absorbidos a través de una adecuada readaptación profesional y de una mayor movilidad geográfica y ocupacional.

Las políticas en favor de la inversión también deben revisarse a la luz de los cambios tecnológicos. Estos abren importantes nuevas necesidades de inversión y, por supuesto, nuevas perspectivas para su posible rentabilidad. Pero, al mismo tiempo, el desarrollo de nuevos productos y los cambios que deberán realizarse en los procesos de fabricación aumentan los riesgos y exigen operaciones de capitalización (en equipos y en capital humano) cuya rentabilización casi en ningún caso será inmediata. Todo ello demanda, en consecuencia, la introducción de nuevas fórmulas de apovo y de fomento del capital-riesgo, así como la redefinición del papel que se asigna al Estado, en modo alguno análogo al que tuvo que cubrir en otras etapas del desarrollo económico.

NOTAS

- (1) La revista Futures dedicó un número especial de 1981 (agosto) a la discusión del tema de las ondas largas en la economía mundial, con particular referencia a las cuestiones tecnológicas. C. Freeman ha editado más tarde en un libro (C. Freeman, ed., 1983) la mayor parte de los articulos incluidos en dicho número de la revista, más otras cinco nuevas contribuciones. En varios de ellos se alude al cuarto ciclo Kondratiev y se aportan referencias de numerosos trabajos precedentes, que no parece necesario reseñar.
- (2) Seguiremos aquí a ROTHWELL Y SOETE (1983), cuyo texto estimamos muy claro y sintético. Ver igualmente ROTHWELL Y ZEGVELL (1985), págs. 30-33, que reproduce en bastante puntos el citado texto.
- (3) El Informe del CEPII, Economie Mondiale: la montée des tensions (Económica, París, 1983), contiene, a este respecto, una serie de datos y consideraciones que son muy clarificadoras. En particular, en los capítulos 1 y 2.
- (4) Ver, al respecto, las definiciones sobre innovaciones básicas y de tipo secundario que utilizan Freeman, Clark y Soete (1982) en su glosario final (versión castellana en 1985, cit. en la Bibliografía).
- (5) Estos efectos, en cuya consideración no podemos ahora entrar, son y pueden ser mucho más trascendentes que los directamente relacionados con el sistema productivo. Un amplio número de análisis y estudios (Eurofutures; Esprit; bastantes proyectos del programa FAST de la CEE; y estudios singulares desarrollados en USA, Francia, Japón, etc.) asi lo muestran claramente.

- (6) R. ROTHWELL Y W. ZEGVELD (1985, páginas 37-38) presentan, por ejemplo, una relación más extensa. P. HANNAPPE Y A. ANTUNNES, en su informe *Trois Scénarios finalisés por l'Europe* (París, 1981), preparado dentro del programa FAST, de la CEE, en su primera fase, singularizaron ocho grandes líneas de nuevas tecnologías.
- (7) Nelson y Winter se refieren también a un tercer tipo de trayectorias —las llamadas «meta-trayectorias»— cuyo contenido es mucho más abstracto y se refiere a aquellos elementos y orientaciones de carácter básico que dominan lo que cabria denominar como la «cultura industrial» de cada periodo (por ejemplo, las preferencias por el aumento de la productividad, la especialización, el uso intensivo de la energía, la explotación de las economías de escala, etc.).
- (8) Para este conjunto de breves comentarios y los posteriores, nos hemos basado en Prakke y Tulninga (1982), NEI (1985) y F. Ros y otros (1986).
- (9) Los casos de las telecomunicaciones, la informática y la fabricación de sus equipos son ya evidentes.
- (10) La aplicación de sistemas CAD/ CAM en la industria textil ha permitido ya recuperar la capacidad competitiva de algunas ramas de este sector en Europa frente a la competencia de los países menos desarrollados.
- (11) Seria adecuado referirse también a empresas y grupos de empresas, dado el carácter multinacional de casi todas ellas.
- (12) PRAKKE Y TUININGA (1982), NEI (1985), GERSHUNY Y MILES (1983) Y diversos documentos todavía no publicados del programa FAST II, de la CEE.
- (13) Los estudios que hemos utilizado son anteriores al reciente proceso de re-

ducción del precio del petróleo y al cambio que parece consolidarse cara al futuro.

