

Progreso tecnológico, progreso técnico y desarrollo. Una aplicación al caso español

I. PROGRESO TECNOLÓGICO, PROGRESO TÉCNICO Y FACTOR RESIDUAL

Los términos «técnica» y «tecnología» se usan a veces como sinónimos, aunque en sentido estricto el concepto de técnica se refiere propiamente a los métodos o sistemas de producción y el de tecnología al conjunto de conocimientos relativos a tales métodos. Según Mansfield,¹ la tecnología productiva, puede considerarse integrada por los siguientes grupos de conocimientos: *a)* los relativos a los principios de los fenómenos físicos y sociales, *b)* los concernientes a la aplicación de dichos principios a la producción y *c)* los referentes a las propias operaciones de la producción.

Como es obvio, la tecnología no es invariable, sino que los conocimientos que la constituyen se encuentran en constante evolución. El progreso tecnológico se basa en el de la ciencia, pero es distinguible del avance científico por su finalidad eminentemente práctica, de aplicación al proceso productivo. Por otra parte, no es infrecuente que el avance tecnológico se concrete en invenciones que no se basan propiamente en nuevos conocimientos científicos, sino que son en gran medida el resultado de la observación, la destreza o el sentido común. Con todo, en términos globales, es incuestionable que el avance tecnológico depende del progreso científico, el cual determina el tipo y las características de aquél. Además, ambos fenómenos están cada día más relacionados a causa del desarrollo de la ingeniería que ha acelerado notablemente la transformación del avance científico en progreso tecnológico.

La introducción en el proceso productivo de un nuevo método o sistema de trabajo constituye, en sentido amplio, el progreso técnico. Como consecuencia de esta introducción suele suceder que la cantidad de producto que antes se obtenía con unas disponibilidades determinadas de los factores productivos, resulta aumentada. En tal caso, es decir, cuando la productividad

1. E. MANSFIELD, *The economics of technological change* (W. Norton and Co, New York, 1968), pp. 10 y ss.

de los factores se incrementa, hay progreso técnico en sentido económico. La productividad, entendida como la cantidad de producto obtenida por unidad de factor empleado, es la medida del progreso técnico en sentido económico y su aumento el efecto inmediato de aquél.

1. Atendiendo a sus efectos en la productividad de los factores cabe distinguir tres clases de progreso técnico: neutral, ahorrador de trabajo (*labour saving*) y ahorrador de capital (*capital saving*).

Como pone de relieve Hicks,² en un mercado de libre competencia una invención sólo puede ser adoptada si su efecto último es el aumento del producto nacional. Para ello es necesario que aumente los beneficios del empresario disminuyendo sus costes de producción, o sea, que le permita obtener la misma cantidad de producto que obtenía con anterioridad a su adopción, con un menor empleo de recursos. Los recursos que la invención deja libres pueden entonces emplearse en aumentar la oferta del producto en cuya elaboración la invención se utiliza, o si la demanda del producto es inelástica, en aumentar la oferta de otros productos distintos, pero en cualquier caso con el resultado final de aumentar el producto nacional.

Si bien todas las invenciones aumentan el producto nacional, no pueden, en cambio, aumentar el producto marginal de todos los factores de la producción en la misma proporción. Si los mencionados factores se reducen al trabajo y el capital, las invenciones pueden clasificarse en invenciones que ahorran trabajo (*labour saving*) o invenciones que ahorran capital (*capital saving*) según que, respectivamente, aumenten en mayor proporción la productividad marginal del capital que la del trabajo o viceversa, permaneciendo constante la relación entre los inputs de ambos factores. De acuerdo con esta definición un invento *labour saving* es aquel que dada una determinada relación entre los inputs de los factores, aumenta más el producto marginal del capital que el del trabajo, y un invento *capital saving* el que produce el efecto contrario.³

Harrod,⁴ establece una distinción entre invenciones *labour saving*, *capital saving* y neutrales, algo distinta de la de Hicks. Para Harrod, un invento debe calificarse de *labour saving* o ahorrador de trabajo cuando su aplicación al proceso productivo implica, manteniéndose invariable, el tipo de interés, un incremento de la relación entre el capital requerido y la producción (coeficiente de capital). Los inventos ahorradores de capital, o *capital saving*, entrañan, por el contrario, una reducción de dicha relación, y los inventos neutrales son aquellos que la dejan invariada. Así pues, los inventos ahorradores de mano de obra, se caracterizan por absorber capital, pero en

2. J. R. HICKS, *Theory of wages* (Mac Millan, Londres, 1932), pp. 121-127.

3. El concepto de Hicks es, en realidad, una reformulación del de Pigou, quien definió el progreso técnico ahorrador de trabajo en el seno de una industria, ninguno de cuyos productos es adquirido por la mano de obra, como aquel que disminuía la relación capital-trabajo en el resto de las industrias (lo que equivale a disminuir en términos absolutos la productividad marginal del trabajo). Ver A. C. PIGOU, *Economía del bienestar* (Aguilar, Madrid, 1954), pp. 568 y ss.

