

Progreso técnico y competitividad internacional

Stefania Casalvieri

Introducción

En un mundo en continua evolución, caracterizado por cambios económicos continuos, es siempre difícil ignorar el progreso técnico en los análisis económicos. Por otra parte, durante mucho tiempo, el progreso técnico ha sido considerado como un factor exógeno.

Dentro de la *teoría del crecimiento económico* venía metafóricamente asemejando al *maná caído del cielo*. Según Solow, citando un ejemplo suyo, era como si en el interior de una fábrica productora de queso los trabajadores, de un día para otro, adquirían la conciencia de conocer un método productivo que les permitía producir una cantidad mayor de queso respecto a aquella precedentemente producida (Solow, 1963).

En la *teoría del comercio internacional*, a los fines del estudio del proceso de especialización de diferentes países en la producción de bienes, una relevante contribución es atribuible al *teorema de la proporción de los factores* de Heckscher-Ohlin (H.O.). Pero, los *resultados paradójicos* surgidos del trabajo de Leontief pusieron en discusión el teorema mencionado anteriormente (Leontief, 1956). ¿Cómo explicar las razones por las cuales un país de capital intensivo como los E.U.A. importaba bienes que requerían un uso intensivo de capital y exportaba bienes que exigían un uso intensivo de trabajo?

A partir de lo inadecuado del teorema de la proporción de los factores, para suministrar una explicación exhaustiva del comercio internacional, algunos autores han concentrado su atención sobre un frente completamente nuevo. El viejo paradigma se sustituyó por una nueva corriente de investigación que desplazó el interés de la disponibilidad de los factores de producción hacia aquello que podríamos llamar *dotación de know-how científico y tecnológico* de un país. A partir de la hipótesis de ausencia de progreso técnico se llega a una nueva interpretación de la especialización internacional en la cual los países que mayormente están empeñados en materia de avance tecnológico, es decir de progreso del conjunto de conocimientos que son en un cierto momento utilizables para la producción de distintos bienes, se especializan en la producción de productos nuevos. En cambio, para los países en los cuales esta actividad

de tipo innovador está del todo ausente o poco desarrollada queda la oportunidad de especializarse en los sectores productivos más tradicionales. Siguiendo esta línea de pensamiento, la superioridad estadounidense en la especialización de productos nuevos se atribuye principalmente a la fuerte inversión que los Estados Unidos han realizado en actividades dirigidas a incrementar el nivel de la tecnología. La consecuencia más inmediata de esto ha sido el abandono de la hipótesis de igualdad de las funciones de producción en los diferentes países.

En la *teoría de la brecha tecnológica* de Posner aquello que confiere a un país una posición de monopolio en el mercado internacional, por lo menos por un cierto período de tiempo, es su empeño por la creación de nuevos productos (Posner, 1961). Siempre sobre el mismo tema, Vernon particulariza claramente las fases a través de las cuales se articula la vida de un producto tecnológicamente nuevo, subrayando la posición líder de las empresas E.U.A. en la determinación de la ventaja comparativa en las primeras fases del *ciclo del producto* (Vernon, 1966).

Hasta ahora, se ha hablado genéricamente del desarrollo de nuevas tecnologías así como de las actividades innovadoras en un sentido amplio. Pero ¿cómo se mide la actitud por parte de las empresas en esta dirección?

Roger Klein, para dar una respuesta a esta interrogante individualiza el parámetro de referencia en las *inversiones de investigación y desarrollo* (I&D), que explican tanto la determinación de la ventaja comparativa, como la existencia del "gap" tecnológico entre los E.U.A. y los otros países (Klein, 1973). Indudablemente, las inversiones en gastos de I&D constituyen un buen indicador de intensidad tecnológica y es justo por esta razón que se hace necesaria su correcta utilización. De hecho, puede suceder en una investigación empírica que los *inputs intermedios* logren, por así decir, *contaminar* la correcta clasificación de producto en relación a su contenido tecnológico. Por ejemplo, productos que incorporan inputs intermedios caracterizados por una fuerte intensidad tecnológica algunas veces resultan ellos mismos tecnológicamente avanzados, aunque de hecho no lo sean. Para solventar estos inconvenientes, me parece útil hacer referencia a una metodología propuesta por Momigliano y Siniscalco, los cuales haciendo uso de la *noción de subsistema* de origen sraffiana y de la *noción de sector verticalmente integrado* propuesta por Pasinetti, buscan medir la I&D directa e indirectamente incorporada en el producto final (Momigliano, Siniscalco, 1984).

Del teorema de la proporción de los factores a los resultados paradójicos del Leontief

La teoría neoclásica del comercio internacional debe su mayor contribución al trabajo de los economistas Eli F. Heckscher y Bertil Ohlin. Ellos formularon el *teorema de la proporción de los factores*, el cual afirma que la ventaja comparativa viene determinada con base en las diversas dotaciones relativas de los factores productivos

entre los países que comercian. Un país exportará aquellos bienes en cuya producción se emplee más intensamente el factor del cual está dotado con más abundancia.