- (14) Citado en NEI (1985)
- (15) Hemos tenido acceso a una gran parte de los documentos e informes del programa FAST II, de la CEE, una de cu-yas líneas de investigación han sido los servicios y sus transformaciones gracias a los cambios tecnológicos.
- (16) C. Martin y L. Rodriguez (1985) prepararon, en el seno de la Fundación Empresa Pública, un espléndido documento sobre política de cambio técnico, con especial atención a las actividades de I + D y sugerencias para una acción coherente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Brown, W. (1957), «Innovation in the Machine Tool Industry», *Quaterly Journal of Economies*, vol. 17, agosto. Citado por Mansfield (1983).
- CASTELLS, M., y otros (1986), Nuevas tecnologías, Economía y Sociedad en España, Alianza Edit., Madrid, 2 tomos.
- CLARK, J.; FREEMAN, C., y SOETE, L. (1981), «Long Waves, Inventions and Innovations», Futures, agosto. Reproducido en C. Freeman (1983).
- Collier, D. (1983), «The Service Sector Revolution: The Automation of Services», en Long Range Planning, vol. 16, N.º 6.
- CUADRADO, J. R. (1986), «La evolución del empleo en los servicios», Papeles de Economia Espanola, n.º 26.
- DELAPIERRE M., y ZIMMERMANN, J. B. (1986), «L'Informatique du Nord au Sud», en

- Notes et Etudes Documentaires, número 4.809, París.
- Duijn, J. Van (1983a), The long wave in Economic Life, George Allen & Unwin, Londres.
- (1983b), «Fluctuations in innovations over time», Cap. 3 del libro de C. Freeman (1983)
- DUPRIEZ L. H. (1978), «1974 A Downturn of the Long Wave?», Banca Nazionale del Lavoro. Quaterly Review, n.º 126, septiembre.
- FREEMAN, C. (1982), The Economics of Industrial Innovation, M.I.T. Press, Cambridge, Mass. (2.ª edición).
- (1983), Long Waves in the World Economy, Butterworths, Londres.
- (1986), «Prométhée désenchaîne», Futuribles, febrero.
- CLARK, J., y SOETE, L. (1982), Unemployment and Technical Innovation. A Study of Long Waves and Economic Development, Francis Pinter, Londres. Versión española con el título: Desempleo e innovación tecnológica. Un estudio de las ondas largas y el desarrollo económico, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Madrid, 1985.
- GERSHUNY, J., y MILES, I. (1983), The New Service Economy. The trasformations of Employment in Industrial Societies, F. Pinter, Londres.
- GODET, M., y RUYSEN, O. (1980), L'Europe en Mutation, Comission des Communautés Europénnes, Bruxelles.
- Gold, B. (1964), «Industry Growth Patterns: Theory and Empirical Results», *Journal* of Industrial Economics, vol. 13.
- JEWKES, J.; SAWERS, D., y STILLERMAN, R. (1969), The Sources of Invention (2.3