4. R. F. HARROD, *Hacia una economía dinámica* (Tecnos, Madrid, 1966), p. 38.

cambio, un invento puede ahorrar capital, es decir, disminuir la relación capital-producto, sin absorber mano de obra, es decir, sin aumentar la relación mano de obra-producto.

Un tercer concepto de neutralidad del progreso técnico es el denominado de «precios constantes», según el cual una innovación es neutral si su introducción en el proceso productivo no altera la proporción en que se aplican los factores dada una determinada relación salario/precio del capital. Blaug ha demostrado que este concepto, a nivel global, es equivalente al de Hicks.⁵

Una distinción totalmente diferente de las anteriores es la que se establece entre invenciones o cambios técnicos autónomos e inducidos. El predominio en los países con un cierto grado de desarrollo de las invenciones *labour saving* unido al hecho empírico de la relativa abundancia del factor capital respecto al factor trabajo han sugerido la existencia de un mecanismo de inducción en virtud del cual los cambios en la estructura de los precios de los factores, serían la causa principal de determinadas innovaciones.

Frente a estas innovaciones inducidas, que por razones expuestas hay que admitir como fundamentalmente del tipo *labour saving*, existirían otras innovaciones cuyo efecto en la productividad de los factores no estaría en principio determinado, y que se califican de innovaciones autónomas.

Por último, cabe hablar también de progreso técnico «incorporado» (*embodied* en la terminología anglosajona) y «no incorporado» (*disembodied*), según que su introducción en el proceso productivo se efectúe o no a través de nuevos bienes de equipo. El progreso técnico «incorporado», suele ser desde el punto de vista de su efectos en la productividad de los factores, del tipo *labour-saving*, ya que los nuevos bienes de equipo, implican normalmente un uso más intenso de capital que los precedentes. El progreso técnico «no incorporado», está representado básicamente por técnicas de gestión u organización (por ejemplo, control de tiempos de mano de obra, normalización de productos, gestión de stocks, etc.) cuyo efecto sobre la productividad de los factores es distinto en cada caso.

2. Tradicionalmente, la teoría económica de la producción se ha venido ocupando del estudio de los problemas relativos a la aplicación de los factores, sin profundizar en la cuestión de la influencia del cambio técnico en la productividad a través de la modificación de la función de producción.

Los clásicos dejaron ya establecido que la cantidad obtenible de producto dependía de las cantidades aplicadas de los factores y del estado de la técnica, pero hasta hace algunos años no se desarrollaron en Estados Unidos los primeros trabajos empíricos para determinar la contribución del progreso técnico al crecimiento del producto. Como resultado de estos estudios, cuyos presupuestos teóricos se expondrán más adelante, se llegó a la conclusión de

5. M. BLAUG, «A survey on the theory of process innovation», en *Economica*, febrero 1963, pp. 13 y ss.

que los incrementos de los inputs de trabajo y capital, medidos convencionalmente,⁶ explican tan sólo una parte relativamente reducida del crecimiento del producto, debiendo atribuirse el resto de dicho crecimiento a la influencia de un factor «residual», que incluye entre sus principales componentes el progreso técnico.⁷

Ahora bien, la considerable influencia del factor residual en el crecimiento del producto que este tipo de trabajos ponen de manifiesto, se debe —como han señalado entre otros Denison y Griliches— a que en los mismos la expresión factor residual adquiere un sentido muy amplio, comprensivo no sólo del avance de los métodos o procedimientos de fabricación, sino también de las mejoras organizativas, el impacto de las economías de escala, y en general de todas las causas, cualesquiera que sea su naturaleza, que de alguna manera contribuyen a aumentar el producto, con la sola excepción del incremento de las cantidades de trabajo y capital aplicadas a los procesos productivos.

El factor residual así concebido es, por tanto, un «factor de incremento total de la productividad» que recoge los avances de la productividad del trabajo y el capital, debidos principalmente:

- al progreso técnico propiamente dicho (o sea al progreso de los conocimientos técnicos y del *management* aplicados a los procesos productivos)
- al aumento del nivel general de educación y las mejoras en la calificación profesional de la mano de obra
- a los rendimientos crecientes a escala, derivados de la ampliación del mercado.