Precisemos ahora lo que se entiende por *intensidad* y por *abundancia* de los factores. En relación a la intensidad de los factores, un proceso productivo viene definido de *alta intensidad de capital* cuando hay un empleo proporcionalmente mayor de cantidad de capital con respecto a la cantidad de los otros factores de la producción (en este caso referido al trabajo). En cambio, se define de *alta intensidad de trabajo* cuando el trabajo se emplea en una medida proporcionalmente mayor con respecto a los demás factores de la producción (en este caso relacionado al factor capital).

Cuando se habla de abundancia de los factores, hay que distinguir entre un concepto físico y un concepto económico. Desde el punto de vista físico un factor, como por ejemplo el trabajo, se configura abundantemente en el país A con respecto al país B, si el país A está dotado con más unidades de trabajo por unidad de capital. Hay, por lo tanto, que comparar la relación trabajo-capital entre los países.

Desde el punto de vista económico un país A es abundante en trabajo con respecto al país B, si la relación salario-renta del país A es menor que la del país B.

Este modelo se basa en las siguientes hipótesis:

- 1) Dos países, dos bienes de consumo final y dos factores de la producción: trabajo y capital;
- 2) Rendimientos de escala constantes;
- 3) Completa movilidad de los factores en el interior de cada país y perfecta inmovilidad entre los países;
- 4) Perfecta movilidad internacional de los productos;
- 5) Igualdad tecnológica en los dos países;
- 6) Especialización incompleta: ningún país se especializa completamente en la producción de un solo bien;
- 7) Competencia perfecta en el mercado de los factores productivos y en el mercado de los bienes;
- 8) Ausencia de costos de transporte y de cualquier tipo de obstáculo a los intercambios;
- 9) Igualdad de gustos de los consumidores en los dos países.

En 1954 Leontief efectuó un estudio empírico sobre el teorema de H.O. para demostrar que los E.U.A. (el país con la mayor abundancia de capital) exportaba bienes de alta intensidad de capital e importaba bienes de elevada intensidad de trabajo. Sin embargo, los resultados de su trabajo fueron *paradójicos*, ya que resultó que las importaciones de los E.U.A. se caracterizaban por un 30% más de capital por trabajador en

comparación a sus exportaciones. En su investigación él se concentró en el año 1947 y limitó todos los factores productivos al capital y al trabajo. Las industrias fueron divididas en 50 sectores. La búsqueda estableció que la relación capital-trabajo era de 14.000 dólares por trabajador-año para las exportaciones y de 18.000 dólares para las importaciones.

La importancia del progreso técnico en el proceso de especialización internacional

El modelo de H.O. se ha basado en una serie de hipótesis limitantes y sobre una estructura del modelo sustancialmente estática que ha reducido de manera sensible su capacidad explicativa. Entre las varias críticas que le han sido hechas se nombran algunas que presentamos a continuación:

- 1) Partiendo de la hipótesis de competencia perfecta, que regula tanto el mercado de bienes como aquel de los factores productivos, descuida completamente la presencia en el mercado mundial de *grupos multinacionales* que actúan hacia posiciones siempre más monopolistas;
- 2) No considera el fenómeno de la *inversión en la intensidad fabril*: por ejemplo, para bajos niveles productivos pueden ser preferibles técnicas intensivas en trabajo, que, sin embargo, después de un cierto nivel de producción, podría ser más conveniente sustituirlas con técnicas más intensivas en capital (de este modo se pone en discusión la hipótesis de H.O., por la cual cada país se especializará en el bien que utilice más intensamente el factor más abundante, ya que la especialización lleva consigo sensibles variaciones en la cantidad producida de los dos bienes);
- 3) Descuida el rol del *progreso técnico*.

En la realidad económica, a la cual nos enfrentamos cotidianamente, resulta impensable ignorar el rol que el progreso técnico ejerce en la determinación de los equilibrios en el interior de los mercados, sean nacionales o internacionales. La producción de un bien se sustituye rápidamente por otro, tanto en la hipótesis de *innovaciones de tipo incremental* (que hacen posible mejoras de productos o de procesos productivos ya existentes), como en la hipótesis de *innovaciones de tipo discontinuo* (es decir, innovaciones que generan cambios radicales en los ambientes en donde se desarrollan y difunden: antibióticos, fertilizantes, materias plásticas, etc.).

Las empresas, que operan necesariamente en un contexto de tipo evolutivo sujeto a cambios continuos, deben enfrentarse con el *empuje tecnológico* que va a influenciar su posición sobre el mercado. Partiendo de este tipo de consideraciones se ha desarrollado una nueva línea de investigación que ha individualizado en el progreso técnico el parámetro de referencia para la explicación del fenómeno de la especialización internacional en la producción de bienes. Desde este punto de vista, la superioridad estadounidense en la especialización de productos nuevos encuentra una razonable justificación

en su fuerte inversión en actividades dirigidas al desarrollo innovador. Se ha pasado, entonces, de una interpretación del comercio internacional con un progreso técnico exógeno (teorema de H.O.) a una nueva interpretación donde el progreso técnico, además de ser considerado endógeno, constituye también la causa última de la especialización internacional en la producción de bienes.

