Desarrollo y cambio técnico en una economía abierta

Luis R. Romero
Fundación Empresa Pública
Universidad Complutense

I. INTRODUCCION

El esquema tradicional de los manuales sobre análisis económico del cambio técnico presenta dos partes claramente diferenciadas, una primera en la que se analiza el proceso de cambio técnico a través de las conocidas fases de invención, innovación y difusión, y una segunda en la que se consideran sus principales condicionantes y efectos, entre los que se resalta especialmente la interrelación entre cambio técnico y estructura competitiva y su papel en el proceso de crecimiento (1).

Dentro de dicho esquema se pueden detectar tres deficiencias básicas, consideradas especialmente desde el punto de vista de su aplicación en un país, como España, con una escasa actividad tecnológica interior y, por lo tanto, claramente dependiente del exterior en cuanto a la disponibilidad de conocimientos que posibilitan su cambio técnico.

En primer lugar, dentro del proceso de obtención del cambio técnico, el análisis se ha centrado fundamentalmente en desarrollar hipótesis y teorías respecto a las dos primeras etapas del mismo, invención e innovación, concediendo mucha menor importancia analítica a la difusión. Esto es especialmente insatisfactorio en la medida en que se tenga en cuenta que es a través de la difusión como se eleva el nivel tecnológico general de la totalidad de la actividad productiva de un país, existiendo ejemplos demostrativos en un plano internacional de importantes diferencias en el grado de aplicación de los conocimientos disponibles.

En segundo lugar, el análisis del proceso de obtención del cambio técnico se realiza implícitamente bajo el supuesto de una economía cerrada, salvo, evidentemente, cuando se analiza específicamente las relaciones tecnológicas con el exterior, es decir, la transferencia internacional de tecnología. De cualquier forma, aún en este caso, el análisis tradicional no llega a asumir totalmente la perspectiva de una economía abierta, ya que se centra en las variables explicativas de los procesos de transferencia sin tener en cuenta su interrelación con la actividad tecnológica interior.

En tercer lugar, dentro de los condicionantes y efectos del

(1) Véase, por ejemplo, Parker, J.E.S. *The Economics of Innovation.* Longman, London, 1974. Mansfield, E. *The Economics of Technological Change*, Norton, 1968.

cambio técnico, el análisis normalmente se detiene, como ya hemos dicho, en su interrelación con la estructura competitiva y su contribución al proceso de crecimiento, siendo necesario cambiar de manual de referencia y acudir a uno sobre comercio internacional si se quiere obtener alguna información sobre sus efectos en la competitividad internacional. Esta postergación y olvido de dicho tema dentro del análisis del cambio técnico resulta destacable en la presente situación, en la que la crisis económica ha otorgado una especial relevancia a dos subtemas dentro del mismo: los aspectos referidos a la relación entre el cambio técnico y el empleo, por una parte, y el efecto del cambio técnico en la división internacional del trabajo, por otra parte.

A pesar de la aparente relevancia para España que se deduce de la simple enunciación de los temas mencionados, en nuestro país se ha seguido de una forma bastante mimética la estructura de los manuales tradicionales, centrándose los estudios realizados en torno a dos grandes áreas entre las que no se ha establecido una interrelación sistemática: los gastos en I+D y su evolución como expresión de la escasa capacidad innovadora, por una parte, y las cifras sobre importación de tecnología y sus posibles efectos, como expresión de los costes de la dependencia.

Las líneas siguientes tienen como objetivo proporcionar las bases mínimas de análisis en cada uno de los tres temas señalados. En su redacción ha influido fundamentalmente su posible aplicación a la economía española, algo que podría enriquecer la situación sobre el análisis del cambio técnico en nuestro país, ofreciendo, a la par, una adecuada base para fundamentar nuevas actuaciones de Política Tecnológica.

II. EL PROCESO DE DIFUSION DE TECNOLOGIA

Como es bien sabido, se suele entender como difusión de tecnología el proceso de generalización en el uso de una innovación. Este proceso presenta dos planos diferenciados, por una parte, la utilización de dicha innovación por unidades distintas de la empresa innovadora, lo que en la literatura anglosajona se conoce como "inter-sectorial o economic-wide diffusion", y por otra parte, la ampliación de su uso por parte de la empresa que la adopta, la denominada "inter-firm diffusion".

La única posibilidad que le resta al país innovador para mantener su competitividad tecnológica y comercial vuelve a ser, tal y como indica Posner, la generación de un flujo contínuo de innovaciones.

El análisis del proceso de difusión se ha centrado en su configuración temporal, constituyendo su principal objetivo al establecer la evolución y velocidad de la tasa de adaptación del nuevo producto o proceso. En general, y siguiendo el paralelismo respecto a lo establecido para los bienes de consumo duradero, a los que se ha aplicado en mayor medida este tipo de análisis, el problema se plantea como: dada una población P de posibles usuarios ($i = 1 \ldots P$) cuyo nivel máximo de utilización del nuevo producto o proceso sea

$$U^* \left(U^* = \sum_{i=1}^{P} U_i^*\right)$$

y cuya utilización actual sea

$$U_t \left(U_t = \sum_{i=1}^{n} U_{ti}\right)$$

determinan la evolución de la proporción de adopción

$$\frac{U_t}{U^*}$$

Del propio planteamiento general del problema se derivan sus dos repetidas insuficiencias principales. En primer lugar, el análisis supone la estabilidad del producto o proceso durante la etapa de difusión, apareciendo un grave problema de identidad en la medida en que durante el proceso se acumulen las suficientes transformaciones como para cambiar de forma fundamental su carácter.