- edición), Mac Millan, Londres. (1.ª edición en 1958.)
- KLEINKNECHT, A. (1981), «Observations on the Schumpeter Swarming of Innovations», Futures, agosto.
- KONDRATIEV N. (1935), «The Long Waves in Economic Life», The Review of Economic Statistics, novbre., 17, págs. 105-115.
- Kuznets, S. (1940), «Schumpeter's Business Cycle», *The American Economic Review*, 30, n.º 2, junio.
- (1953), Economic Change, W. W. Norton & Co., Nueva York.
- (1972), «Innovations and adjustments in economic growth», Swedish Journal of Economics, vol. 74, septiembre.
- (1979), Growth, Population and Income Distribution, W. W. Norton, Nueva York. En particular, porque reproduce el artículo «Technological innovations and economic growth», publicado previamente en: P. Kelly y M. Kranzberg (eds.), Technologial Innovation: A Critical Review of Current Knowledge, San Francisco Press, 1978.
- MACK, R. (1941), The Flow of Business Funds and Consumer Purchasing Power, Nueva York, Columbia. Citado por Mansfield (1983).
- MAHDAVI, K. B. (1972), Technological Innovation: An Efficiency Investigation, Beckman, Stockholm.
- MARTIN GONZALEZ, C., y RODRIGUEZ ROMERO, L. (1985), Política de promoción del cambio técnico y reindustrialización, Documento de Trabajo 8.502, Fundación Empresa Pública, Madrid, junio.
- Mansfield, E. (1983), «Long Waves and Technological Innovation», The Ameri-

- can Economic Review, Papers and Proceedings,
- Mensch, G. (1978), «1984, A new push of basic innovations?», Research Policy, vol. 7.
- (1979), Stalemate in Technology, Ballinger, Cambridge, Mass., USA.
- NEI (1985), The Service Sector and Technological Developments, Rotterdam (polic.)
- Nelson, R., y Winter, S. (1977), «In Search of Useful Theory of Innovation», Research Policy, n.º 6.
- NIJKAMP, P. (1986), «New Technology and Regional Development», Vrije Universiteit, Research Memoranda, 1986-1, Amsterdam.
- OCDE (1977), Pour le plein emploi et la stabilité des prix, París.
- OCDE (1984), Committee for Scientific and Technological Science, Technology and Competitiveness, Analytical Report, SPT (84) 26.
- PRAKKE, F., Y TUININGA, E. J. (1982), Technology and Economic Development, Apeldoorn, informe polic. para el programa FAST.
- Ros, F., y otros (1986), Los países industrializados ante las nuevas tecnologías, Fundesco, Madrid, tomo I.
- ROSENBERG, N. (1976), Perspectives on Technology, Cambridge University Press, Cambridge.
- ROSENBERG, N., y FRISCHTAK, C. R. (1984), «Technological Innovation and Long Waves», Cambridge Journal of Economics, volumen 8.
- ROTHWELL, R., y SOETE, L. (1983), «Technology and Economic change», *Physics in Technilogy*, 14(6) November.

- ROTHWELL, R., y ZEGVELD, W. (1982), Innovation and the Small and Medium Sized firm, F. Pinter Publishers, Londres.
- (1985), Reindustrialization and Technology, Longman, Harlow, Essex.
- Schmookler, J. (1966), Invention and Economic Growth, Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- (1972), Patents, Invention and Economic Change, Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- SCHUMPETER, J. A. (1912), Theory der Wirtschaflichen Entwicklung, Verlag Dunker & Humblot. Traducido al castellano bajo el título de Teoría del desenvolvimiento económico, Fondo de Cultura Económica, México, 1944.
- (1939), Business Cycles, MacGraw-Hill
 (2 vols.), Nueva York.
- SOETE, L. (1981), «Technical Change, Catching up the Productivity Slowdown», en Grandstrand, O., y Sigurdson, J. (eds.), Technological and Industrial Policy in China and Europe, Research Policy Institute, Occasional Paper Series n. 3, Univ. of Lund, Suecia. Citado por Rothwell y Zegveld (1985).
- UNCTAD (1984), «Los servicios y el proceso de desarrollo». Doc. TD/B 1008, Ginebra (polic.).
- UTTERBACK, J., y ABERNATHY, W. (1978), «Patterns of Industrial Innovation», Technology Review, n. 7.
- VERNON, R. (1966), «International Investment and International Trade in the Product Cycle», Quarterly Journal of Economics, volumen 80.
- (1985), «The Product Cycle Hipothesis in a New International Environment», Oxford Bulletin of Economic and Statistics, volumen 41, 79.