Siguiendo la tradición schumpeteriana según la cual, partiendo de una situación de equilibrio estacionario, el empresario innovador es aquél que a través de las innovaciones pone en marcha el proceso de desarrollo económico, también en el área del comercio internacional el progreso técnico es por fin reconocido como una variable de fundamental importancia para la determinación de las ventajas comparativas.

La teoría de la brecha tecnológica de Posner

La teoría de la brecha tecnológica de Posner es una teoría de tipo dinámico que se contrapone al modelo estático propuesto por H.O. Posner atribuye al cambio tecnológico una función de primera importancia para el crecimiento de un país en términos de competitividad internacional de su comercio (Posner, 1961). Todo esto presupone que las funciones de producciones no son idénticas en los diferentes países. El cambio tecnológico se configura como el resorte propulsor para la creación de nuevos productos en grado de asignar al país innovador una posición de monopolio en el mercado internacional, lo cual le permite aumentar el volumen de sus exportaciones. Esta situación de monopolio se mantiene hasta que el resto de los países aprendan a producir los nuevos productos. En otras palabras, las ventajas de los países innovadores están vinculadas a un cierto período de tiempo determinado por la duración de la brecha en la imitación tecnológica.

El intervalo de tiempo que existe entre el momento en el cual empezó la producción del nuevo bien en el país innovador y el momento en el cual el otro país comience también a producir el mismo bien se define "imitation-lag". Pero, la actividad de imitación puede ser obstaculizada por la presencia de las economías de escala y sobre todo por aquéllas de tipo dinámico. Uno de los factores que incide mayormente sobre este tipo de economía está representado por la presencia de *innovaciones a racimos*. Este tipo de innovaciones favorece al país que ha sido el primero en introducir un bien o un proceso productivo nuevo que habrá de operar a lo largo de un determinado sendero innovativo, ya que con respecto a otro país puede gozar de una posible conexión técnica entre una innovación y las sucesivas.

Sobre la base de los conceptos contenidos en el modelo de Posner, Freeman efectuó un estudio empírico con el fin de analizar la especialización por parte de Alemania Occidental en el sector de los productos plásticos (Freeman, 1963). Resultó que Alemania Occidental por una parte estaba fuertemente especializada en este sector productivo, mientras que por otra, con referencia a los costos de materia prima, de capital y de trabajo, no presentaba conveniencia económica alguna capaz de justificar este tipo

de especialización. ¿Cómo se explicaba esto? Según Freeman, la solución había que encontrarla en la superioridad tecnológica que Alemania demostraba en este sector, la cual era medida por los siguientes indicadores:

- Las inversiones en los gastos de I&D;
- El número de innovaciones que habían sido colocadas en el mercado;
- El número de las patentes realizadas.

Freeman fue también un precursor de la *teoría del ciclo del producto*, desarrollada algunos años después por Vernon. En el curso del proceso innovativo originado por parte de la empresa que es líder en las inversiones en I&D, Freeman distingue tres fases de producción:

- 1) La primera fase es aquella de las inversiones en gastos de I&D, la cual termina con la creación de un nuevo producto y, generalmente, con la realización de patentes: ésta cubre generalmente un intervalo de tiempo comprendido entre los cinco y diez años;
- 2) La segunda fase se caracteriza por la producción en gran escala con una actividad de investigación orientada en gran parte hacia el desarrollo: ésta dura entre los quince y veinticinco años y termina generalmente al vencerse las patentes;
- 3) En la tercera fase, a medida que las barreras a la imitación van cayendo y los precios comienzan a disminuir, aumenta el número de las empresas en el mercado; la competencia originada por el progreso tecnológico se vuelve progresivamente menos importante, mientras que un mayor valor será atribuido al costo de la materia prima y a los factores productivos.

La teoría del ciclo del producto de Vernon

Un importante concepto, elaborado por Linder (Linder, 1961), fue tomado por Vernon como premisa a su teoría del ciclo del producto (Vernon, 1966). Este concepto puede ser así resumido: los productores locales, que operan en el interior de cualquier mercado, tienen las mayores probabilidades de darse cuenta de las oportunidades existentes para la introducción de productos nuevos (en el mercado local en el cual operan) respecto a los productores que operan en otra parte. Partiendo de esta consideración, Vernon analiza la tipología del mercado norteamericano, que se presenta como sigue:

- 1) El consumidor en el mercado norteamericano tiene entradas promedio mayores que cualquier consumidor en cualquier otro mercado: en un contexto de este tipo, están todas las premisas para ofrecer los productos nuevos en grado de satisfacer las necesidades del consumidor más exigente y sofisticado;
- 2) Los costos unitarios de mano de obra son muy altos y, por lo tanto, para la producción de nuevos bienes se hacen necesarias técnicas productivas con ahorro de trabajo.

Una vez establecidas las características principales de la realidad económica norteamericana, el autor relaciona la gran inversión por parte de los E.U.A., en actividades innovadoras, a las exigencias de satisfacer las necesidades arriba indicadas.