En segundo lugar, aún en ausencia de dichas transformaciones, existe el problema de determinar "ex ante" el nivel máximo de utilización, base del posible cálculo de los ritmos de adopción. De los dos posibles modos de calcular dicho nivel que ofrece la teoría microeco-

nómica, nivel de equilibrio o de saturación, el más utilizado ha sido el segundo de ellos, dadas las dificultades de determinar el grado óptimo de utilización en condiciones de equilibrio de demanda y oferta de las potenciales empresas adaptadoras.

Los estudios empíricos, por lo tanto, deben de comenzar por establecer hipótesis explícitas respecto a estos dos aspectos: identificación del producto o proceso y supuesto respecto al nivel máximo de utilización. De los realizados, especialmente para el caso de innovaciones de productos y utilizando el supuesto de que la población de posibles usuarios coincide con el nivel máximo de utilización, se deduce una curva de difusión en forma de "S" que, como es bien sabido, puede responder a una amplia variedad de formas matemáticas, aunque su caracterización más frecuente es la curva logística cuya formulación general es:

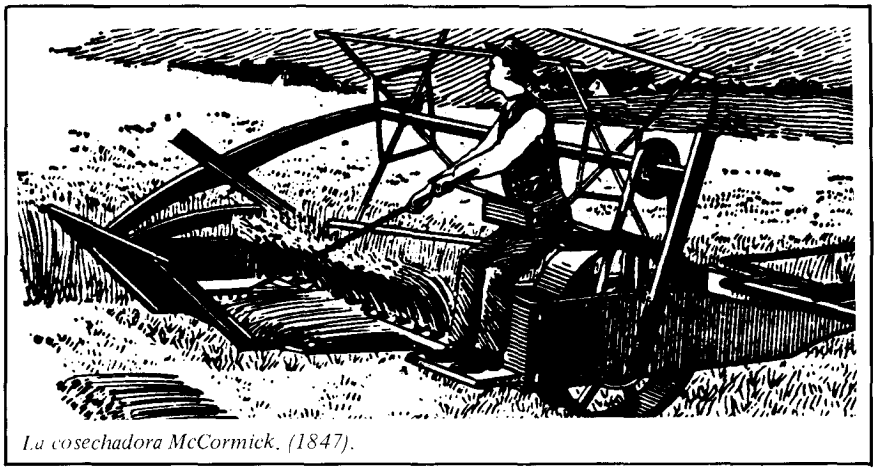
$$u_t = \frac{u^*}{1 + e^{-G(t)}} \quad (1)$$

siendo:

$$U_i = \frac{U_t}{U^*} \quad \text{y}$$

$G(t)$ = función (lineal normalmente) de t.

Pasando a la descripción del proceso a las teorías explicativas del mismo nos encontramos con que la más conocida y utilizada en análisis empírico es la resultante de las hipótesis desarrolladas por E. Mansfield en una amplia variedad de trabajos que se inician en 1961 y culminan en su formulación en 1968 (2) y que se ha dado en



La cosechadora McCormick. (1847).

llamar epidemiológica, dada su insistencia en la difusión por el simple contacto.

Según la atractiva presentación efectuada por Stoneman, P. (3), si reformulamos la notación anteriormente empleada considerando que:

U_t = miembros de la población P contagiados en el momento t.

U^* = miembros de la población P no inmunes a un posible contagio.

$g(t)$ = probabilidad de contagio en el contacto.

z_t = probabilidad de encuentro con un miembro contagiado.

La base de la teoría epidemiológica parte de considerar simplemente que la variación de contagiados en un momento determinado será función de los miembros no contagiados a través de los dos parámetros definidos $g(t)$ y z_t,

$$\frac{dU}{dt} = g(t).z_t(U^* - U_t) \quad (2)$$

siendo $(U^* - U_t)$ = los miembros no contagiados y no inmunes, es decir, la población objeto de posible contagio, por lo que si definimos

$$z_t = \frac{U_t}{U^*},$$

la expresión (2) se convierte en:

$$\frac{dU}{dt} = g(t)\, U_t \left(1 - \frac{U_t}{U^*}\right)$$

similar a la expresión en términos de ecuación diferencial de la curva logística anteriormente descrita (1) y en la que $g(t)$ representa la velocidad de difusión:

$$G(t) = \int_0^t g(v)\, dv$$

La anterior presentación viene a subrayar, en clave irónica, las deficiencias normalmente señaladas respecto al modelo epidemiológico, tal y como las for-

(2) Véase Mansfield, E. "Technical Change and the Rate of Imitation". *Econométrica*, vol. 29, núm. 4, 1961, págs. 741-66, e *Industrial Research and Technological Innovation*. Norton, 1968.