II. PROGRESO TÉCNICO Y CRECIMIENTO. BREVE CONSIDERACIÓN HISTÓRICA

Mercantilistas y fisiócratas subrayaron ya el papel de la técnica en el proceso de crecimiento; los primeros consideraron como objetivo predominante de la economía política la aceleración del ritmo de incremento de la producción total, objetivo que debía realizarse, inmediatamente, mediante el pleno empleo de los factores productivos y, en último término, gracias al aumento del stock de dichos factores y de su capacidad tecnológica. Por su parte, los fisiócratas concedieron gran importancia a la introducción y difusión de métodos mejorados de producción agrícola, así como al establecimiento con carácter general de las condiciones que llevaran a ello.⁸

6. Sobre la medida convencional de los inputs de trabajo y capital, ver el apartado III de este estudio.

7. Ver, por ejemplo, R. SOLOW, «Technical progress and the aggregate production function», *Review of Economic and Statistics*, agosto, 1957, pp. 312-320.

8. B. F. HOSELITZ y otros, *Teorías del crecimiento económico* (Herrero Hermanos y Sucesores, Méjico 1964), pp. 38 y 51.

Los clásicos contemplaron el progreso técnico como la fuerza que en las economías capitalistas permitía compensar el crecimiento demográfico y mantener por algún tiempo en aumento la productividad. En opinión de Higgins,⁹ el desarrollo económico fue concebido por estos autores como una carrera entre progreso tecnológico y crecimiento demográfico, en la cual, el primero llevaría ventaja temporalmente, pero a la larga no podría mantenerla, lo que acabaría conduciendo a la economía al estado estacionario.

El progreso tecnológico dependía fundamentalmente de la acumulación de capital. Los clásicos pensaron que en todo momento, existía en una economía capitalista una oferta ilimitada de mejoras técnicas, las cuales se introducían en los procesos productivos, en la medida en que hubiese capital disponible para ello.¹⁰ El progreso técnico era básicamente una función de la inversión, la cual, a su vez, dependía del nivel y tendencia de los beneficios. Los clásicos no incluyeron en su análisis la posibilidad de que el progreso técnico pudiera resultar ahorrador de capital.

Marx, hizo aún mayor hincapié que los clásicos, en el papel fundamental del progreso técnico como motor del desarrollo capitalista, y percibió con claridad la relación de doble sentido que existe entre éste y la inversión. Sin embargo, y al igual que sus predecesores, concibió el cambio tecnológico como exclusivamente ahorrador de mano de obra. Como índice de la intensificación del uso de capital, característica del progreso técnico, utilizó la proporción entre el capital fijo o constante y el capital variable, a la que denominó «composición orgánica del capital». Esta relación mide, según Marx, «la masa de medios de producción comparada con la fuerza de trabajo que la pone en movimiento»¹¹ y presenta una tendencia secular al aumento.

Por lo demás, el progreso técnico es el determinante principal de los beneficios, ya que permaneciendo los salarios al nivel de subsistencia, los aumentos de productividad derivados de la introducción de nuevas técnicas incrementan las ganancias. El cambio técnico es, por consiguiente, la base del crecimiento del sistema, cuya propia dinámica conduce, no obstante, al colapso. Sobre este punto, aunque por razones distintas, Marx fue todavía menos optimista que los clásicos, pues pensó que la introducción progresiva de técnicas que implican un uso intensivo de capital, obligaría a aumentar constantemente la diferencia entre la producción por cabeza y el salario por trabajador si se quería mantener el nivel de la tasa de beneficios. Cuando esto no se lograra, el descenso de la tasa de beneficios provocaría la disminución de la inversión, lo cual repercutiría a su vez en el ritmo de introducción de nuevas técnicas y a partir de ahí en la producción por persona, volumen de salarios, nivel de ocupación, etc., iniciándose la marcha del sistema hacia el colapso.

9. Benjamin HIGGINS, *Desarrollo económico* (Aguilar, Madrid, 1968), p. 79.

10. I. ADELMAN, *Teorías del desarrollo económico* (Fondo de Cultura Económica, Méjico, 1964), p. 39.

11. K. MARX, *El capital* (Fondo de Cultura Económica, Méjico, 1959), vol. I, p. 517.

Uno de los rasgos fundamentales del pensamiento económico de Schumpeter fue poner de relieve el papel esencial que el empresario innovador desempeña en el proceso de desarrollo del sistema capitalista. En su obra *Teoría del desenvolvimiento económico*, expuso Schumpeter sus ideas sobre el tema, de las que nos interesa aquí destacar especialmente las relativas a su teoría de la innovación.