Otra temática que se enfrenta en la teoría del ciclo del producto de Vernon es aquella de la selección de la ubicación de las infraestructuras productivas de los nuevos bienes. ¿Las unidades productivas se encontrarán en el interior del país o en el exterior? Según Vernon, las primeras instalaciones se encontrarán en los E.U.A. La razón principal de esto debe encontrarse en la necesidad de la cercanía del mercado, porque el nuevo producto, no siendo aún estandarizado, es susceptible de continuas y nuevas modificaciones.

La teoría de Vernon se desarrolla en la óptica que cada producto evoluciona a través de tres etapas: *el producto nuevo, el producto en maduración y el producto estandarizado.*

En la primera etapa, la búsqueda tecnológica es de fundamental importancia, ya que ella determina la creación de un producto nuevo. Esta fase inicial presenta las siguientes características:

- 1) La producción es intensa en investigación y poco intensa en capital, ya que no necesita todavía de maquinaria especializada;
- 2) El nivel de producción (que es monopolista u oligopolista) es bajo, a causa del elevado grado de incertidumbre: las características del producto todavía no están bien definidas (ya que los gustos de los clientes no han sido plenamente conocidos) y los productos pueden estar sujetos a errores;
- 3) Los precios son altos y la demanda es inelástica;
- 4) El know-how científico y de ingeniería es un factor estratégico esencial para entrar en el mercado y para establecer el nivel de competencia.

Cuando el producto madura, se llega a un nivel de producción masiva debido a la reducción de la incertidumbre de las condiciones del mercado que hace aumentar el número de empresas que operan en el sector. La demanda es menos inelástica y la competencia empuja hacia la rebaja del precio del producto.

En la etapa del producto estandarizado la investigación tecnológica pierde su importancia por cuanto las características del producto permanecen inalteradas y la tecnología es incorporada en las maquinarias. Además, siempre se necesita menos mano de obra especializada. En esta fase resultan determinantes, como factores de competitividad, las economías de escala y el mercado.

De la dinámica de esta teoría, se desprende que en la primera etapa, a los países económicamente más desarrollados, con enormes medios financieros para destinar a actividades de I&D de nuevos productos y técnicas productivas, les conviene especializarse en productos nuevos. Este puede ser el caso de los E.U.A.

En la fase del producto en vía de maduración, cuando la incertidumbre se ha reducido y el proceso de difusión de las técnicas es muy avanzado, la producción se puede desplazar a Europa.

Por fin, cuando el producto es estandarizado, la producción se puede extender también a los países en vías de desarrollo, ya que no se necesita de mano de obra especializada y el precio del factor trabajo es mucho más bajo. Por lo tanto, según Vernon, los E.U.A. se deben especializar en la producción de nuevos bienes, intensivos en capital, destinados a consumidores ricos, para después al final del ciclo, reimportar los mismos bienes desde países en vía de desarrollo.

La teoría de Vernon ha sido sometida a investigaciones empíricas para poder validarla. Algunos autores han evidenciado comportamientos contradictorios, como por ejemplo el caso de empresas europeas que han realizado inversiones en los E.U.A. en la producción de bienes donde las empresas europeas no poseían una superioridad tecnológica en comparación con las americanas (Franco, 1976). El mismo Vernon (Vernon, 1979) ha subrayado cómo los cambios a nivel internacional en los últimos quince años han reducido la capacidad interpretativa de su modelo. El autor, ya en 1974, había revisado su teoría (Vernon, 1974). Por ejemplo, mientras que en el trabajo original de 1966 la fase del producto maduro está caracterizado por la disminución de las estructuras oligopolistas, en su nueva versión reconoce la posible permanencia de estas estructuras también en esta fase.

El ciclo del producto en la interpretación de Hirsch

Hirsch ha intentado explicar el funcionamiento del comercio internacional a través de una integración del modelo de H.O. con las nuevas teorías tecnológicas (Hirsch, 1965, 1967). El teorema de la proporción de los factores viene, por lo tanto, dinamizado y alargado. Con esta finalidad el progreso técnico es considerado al mismo nivel que un factor productivo y la ventaja comparativa no se configura más como un dato estático, ya que puede variar de forma rápida de un país a otro. Los factores productivos incluidos en su modelo son los siguientes:

- 1) Capital;
- 2) Trabajo no calificado;
- 3) Economías externas;
- 4) Actividad direccional;
- 5) Progreso técnico.

Las fases de vida en la que se desarrolla el producto en la teoría de Hirsch son:

- *la fase introductoria* que está caracterizada por una función de producción intensiva en trabajo. Los costos unitarios son muy elevados y se deben sobre todo al empleo

de personal técnico altamente especializado y de científicos. La presencia de estas figuras profesionales es esencial, ya que constituyen las premisas para el éxito de todo el ciclo de producción. En esta fase inicial el producto está sujeto a continuos cambios y por lo tanto la producción se desarrolla en pequeñas cantidades.

- *La fase de la madurez* se distingue por la presencia de unidades productivas más grandes, donde las economías de escala juegan un rol fundamental en el proceso competitivo. El trabajo semi-especializado y el trabajo común prevalecen, mientras que el proceso de producción se vuelve siempre más intensivo en capital.