(3) Véase Stoneman. *Economic Analysis of Technological Change*. Oxford University Press, 1983, capítulo 5, págs. 71-72.

mula, por ejemplo, Davies, S. (4). Según dichas críticas el modelo epidemiológico no llega a presentar en realidad una teoría sobre el proceso de difusión ya que no alcanza a definir un marco teórico adecuado de donde se derive la decisión de adaptación.

Aproximaciones más recientes han intentado superar estas limitaciones centrándose en la especificación de modelos más detallados sobre la fundamentación microeconómica del comportamiento de los agentes que intervienen en el proceso de difusión. A este respecto destacan especialmente dos; la denominada de aprendizaje Bayesiano formulada, entre otros, por P. Stoneman (5) y la que se puede denominar como conductista (behavioral) presentada por el ya mencionado S. Davies.

La primera es, fundamentalmente, de índole teórica, planteando el proceso de difusión como el resultado de un proceso de elección y adopción de técnicas, en el que existe unos costes de ajuste y un aprendizaje de tipo bayesiano respecto a los rendimientos realmente derivados de la nueva tecnología incorporada en comparación con los previstos.

La segunda considera, asimismo, que la base del proceso de difusión es un proceso de decisión de inversiones basado en la comparación de la cadena de rendimientos derivada de distintas opciones, básicamente el continuar en la situación tecnológica anterior o adoptar una nueva tecnología. Dado lo anterior, especialmente aplicable a las innovaciones de proceso que son las analizadas en su trabajo, Davies se centra en aquellas características de la empresa adaptadora que influyen sobre la conformación de la cadena de rendimientos de la adaptación. De entre éstas destaca especialmente el tamaño, por lo que es factible derivar un nivel crítico a partir del cual la innovación se incorpora: en esta perspectiva el proceso de difusión refleja cambios tanto en la propia innovación como en las circunstancias de la empresa adaptadora que, a su vez, influyen en el nivel crítico de adopción (6).

Con independencia de cuál sea la teoría de partida utilizada las contrastaciones empíricas tienen un elevado grado de similitud, consistiendo básicamente en el intento de establecer mediante análisis de regresión el tipo de efecto que tienen distintos aspectos, bien de la innovación, bien de la empresa adaptadora, sobre la velocidad del proceso de difusión.

Así, de los trabajos de Mansfield referidos a la difusión tanto dentro de la empresa como en un plano sectorial, se deriva que la tasa de adaptación se relaciona directamente con variables tales como la rentabilidad de la innovación de que se trate, la liquidez de la empresa adaptadora y su tamaño; mientras que es afectada negativamente por factores tales como el riesgo de la adopción (medido por el tiempo transcurrido desde la aparición de la innovación en el mercado), el tamaño de la inversión necesaria y la duración del equipo capital de la empresa involucrada.

Respecto a la influencia de los factores competitivos, la evidencia no es concluyente ya que mientras autores tales como Romeo (7) han encontrado una relación positiva entre el grado de competitividad, expresado en términos tanto del número de empresas que participan en el sector de que se trate como de la varianza del logaritmo de su tamaño, y la tasa de difusión dentro de un esquema analítico similar al utilizado por Mansfield, otros como Davies presentan resultados contradictorios. Dicho autor, partiendo como ya hemos dicho de un modelo diferente al de Mansfield llega a estimaciones muy similares cuya principal novedad es subrayar el papel positivo en el proceso de difusión de la tasa de crecimiento de la industria y cuya principal diferencia es el resultado obtenido respecto al posible efecto negativo del número de empresas en la industria en la tasa de adaptación.

En conclusión, a pesar de los posibles, y no desdeñables en algunos casos, problemas econométricos presentes en las contrastaciones empíricas origen de los resultados referidos, principalmente la falta de consideración del efecto de la especificación de la estructura estocástica del modelo empleado a la hora de estimar la curva logística (8) y la posible multicolinealidad entre las variables explicativas de la tasa de difusión, de los estudios de difusión se

(4) Véase Davies, S. *The Diffusion of Process Innovations.* Cambridge University Press, 1979.

(5) Stoneman, P. "Intra-Firm Diffusion, Bayesian Learning and Profitability". *Economic Journal,* 91, 1981.

(6) Véase, asimismo, Gold, B. "Technological diffusion in Industry: Research needs and shortcomings". *Journal of Industrial Economics,* marzo, 1981, págs. 247-269.

(7) Véase Romeo, A.A. "The Rate of Imitation of A Capital Embodied Process Innovation". *Economica,* 44, 1977.

(8) Véase Stoneman, P. *Op. cit.,* capítulo 6, págs. 83-86.

deduce un conjunto de variables o factores que inciden especialmente en dicho proceso y que sería necesario tener en cuenta a la hora de diseñar una política potenciadora del cambio técnico que superase las clásicas referencias a la estimulación de los gastos en I+D.

III. LA DIFUSION INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA

Una de las principales limitaciones, como ya hemos dicho, de no adoptar un criterio real de economía abierta en los aspectos tecnológicos es la disociación existente entre el análisis de los procesos de importación y generación de tecnología. Dicha disociación resulta evidente tanto en la literatura que sigue una posición más tradicional como en aquella que se presenta con pretensiones de heterodoxia.