A diferencia de cuanto sucede en el modelo propuesto por Vernon, en esta otra versión del proceso de vida del producto hasta pequeños países desarrollados como, por ejemplo Suiza, Holanda y Suecia, son los que pueden desempeñar el rol de protagonistas en la fase inicial del ciclo. Según Hirsch, estos países pueden tener una ventaja comparativa en la producción de productos nuevos, con la condición de contar de un buen nivel de know-how científico y tecnológico a costos relativamente bajos. En cambio, en la fase de crecimiento son países como los E.U.A. los que tienen la más alta ventaja comparativa. Esto parece relacionado con el hecho que líderes industriales como los E.U.A. gozan de mayores beneficios en aquellos procesos productivos donde son mayores las economías de escala, los capitales empleados y el factor gerencial. Por último, la ubicación de los complejos productivos en la fase final privilegia a los países en vía de desarrollo tanto en el caso de industrias intensivas en trabajo, como la textil, como en el caso de las industrias intensivas en capital como la del acero en la India.

Algunos intentos, aunque discutibles, de verificación empírica del modelo fueron realizados por el mismo Hirsch. El analizó la industria electrónica en los E.U.A. y encontró una correlación positiva entre la tasa de incremento de la producción estadounidense y la tasa de incremento del saldo comercial.

Sin embargo, una fuerte limitación de tal verificación recae en el tipo de indicador pre-escogido. Las variaciones del saldo comercial no son plenamente significativas de la ventaja comparativa que se quiere examinar, porque reflejan, además de las variaciones de las ventajas comparativas, también las variaciones de la dimensión del mercado.

El gasto en investigación y desarrollo como indicador del progreso técnico y la contribución de Klein

Hasta ahora, al indagar sobre las causas que se encuentran en la base del fenómeno de especialización internacional, en una óptica de progreso técnico endógeno, se ha hablado genéricamente de la actividad innovadora que se debería concretizar con la creación de un nuevo producto o de un nuevo proceso productivo.

Con la finalidad de evaluar los esfuerzos que las empresas sostienen en esta dirección, es necesario seleccionar algunos parámetros que nos puedan ayudar a captar aquellas empresas que en su mayoría están empeñadas a lo largo del sendero innovador.

Uno de los parámetros que se presta para captar estas señales nos es suministrado por los gastos en I&D entendidos como un indicador de input tecnológico. ¿Qué significa exactamente I&D?

Por *actividad de investigación y desarrollo* se entienden todas aquellas actividades dirigidas a la ampliación de los conocimientos científicos y tecnológicos. La investigación aplicada e investigación de desarrollo.

Por *investigación de base* se entiende una actividad de estudio, desarrollada sistemáticamente, con el objeto de aumentar el nivel de conocimientos. Su finalidad es puramente cognoscitiva y al mismo tiempo se aleja de cualquier implicación sobre el proceso productivo, que la adquisición de nuevos conocimientos podría determinar.

Por *investigación aplicada* se entienden todas aquellas actividades dirigidas hacia la ampliación del conocimiento, pero con el fin primario de conseguir una aplicación práctica que pueda de algún modo influir sobre el proceso productivo.

Por *investigación de desarrollo*, finalmente, se entiende aquella actividad que, sobre la base de conocimientos científicos ya conocidos, se propone realizar concretamente nuevos productos, procesos productivos y servicios con la finalidad de alcanzar resultados económicos provechosos.

El objetivo último de la actividad de investigación es el de realizar invenciones e innovaciones. A menudo, en el lenguaje común a estas dos palabras se atribuye el mismo significado, aunque en realidad se trate de dos conceptos bien diferentes. La *invención* se configura como el simple avance de la ciencia, independientemente de las consecuencias de tipo económico que tal avance puede producir. En cambio, la *innovación* ocurre cuando los conocimientos, adquiridos en el proceso inventivo, son aplicados para la realización de objetivos comerciales.

Con relación a la influencia que las innovaciones puedan tener en el ámbito del proceso productivo con respecto al uso de los factores productivos, aquéllas se distinguen en neutrales, ahorrativas en trabajo y ahorrativas en capital.

Al inicio de los años sesenta, el interés se había concentrado justamente alrededor de los gastos de I&D. Se buscaba, por medio de la relación entre los gastos de I&D y el rendimiento nacional bruto, explicar el "gap" tecnológico existente entre los E.U.A. y los otros países industrializados. Siguiendo esta línea, la supremacía tecnológica estadounidense encontraba una explicación en las altas inversiones que los E.U.A. efectuaban con respecto a los otros países industrializados.

Roger Klein ha desarrollado una teoría dinámica de la ventaja comparativa en la cual las inversiones en gastos de I&D son tomadas como parámetro para la explicación del "gap" tecnológico existente entre los E.U.A. y los otros países. En general, las empresas invierten en I&D para aprender algo sobre sus procesos de producción, cuyos efectos acumulativos son formalizados en una función de conocimiento. R. Klein sugiere la formulación de una teoría de las ventajas comparativas, a través de una formalización

de la *actividad de aprendizaje* (derivada del empleo de científicos e ingenieros) con la finalidad de mejorar el proceso productivo de nuevos bienes. Para individualizar la ventaja comparativa de un país, él distingue dos tipos de ventajas: una ventaja estática y una ventaja de aprendizaje.

La *ventaja estática* es aquella originada por un cierto empleo de los factores productivos, capital o trabajo, para la producción de un bien que del punto de vista tecnológico no presenta contenido innovador alguno.

La *ventaja de aprendizaje* se caracteriza por el empleo de factores de aprendizaje como, por ejemplo, científicos e ingenieros, los cuales generan un proceso productivo tecnológicamente superior a aquél de la ventaja estática.

El supone un mundo compuesto por dos países y en el cual un país presenta una ventaja de aprendizaje y el otro una ventaja estática. Si la ventaja de aprendizaje domina a la ventaja estática, el primer país tendrá una ventaja comparativa en la producción del bien objeto de examen. Sin embargo, si la ventaja de aprendizaje declina en el tiempo, porque las oportunidades de aprendizaje adicional se han agotado o porque países extranjeros imitan el proceso productivo del bien, entonces la ventaja comparativa se desplazará al segundo país. En esta óptica, las empresas de los E.U.A. se configuran como aquellas que tienen una ventaja de aprendizaje con respecto a las empresas extranjeras de la competencia. Pero, dicha ventaja puede ser disfrutada sólo si el proceso productivo es articulado en el interior de los límites geográficos estadounidenses, ya que la realidad norteamericana se caracteriza por:

- 1) La existencia de una excelente comunicación entre las universidades, el gobierno y las industrias;
- 2) La mayor parte de las herramientas relativas a la actividad de I*D desarrollada por las empresas están ubicadas en este territorio.

El contenido innovador verticalmente integrado en el producto final

Como hemos visto en las páginas anteriores, uno de los indicadores de intensidad tecnológica mayormente usado, para estimar el contenido tecnológico en un producto, está constituido por los gastos del I&D. En la medida que la investigación científica y tecnológica se configura como el input para la creación de un producto innovador, es necesario saber distinguir entre la investigación directamente desarrollada para la producción del bien objeto de examen y aquella incorporada vía inputs intermedios en el producto final. Efectivamente, en la investigación empírica si no se tiene muy clara esta distinción se corre el riesgo de clasificar algunos productos como *productos de alto contenido innovador*, aunque de hecho tal calificación se debe a que incorporan *inputs intermedios* para cuya producción ha sido necesaria una fuerte inversión en I&D.

Con relación a estos problemas, Franco Momigliano y Doménico Siniscalco han propuesto una nueva línea de investigación, denominada el *contenido innovador verticalmente integrado en el producto final*, ideada para medir la intensidad tecnológica (es decir la I&D directa e indirectamente incorporada en el producto final) de los sectores productivos industriales (Momigliano, Siniscalco, 1984). Ellos parten de una crítica a los enfoques tradicionales basados en regresiones o correlaciones de industrias cruzadas (cross-industries), donde la intensidad tecnológica contenida en los productos es calculada basándose en la hipótesis simplificadora de que cada sector genera en modo exclusivo su propia tecnología. Esto significa que cada sector se clasifica con base en el contenido tecnológico encerrado en su producto final, despreciando, por lo tanto, los inputs intermedios incorporados en ellos.

Resulta evidente que tal metodología conduce a serios problemas de representatividad del fenómeno que se quiere describir. Cada producto final no deriva sólo de la actividad realizada por la industria que lo ha producido, sino es el resultado de todas las actividades realizadas también por las otras industrias de las cuales el sector de producción ha adquirido inputs intermedios. Sólo analizando las interdependencias entre los diversos sectores se puede llegar a una evaluación del fenómeno de la intensidad tecnológica lo más cercanamente posible a la realidad. Los autores citan el ejemplo de productos que vía inputs intermedios incorporan componentes microeléctricos u otros componentes tecnológicamente avanzados producidos en otros sectores y que influyen la clasificación del producto final.

Como alternativa, Mongliano y Siniscalco utilizan pruebas, por ellos definidas como agregadas, a través de instrumentos derivados de los análisis de las interdependencias sectoriales. La aplicación de esta metodología permite descomponer cada sector en subsistemas denominados verticalmente integrados y analizar un cierto tipo de producción como un sistema aislado de todos los demás. Al mismo tiempo permite la individualización de la contribución de cada uno de los sectores a cualquier otro. Esta metodología fue construida sobre la base de un operador que pone en evidencia todas las uniones directas e indirectas entre los sectores y los subsistemas. Tal operador es denominado operador B y es calculado de la siguiente forma:

$$(1) B = (\hat{X})^{-1} (I - A)^{-1} \hat{f}$$

donde:

X = vector producción bruta vendible,

f = vector de la demanda final,

$(I - A)^{-1}$ = matriz inversa de Leontief, y

$\hat{}$ = indica la transformación de un vector en una matriz diagonal.