Dentro de un esquema más tradicional, el proceso de transferencia internacional de tecnología se ha considerado como una mera extensión del experimentado en el interior del país origen de la innovación. De esta forma, se le han aplicado los mismos tipos de esquemas conceptuales que los desarrollados en el anterior epígrafe, insistiéndose en los modelos epidemiológicos, "tipo Mansfield", de trasvase de información (9) y en la maximización de la cadena derivada de rendimientos como medio de elegir el país y el medio o canal utilizado en la difusión.

Las aproximaciones empíricas así fundamentadas carecen del más mínimo realismo, olvidando las complejidades inherentes en el mercado internacional de tecnología y la presencia de elementos distorsionantes tales como la operación de empresas con una estructura multinacional, las destacadas diferencias de conocimientos entre los países involucrados, etc., que son especialmente significativos a la hora de considerar las relaciones tecnológicas entre países de muy distinto nivel de desarrollo. De cualquier forma, dentro de esta orientación merece la pena destacarse, por sus implicaciones para la orientación de la Política Científica y Tecnológica, trabajos de tipo comparativo como el elaborado por Nabseth y Ray (10), en los que, restringiéndose a una muestra de países con un nivel de desarrollo homogéneo, se intenta determinar las variables responsables de las diferencias en el grado de difusión de una innovación determinada. En el caso mencionado, y centrándose en la difusión de las máquinas de control numérico en una muestra de seis países desarrollados, los autores obtienen conclusiones que rebasan el marco del sector de análisis, como por ejemplo, el hecho de que la calidad del sistema de información o las posibilidades financieras para la inversión superen como factores explicativos del grado de difusión a otros, normalmente más utilizados, como las condiciones de mercado o los factores de tipo técnico.

Las insuficiencias mencionadas de los enfoques más tradicionales sobre la difusión de tecnología dieron lugar a la floración de una serie de posiciones heterodoxas, entre las que destaca la denominada teoría de la dependencia tecnológica. Dicha teoría es deudataria en muchos de sus aspectos del modelo dependentista más general, pero no puede establecerse una relación biunívoca entre éste y aquella, ya que ha sido seguida por autores que no suscriben totalmente las pautas del mismo. En sus formulaciones más acabadas (11) la teoría de la dependencia tecnológica plantea un esquema analítico bastante simple, resultado de la conjunción de tres elementos:

1) En primer lugar, la consideración del mercado internacional de tecnología como un mercado altamente imperfecto, debido a las características de la tecnología como mercancía (individualidad e inapropiabilidad).

2) En segundo lugar, y debido a lo anterior, la determinación del precio y las condiciones de transacción en dicho mercado a través de un proceso

En España se carece de la más elemental información, no ya sobre el tipo de variables que afectan al proceso innovador, sino, incluso, sobre su propia configuración.

(9) Swann, P. L. "The International Diffusion of an Innovation". *Journal of Industrial Economics*, núm. 22, 1973, págs. 61-69.

(10) Véase Nabseth, L. y Ray, G. P. *The Diffusion of New Industrial Processes: An International Study*, Cambridge University Press, 1974.

(11) Véase Vaitsos, C. *Intercountry Income Distribution and Transnational Enterprises*. Oxford University Press, 1974.

de negociación (bargaining) entre las partes implicadas.

3) En tercer y último lugar, la débil posición en dicho proceso de los países subdesarrollados, que carecen de una mínima base científico-técnica, lo que implica la imposición de una serie de costes indirectos (prohibición exportación, obligación de importaciones, etc.) en adición al coste directo de la tecnología por parte del reducido número de países que concentran la actividad innovadora.

Este planteamiento, aunque supone un avance en el grado de realismo en la consideración del mercado internacional de tecnología y ha orientado multitud de estudios empíricos sobre el mismo basados en el análisis de los contratos de transferencia, mantiene la ya mencionada disociación entre importación y actividad tecnológica interior. En él no se considera los efectos de la utilización de la tecnología importada en el nivel técnico del país importador, base posible, tal y como han demostrado algunas experiencias de los denominados como países emergentes o recientemente industrializados, de generación de una cierta capacidad tecnológica propia en economías consideradas en un principio como dependientes tecnológicamente.

Un conjunto de recientes aportaciones que se pueden agrupar dentro de la denominación general de teorías o modelos de asimilación intentan superar dichas limitaciones (12).

Su punto de partida lo constituyen, en último término, los escasos trabajos realizados en el transcurso de la década de los años sesenta y setenta sobre las innovaciones secundarias, es decir, aquel tipo de innovaciones que suponen una transformación o mejora de un producto o proceso ya existente. Según los análisis realizados, las características de dichas innovaciones difieren sustancialmente de las normalmente referidas a las innovaciones radicales, resaltando especialmente su menor coste, su escasa base científica y el hecho de que no se centralizan en un departamento orgánico de I+D sino que pueden surgir como iniciativa propia de cualquiera de los departamentos en que subdivide la actividad de la empresa (ingeniería y organización, principalmente) (13).

El resultado de trasladar el planteamiento del cambio técnico gradual a través de una acumulación continua de innovaciones secundarias al marco de los países dependientes tecnológicamente es la configuración de un proceso de asimilación a partir del uso de la tecnología importada, fuente casi exclusiva de cambio técnico en dichos países. Dicho proceso a través de una primera fase de simple aprendizaje de la tecnología adquirida, seguida de una segunda que implica ya su adopción a las condiciones del país importador puede desembocar en una tercera, y última, en la que se originen innovaciones secundarias propias en dicho país, susceptibles incluso de ser transferidas al exterior. El círculo se cierra y el país importador se convierte en exportador de tecnología.

Esquemas similares han sido aplicados a diferentes países en vías de industrialización, destacando, en especial, el intenso trabajo de análisis de casos específicos realizados por el grupo de estudio dirigido por J. Katz (14). De cualquier forma, el problema fundamental que se sigue manteniendo en dichos análisis es hasta qué punto las condiciones micro y macroeconómicas de los países importadores (elevado grado de monopolio, elevadas tasas arancelarias, mercado de factores primarios distorsionados, etc.) pueden dar lugar a la generación de innovaciones secundarias que re-

Importa diseñar nuevas medidas incentivadoras de política científica y tecnológica, distintas a las clásicas de fomento de actividades de I + D.

(12) Una exposición sobre las características generales de dichos modelos puede encontrarse en Martín, C. Y R. Romero, L.: Principales dificultades en el diagnóstico de la situación tecnológica de la economía española. *Economía Industrial*, núm. 230, pág. 157-169.

(13) La referencia más clásica en dicho sentido es: Hollander, S. *The Sources of Increased Efficiency: A Study of the Du Pont Rayon Plants*. MIT Press Cambridge, EE.UU., 1961.

(14) Véase como resumen del contenido de dichos trabajos: Katz, J. Domestic technology Generation en LDC'S a review of Research Findings. *Programa de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico. BIRD/CEPAL. Working Paper* núm. 35, noviembre, 1980.
Referido a una zona distinta, sudeste asiático: Kim, L. "Stage of development of industrial technology in a development country". *Research Policy*, núm. 3, julio, 1980.

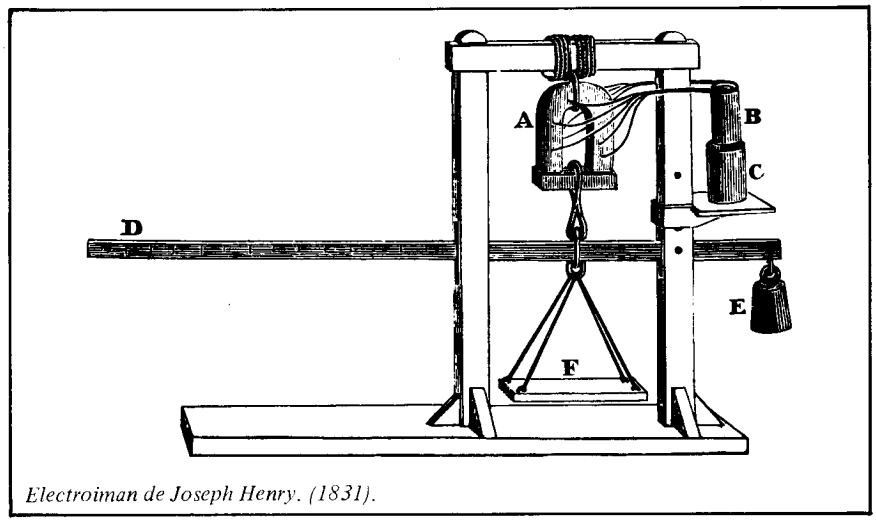
sulten ineficientes en marcos en los que no estén presentes dichas distorsiones (15).

IV. CAMBIO TECNICO Y COMPETITIVIDAD INTERNACIONAL

Según los planteamientos derivados del modelo Heckscher-Ohlin (H-O) el cambio técnico no cumple ningún papel en la determinación de la especialización comercial, ya que se supone de partida unas mismas posibilidades técnicas para todos los participantes en el comercio internacional. En este contexto, como es bien sabido, dicha especialización viene determinada por las diferencias en la dotación relativa de factores junto a los distintos requerimientos de cada uno de los productos involucrados.

En cualquier caso, tal y como señala L. Stein (16), recogiendo citas textuales de la segunda edición del libro de B. Ohlin (Interregional and International Trade), desde los inicios de la formulación del mencionado modelo existía la conciencia, al menos en uno de los autores del mismo, de que la dotación de factores era tan solo uno de los elementos determinantes del comercio internacional. Así, Ohlin señala explícitamente cómo deben considerarse adicionalmente el impacto de distintos elementos tales como: mercados imperfectos, diferenciación de productos, costes de transporte, etc., y entre los que incluía la superioridad tecnológica.

La evolución de la teoría del comercio internacional se ha centrado, sin embargo, en el perfeccionamiento y extensión del modelo (H-O), marginando la fundamentación analítica de las restantes causas alternativas del comercio internacional.



Electroiman de Joseph Henry. (1831).