El significado de la matriz B podrá resultar claro si se recuerda la definición de subsistema dada por Sraffa (1960) y la de sector verticalmente integrado formalizada por Pasinetti (1977).

Dice Sraffa: "Consideriamo un sistema di industrie (ciascuna delle quali produce una merce diversa) che si trova in istato reintegrativo... Un sistema di questo genere può esse diviso in tante parti quante sono le merci che formano il suo prodotto netto, e la sua divisione può essere fatta in modo che ciascuna parte formi il piú piccolo sistema reintegrativo il cui prodotto netto consista in un solo tipo di merce, chiameremo dette parti sub-sistemi. Per compiere questa operazione dobbiamo suddividere ciascuna delle industrie del sistema originario, e cioè suddividere i mezzi della produzione, il lavoro ed il prodotto netto di ciascuna industria, in parti di dimensioni tali che assicurino la reintegrazione di ciascun sub-sistema" (1960, p. 114).

En otros términos, dado el nivel f_i de producción neta del bien i -ésimo, de la producción *bruta* del conjunto de los $(n - 1)$ bienes que componen el sistema, *se extraen* sólo las cantidades directa e indirectamente necesarias en la producción de f_i . Usando una terminología de la informática se puede decir que todo el sistema productivo es *simulado* en el sector de la producción del bien i -ésimo.

Pasinetti formalizó la noción de Sraffa para llegar a la definición de "*coeficiente de trabajo verticalmente integrado*" y de "*unidad de capacidad productiva verticalmente integrada*".

Refiriéndose a los trabajos de Sraffa y de Pasinetti, Momigliano y Siniscalco elaboran los operadores para el año de 1970 y 1975. Estos fueron utilizados para la construcción de matrices de ocupación total, de trabajo calificado, de uso de capital fijo, de capital circulante, además de diferentes matrices tecnológicas. Por lo que concierne a estas matrices los indicadores de tecnología utilizados fueron tanto los encargados de la I&D, como los gastos de I&D evaluados a precios constantes. Ya que leyendo el operador B por renglón se evidencian las cuotas porcentuales del output de cada sector que contribuyen a los diversos subsistemas, al premultiplicar el operador por un vector diagonalizado \hat{r} (correspondiente al indicador I&D por sector) se obtiene la matriz cuadrada R de los flujos intersectoriales de tecnología. Leyendo la matriz por columna se puede atribuir a los diversos productos finales la cantidad de investigación efectuada en los distintos sectores del año t .

Sumando los elementos de los renglones de R se individualiza la I&D desarrollada en los sectores. En cambio, los elementos sobre la diagonal principal de la matriz R indican la I&D incorporada en el producto i , originada en el mismo sector de i . Entonces, leyendo la matriz por renglones se observa el destino de la I&D de cada sector. Esto permite la individualización de *sectores nodales* que suministran una cantidad ingente de I&D al resto del sistema. Leyéndola por columna se puede observar la procedencia de la I&D incorporada en cada producto.

De todos modos, hay que considerar que esta metodología está basada sobre dos hipótesis.

La primera provee una tecnología media para cada sector de referencia, prescindiendo por consiguiente, de la problemática ligada a la presencia de empresas de diversas dimensiones, con diferente tecnología entre las distintas empresas.

La segunda hipótesis es que la transferencia de tecnología entre sectores sea enteramente asimilable a la transferencia de los bienes y servicios que constituyen el objeto de la investigación en las tablas input-output o de las matrices de capital fijo.

Los límites de estas hipótesis son evidentes si se considera que no siempre los gastos de I&D se especifican en output concreto de innovación y que el contenido de innovación de cada bien y servicio puede ser distinto en los diversos sectores. Esto nos quita interés al enfoque de Momigliano y Siniscalco, dado que estos límites pueden ser superados sólo construyendo verdaderas matrices de los flujos de tecnología.

Conclusiones

En este trabajo se ha tratado de analizar las etapas más significativas sobre el tema de la especialización internacional en la producción de bienes. El paradigma neoclásico de la proporción de los factores ha sido sustituido por uno completamente distinto en el cual también los aspectos dinámicos, simbolizados en primer lugar por el progreso técnico, vienen finalmente considerados para explicar cómo se determina la ventaja comparativa. Siguiendo esta dirección, el "gap" tecnológico existente entre países intensivos en investigación y países intensivos en trabajo determina el tipo de especialización de los diferentes países en el mercado internacional. Los países tecnológicamente más avanzados, que invierten muchos recursos financieros en actividades de I&D, como por ejemplo los E.U.A., están destinados a la producción de nuevos bienes. En cambio, a los países tradicionalmente intensivos en trabajo les conviene producir bienes que hayan alcanzado la fase de madurez. Esta es la postura adoptada por Vernon en su teoría del ciclo del producto.

Una variante sobre el tema es sugerida por el modelo de Hirsch, en el cual pequeños países, como Suiza (para el sector farmacéutico) y Holanda (para el sector de la electrónica), se pueden especializar en la producción de nuevos bienes. El mayor obstáculo para estos países es su debilidad en la actividad de mercadeo (en el mercado internacional) con respecto a los países líderes industriales más tradicionales. Sin embargo, esta debilidad puede ser superada con la creación de sociedades multinacionales. El modelo de Hirsch, más que retomar los modelos tecnológicos, entra en los modelos neo-Heckscher-Ohlin. De hecho, el progreso técnico es considerado como un factor productivo cualquiera en coherencia con la lógica de la teoría de la disponibilidad de los factores de la producción.

En el ámbito de una interpretación del comercio internacional, donde el progreso técnico asume un rol particularmente significativo, se necesitan algunos indicadores de intensidad tecnológica para poder distinguir los países tecnológicamente avanzados de aquellos que no lo son. Roger Klein ha considerado las inversiones en actividades de I&D (entendidas como un índice de actividad innovadora) como una premisa imprescindible para el logro de aquello que él define como la ventaja de aprendizaje. Sin embargo, con la utilización de este tipo de indicador de intensidad tecnológica surgió el

problema de "spillovers" de tecnología entre las diversas industrias de un sistema económica. Con el fin de dar una respuesta a esta problemática ha sido reportada la contribución de Momigliano y Siniscalco, que con la construcción de matrices de flujos de tecnología, han tratado de superar los límites anteriormente mencionados.

Bibliografía

- AQUINO, A. (1978). *Dinamica della specializzazione internazionale e politica di riconversione industriale*. Milano. Franco Angeli.
- CHACHOLIADES, M. (1992). *Economía internacional*. MacGraw-Hill. Londres.
- DUNNING, J.H. (1988). *Explaining international production*. London. Unwin Hyman.
- FRANKO, G.L. (1976). *The European multinational*. London. Harper and Row.
- FREEMAN, C. (1963). "The plastic industry: a comparative study of research and innovation", en *National Institute Review*. November.
- (1982). *The economics of industrial innovation*. London. Frances Printer.
- GRUBER, W., Mehta, D., Vernon, R. (1967). "The R&D factor in international trade and international investment of states industries", en *Journal of Political Economy*, February.
- HEERTJE, A. (1977). *Economic and technical change*, London, Morrison & Gibb.
- HIRSCH, S. (1965). "The United States Electronics Industry in International Trade", en *National Institute Economic Review*, November.
- (1967). *Location of Industry and International Competitiveness*, Oxford University Press. Oxford.
- KEESING, D.B. "International Economics: Progress and Transfer of Technical Knowledge, Labor Skills and Comparative Advantage", *The American Economic Review*, May.
- KLEIN, R.W. (1973). "A Dinamic Theory of Comparative Advantage", en *The American Economic Review*, March.
- LINDER, S.B. (1961). *An Essay on Trade and Transformation*, Stoccolma, Demquist & Wiksell.
- LEONTIEF, W. (1956). "Factor Proportions and the Structure of American Trade", en *Review of Economics and Statistics*, November.
- MOMIGLIANO, F., Dosi, G. (1982). *Tecnologia e organizzazione industriali internazionali*, Bologna, Il Mulino.
- MOMIGLIANO, F., Siniscalco, D. (1982). "Note in tema di terziarizzazione e de industrializzazione", en *Moneta e Credito*.

- (1984). "Specializzazione internazionale e caratteristiche dell'offerta", en *Moneta e Credito*.
- ONIDA, F. (1985). A cura di, *Innovazione, competitività e vincolo energetico*, Bologna, Il Mulino.
- PASINETTI, L. (1977). *Contributi alla teoria della produzione congiunta*, Milano, Il Mulino.
- POSNER, M.V. (1961). "International Trade and Technical Change", en *Oxford Economic Papers*, October.
- (1970). "Technical Change, International Trade and Foreign Investment", in Streeten P., ed., *Unfashionable Economics*, Weidenfeld & Nicolson, London.
- ROCCAS, M. (1975). *Nuove teorie del commercio internazionale*, Milano, Etas Libri.
- SOLOW, R.M. (1963). *Capital Theory and the Rate of Return*, Amsterdam, North Holland.
- SRAFFA, P. (1960). *Produzione di merci a mezzo di merci*, Torino, Einaudi.
- STONEMAN, P. (1983). *The Economics of Technological Change*, Oxford University Press. Oxford.
- VERNON, R. (1966). "International Investment and International Trade in the Product Cycle", en *Quarterly Journal of Economics*, May.
- (1974). "Competition Policy Toward Multinational Corporations", en *The American Economics Review*, May.
- (1974). "The Location of Economic Activity", in Dunning, J., ed., *Economic Analysis and the Multinational Enterprise*, London, Allen & Unwin.
- (1979). "The Product Cycle Hypothesis in a New International Environment", en *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, November.
- VILLARREAL, René, ed. (1979). *Economía internacional*, México, Fondo de Cultura Económica.
- WELLS, L.T. (1969). "Test of a Product Cycle Model of International Trade: U.S. Exports of Consumer Durables", en *Quarterly Journal of Economics*, February.
- VERNON, R., ed. (1970). *The Technology Factor in International Trade*. York-London, Columbia University Press.