Esto ha dado lugar a la aparición de desarrollos paralelos a la corriente principal de la teoría del comercio internacional, en los que se intenta evaluar la incidencia de los factores desdeñados por la misma y entre los que se encuentran las denominadas teorías neo-tecnológicas junto, principalmente, a la teoría del comercio intraindustrial (17).

Las teorías neotecnológicas vienen a suponer en realidad una vuelta a postulados anteriores a la aparición del modelo H-O, ya que su base fundamental reside en considerar las diferencias en los conocimientos tecnológicos de los países involucrados en el comercio como la causa de su especialización comercial. Su aparición suele situarse a principios de la década de los años 60, siendo la más conocida y representativa la teoría del ciclo del producto formulada por R. Vernon (18). En cualquier caso, dicha teoría debe considerarse, únicamente, como la culminación de una serie de desarrollos anteriores iniciados en los planteamientos de Posner y continuados en los de Hufbauer.

Posner (19) parte de considerar el efecto de una serie de innovaciones técnicas sucesivas en un marco caracterizado por tipos de cambio fijo, pleno empleo, ausencia de tarifas y costes de transporte y, principalmente, una igual dotación de recursos y similares pautas de

(15) Véase Teitel, S. "Notes of Technical Change Induced Under Conditions of Protection, Distortions and Rationing". *Programa de investigaciones en Ciencia y Tecnología. BIRD/CEPAL. Working Paper* núm. 34, abril, 1979. Las innovaciones técnicas puestas en marcha en nuestro país en la época de la autarquía podrían constituir destacados ejemplos de este tipo de problemas.

(16) Stein, L. *Trade and Structural Change.* St. Martin's Press Inc. Nueva York, 1984, capítulo 1, págs. 6-7.

(17) Krugman, P. "New Theories of Trade Among Industrial Countries". *American Economic Review. Papers and Proceedings,* mayo, 1983, págs. 343-47.

(18) El artículo ya clásico, en el que el autor formula los rudimentos de su teoría es Vernon, R. "International Investment and International Trade in the Product Cycle". *Quaterly Journal of Economics,* mayo, 1966.

(19) Posner, M. V. "International Trade and Technical Change". *Oxford Economic Papers,* octubre, 1961.

consumo entre los países que comercian. En dicho marco el resultado de la introducción de una innovación se traduce en un flujo de exportaciones provenientes del país en que se produce, finito y acotado en el tiempo, ya que depende de la asimilación de dicha innovación por sus competidores extranjeros. De cualquier forma, esta actividad se puede mantener indefinidamente si se supone una concatenación de innovaciones que se van sustituyendo unas a otras.

Hufbauer (20) completa los planteamientos de Posner teniendo en cuenta el efecto conjunto de las diferencias tanto en las posibilidades tecnológicas como en la dotación de recursos. Así, utiliza las diferencias salariales en un plano internacional como elemento inductor del cambio técnico y llega a postular que las innovaciones tecnológicas y, por lo tanto, las exportaciones inducidas por las mismas se localizarán en los países con un mayor nivel salarial, expresivo de su mayor nivel de desarrollo económico y de su avanzada tecnología. Ahora bien, la existencia de importantes diferencias salariales provoca, asimismo, en su esquema analítico que una vez que los países imitadores inician la producción interior puedan conseguir costes inferiores a los de los países de origen, por lo que no sólo se detienen las exportaciones provenientes de éstos, sino que, incluso pueden cambiar de dirección.

La única posibilidad que le resta al país innovador para mantener su competitividad tecnológica y comercial vuelve a ser, tal y como indica Posner, la generación de un flujo continuo de innovaciones que se sustituyen en el tiempo, y así lo demostró con su estudio empírico sobre los materiales sintéticos.

Vernon, por lo tanto, únicamente conjugó planteamientos anteriormente existentes, afianzando en cierta medida su base analítica y extendiendo sus implicaciones. Así, en la descripción de las características de las tres conocidas fases: introducción, estandarización y madurez, en que divide al ciclo del producto, combina hábilmente los aspectos tecnológicos con factores de demanda y oferta, con objeto de poder ofrecer una pretendida visión dinámica de la innovación y su difusión.

El efecto de los factores tecnológicos en la especialización exterior de la economía española es algo sobre lo que se comenta repetidamente pero sobre lo que no existe ninguna evidencia empírica.

Sin profundizar en el contenido de dicha teoría, mucho más conocida y divulgada que las de los autores anteriormente expuestos sí es conveniente subrayar cómo en ella se conjugan hipótesis sobre, al menos, tres aspectos:

1) En primer lugar, y en la descripción de la denominada fase de introducción, se ofrecen razones explicativas sobre el surgimiento de las innovaciones en los países más desarrollados, referidas tanto a la oferta: disponibilidad de científicos e ingenieros, presencia de trabajo especializado, etc.; como a la demanda: elevado nivel de renta media, pautas de consumo más propensas al cambio, etc.

2) En segundo lugar, en las fases de estandarización y madurez se ofrece una explicación sobre el surgimiento y evolución de los flujos de exportación, que se inician en el país innovador dirigiéndose a países de renta similar, pasan posteriormente a extenderse a países con un menor nivel de desarrollo y pueden invertir su dirección al iniciar dichos países su asimilación y producción de las innovaciones iniciales.

3) En tercer, y último, lugar, la teoría del ciclo del producto fundamenta también hipótesis sobre la aparición de la inversión extranjera y la consolidación de una estructura empresarial multinacional en la medida que la empresa innovadora extienda sus actividades a otros países con objeto de evitar el surgimiento de competidores locales, rentabilizando por sí misma su capacidad innovadora.

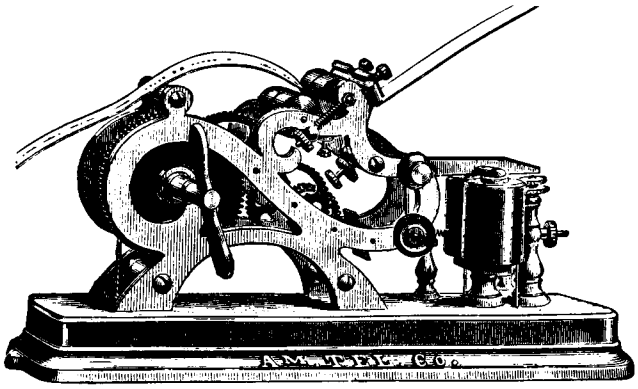
En general, la teoría del ciclo del producto ha recibido dos tipos de críticas, orientadas las primeras a señalar la falta de una adecuada base teórica de sus planteamientos, mientras que las segundas se limitan a señalar la vaguedad inherente a las distintas fases distinguidas en la descripción del proceso.

(20) Hufbauer, G. C. *Synthetic Materials and the Theory of International Trade.* Harvard University Press. Cambridge Mass, 1966.

En lo que respecta al primer punto, los modelos más recientes intentan superar la escasa base analítica señalada a través de la aplicación de planteamientos propios de la organización industrial al comercio internacional. De esta forma, se consiguen aproximaciones más formalizadas pero que, inevitablemente, utilizan supuestos muy restrictivos como único medio de poder considerar la complejidad derivada del abandono de las restricciones consideradas en la teoría H-O: no existencia de economías de escala, homogeneidad de producto, igualdad de conocimientos tecnológicos, etc. (21).

Por lo que se refiere a la vaguedad, ésta ha sido la principal limitación a la hora de intentar una contrastación de la teoría del ciclo del producto. La variedad de fases y la falta de una definición cerrada y completa de las condiciones de cada una de ellas hace que sea posible aplicar el esquema expuesto a casi cualquier comportamiento observado en la realidad, sin más que adecuar hábilmente algunas de las hipótesis ofrecidas por el modelo (22).

De hecho, los estudios empíricos han tomado únicamente para su contrastación aspectos parciales de la teoría, centrándose principalmente en el intento de evaluar la posible incidencia de la "intensidad tecnológica" en la especialización comercial de los países más desarrollados. Para ello se han utilizado distintos índices como expresión de dicha intensidad, siendo los más frecuentes los gastos en actividades de I+D o la actividad patentadora en la rama productiva que se trate, pero empleándose también otros factores



Telégrafo Morse. Uno de los primeros ejemplares. (1855).

aproximativos tales como la tasa de crecimiento de la producción, valor añadido, o de las ventas, ya que se supone que los productos situados en la fase de introducción tienen una tasa de expansión superior al resto de las fases o el valor unitario por unidad exportadora, ya que se supone que los productos de una mayor sofistificación tecnológica serán más competitivos, aunque tengan un precio unitario superior.

Múltiples autores han ensayado este tipo de variables como explicación de la especialización internacional bien en solitario o bien combinándolas y, por lo tanto, confrontándolas con las referentes a dotación de recursos (23). De hecho, al proceder así se llega a establecer una coincidencia con la línea de trabajos derivados del intento de superación de la denominada "paradoja de Leontief" a través de elementos tales como la incorporación de factores especializados, capital humano o, incluso, reversión de la intensidad factorial en un plano internacional (24). Como corolario de la relación existente entre ambos tipos de aproximaciones, factoriales y tecnológicas, son especialmente relevantes los resultados obtenidos por Goodman y Ceyhun en su análisis del comercio exterior de EE.UU.

(21) Véase Krugman, P. *Op. cit.*

(22) A esto habría que añadir un importante elemento de circularidad en la definición de los conceptos principales del mismo, de tal forma que características que distinguen a una fase son utilizadas, asimismo, como componentes de su definición. Así, la segunda de las fases, estandarización, se suele acotar como aquella en la que se incrementa y extiende el uso del nuevo producto, iniciándose la actividad exportadora a países con pautas de consumo similares al país innovador; ahora bien, estas dos características muchas veces se utilizan indistintamente como resultados derivados de que el producto ha entrado en la fase de estandarización.

(23) Véase, por ejemplo, Wells, L. T. Jr.: "Test of a Product Cycle Model of International Trade: US Export of Consumer Variables". *Quaterly Journal of Economics,* febrero, 1969, artículo en el que se realiza uno de los primeros intentos de contrastación de estas teorías. En Hirsch, S., se emplean ambos tipos de variables: "Capital o Technology? Confronting The Neo-Factor Proportions and Neo-Technology of International Trade". *Weltwirtschaftliches, Archiv,* 1974. Por último, en Rothwell, R. "Non-Price Factors in the export competitiveness of agricultural engineering products". *Research Policy* núm. 10, 1981, se amplía el tipo de variables utilizadas, incluyendo diferencias en valores unitarios e, incluso, en las prestaciones y calidad de servicios post-venta en la línea de lo señalado por Stout, D. K.

(24) Véase Stein, L. *Op. cit.*, capítulo 2, págs. 25-33.

(25). Según dichos autores se puede diseñar una especialización de funciones entre ambas aproximaciones tanto en un plano sectorial como internacional. Así, la teoría H-O sería aplicable a las industrias maduras, con un grado reducido de sofisticación tecnológica, mientras las aproximaciones neotecnológicas explicarán la especialización en industrias o productos muy dinámicos tecnológicamente.

De igual forma, la teoría H-O resultaría explicativa respecto a la relación entre países con un grado de desarrollo muy desigual, mientras que la neotecnológica ayuda a comprender la especialización entre países con niveles similares de renta y dotación de recursos.

Un último, e interesante, aspecto a mencionar sobre la teoría del ciclo del producto, aunque rebasa en cierta forma el marco de las anteriores apreciaciones, es el posible efecto sobre sus planteamientos de la existencia de una estructura empresarial multinacional derivada de anteriores operaciones. Esto que ha sido señalado por diversos autores en los últimos años, entre ellos el propio Vernon (26), se materializaría en un continuo acortamiento del período de difusión internacional de las innovaciones, al lanzarse casi simultáneamente al mercado a través de las filiales ya existentes de una empresa multinacional. De esta forma, las distintas fases definidas en la teoría quedan difuminadas, ocupando el centro del interés analítico las hipótesis dirigidas a explicar la división tanto de la producción como de la comercialización en un entramado internacional.

V. CONSIDERACIONES FINALES

Dado su carácter de compendio o "survey" de las anteriores líneas no se deduce ningún tipo de conclusión. De cualquier forma, en la medida en que su motivación básica, como se empezó indicando, ha sido la relevancia de los enfoques y temas analizados para la economía española, parece conveniente finalizar con unas breves consideraciones sobre su situación dentro de los estudios de economía aplicada de nuestro país.

Respecto a la difusión interior de las innovaciones tecnológicas, ya sean nacionales o importadas, se dispone de muy poca información ya que se han realizado muy escasos estudios en dicho sentido y la práctica totalidad de ellos sobre bienes de consumo duraderos (27). Por lo tanto, se carece de la más elemental información, no ya sobre el tipo de variables que afectan al proceso, sino, incluso, sobre su propia configuración temporal. Parece claro que cualquier intento en dicho sentido aportaría elementos de interés en el diseño de nuevos aspectos y medidas incentivadoras de Política Científica y Tecnológica, distintas a las clásicas de fomento de actividades de I+D.

En cuanto a la difusión internacional de tecnología los estudios realizados en España se han centrado básicamente en el análisis de los contratos de transferencia de tecnología y sus posibles restricciones sobre la empresa importadora (28). En algún momento se ha realizado un intento de estimar, por medio de análisis de regresión, la relación entre las variables demostrativas de la importación de tecnología y otras que se refieren al comportamiento productivo, e, incluso, investigador de la empresa innovadora (29), pero se carece de estudios sistemáticos sobre la utilización de la tecnología importadora y su posible asimilación. Una vez más, el disponer de información en este sentido favorecería medidas incentivadoras de elevada trascendencia en la autonomía tecnológica del país.

Por último, el efecto de los factores tecnológicos en la conformación y evolución de la especialización exterior de la economía española es algo sobre lo que se comenta repetitivamente pero sobre lo que no existe ninguna evidencia empírica. Esto no es óbice para que este argumento sea uno de los más utilizados a la hora de defender la necesidad de elevar el nivel tecnológico de nuestro país.

(25) Véase Goodman, B. y Ceyhum, F. "US Export performance in Manufacturing Industries: An Empirical Investigation". *Weltwirtschaftliches Archiv*, 1976, págs. 525-54.

(26) Véase Vernon, R. "The Product Cycle in a New International Order". *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, noviembre, 1979.
Mansfield, E., Romeo, A. y Wagner, S. "Foreign Trade and US. Research and Development". *Review of Economic and Statistics*, febrero, 1979.

(27) Destaca a este respecto los trabajos realizados en el Departamento de Economía de la Empresa de la Universidad de Zaragoza. Véase, por ejemplo, Polo, Y. y Salas, V. "Modelo económico sectorial con aprendizaje y difusión de innovaciones". *Cuadernos Universitarios de Planificación Empresarial*, vol. VII, 1981.

(28) El estudio pionero en dicho sentido es: UNCTAD: *Principales cuestiones que plantea la transmisión de tecnología. Estudio monográfico para España.* Nueva York, 1974.

(29) Véase los rudimentarios intentos realizados en dicho sentido en Martín, C. y R. Romero, L. *Cambio técnico y dependencia tecnológica: El caso de España.* Programa de Investigaciones Económicas. Fundación Empresa Pública. Serie E, núm. 11, Madrid, 1978, II parte, capítulo IV. ■