Define Schumpeter la innovación como «todo cambio en la función de producción que lleve consigo el incremento del volumen de esta última». La innovación comprende el progreso técnico y el descubrimiento de nuevos recursos y puede adoptar las siguientes formas:¹²

- Introducción de un nuevo bien.
- Introducción de un nuevo método de producción.
- Apertura de un nuevo mercado.
- Conquista de una nueva fuente de suministro de materias primas.
- Puesta en práctica de una mejora organizativa en una industria.

En su vertiente de progreso técnico, la innovación consiste esencialmente en la introducción de una invención en el proceso productivo, y constituye la función primordial del empresario, el cual es, en esencia, el hombre que percibe la potencialidad económica de una invención y la pone en práctica. Por tal motivo, el ritmo de progreso tecnológico y el de producción de innovaciones dependen de la oferta de empresarios, la cual, a su vez, está determinada por la tasa de beneficios y el clima social.

La inversión puede ser autónoma e inducida. La primera depende de la innovación. El desarrollo de la innovación está ligado, a la aparición en el mercado de nuevas firmas y sobre todo de nuevos hombres.

El innovador originario se ve rápidamente imitado por «racimos» de competidores que tratan de aprovecharse de las ventajas de la innovación. Si ésta es importante, genera oleadas de inversiones e innovaciones complementarias (como ocurrió en el pasado con el automóvil y los ferrocarriles) que contribuyen a aumentar considerablemente el ritmo de actividad de la economía. Tan sólo cuando el período de gestación de la inversión ha transcurrido, la tasa de inversión desciende hasta el nivel necesario para la simple reposición; la inversión neta cesa; la oferta monetaria se contrae; bajan los precios; descienden asimismo los beneficios; el impulso innovador se apaga y sobreviene la fase depresiva del ciclo.

Otra aportación de gran interés al estudio de estos problemas es la de Hansen. Partiendo de la distinción schumpeteriana entre inversión autónoma e inducida, considera este autor que la inversión autónoma es función de la tasa de progreso tecnológico, del ritmo de desarrollo demográfico y del de descubrimiento de recursos y que su comportamiento frente a estas tres va-

12. J. A. SCHUMPETER, *Teoría del desenvolvimiento económico* (Fondo de Cultura Económica, Méjico, 1963), p. 77.

riables de las que depende, se modifica con el tiempo, pues existe una tendencia general a que las innovaciones disminuyan la relación capital-producto, o sea ahorren capital. De esta manera, la respuesta de la inversión al progreso tecnológico, es, en opinión de Hansen, cada vez más débil y si éste es ahorrador de capital se convierte en un factor retardatario del crecimiento económico. Un nivel dado de inversión, si bien genera la misma renta monetaria que con anterioridad, produce en virtud del cambio técnico *capital saving* un incremento mayor de la producción que anteriormente, lo cual determina una presión crónica sobre el nivel de precios que en definitiva provoca que un nivel constante de inversión autónoma se vea progresivamente asociado a niveles más bajos de inversión inducida.

Domar, por su parte, observa que el crecimiento del grado de monopolio, fenómeno característico de las economías capitalistas avanzadas, y la institucionalización de las actividades de investigación, retardan la innovación. El ritmo de introducción de nuevas técnicas se ve frenado, dado un determinado ritmo de progreso científico, por el control monopolista de la investigación y de sus aplicaciones. La obsolescencia se ha convertido en una amenaza para la rentabilidad de las empresas y, por consiguiente, los monopolistas tienden a retrasar la introducción de nuevas técnicas con objeto de explotar al máximo las inversiones pasadas. Para ello se limitan a no introducir la técnica nueva hasta que los costes totales de producción originados por ella resulten inferiores a los costes variables de las antiguas, mientras que si la situación fuera de libre competencia, y no hubiere obstáculos en el acceso de nuevas empresas al mercado, éstas introducirían las nuevas técnicas a partir del momento en que los costes totales derivados de las mismas fueran inferiores a los costes totales de producción con las técnicas antiguas. En relación con estos problemas, Lange,¹³ observa que las invenciones cuyo efecto principal es aumentar el volumen de producción obtenible con unos inputs dados de factores (o sea, las que originan rendimientos crecientes a escala), pueden carecer de interés para el monopolista, cuyas ganancias no se verán incrementadas con la introducción de aquéllas, ya que para poder vender la producción adicional, habrá que rebajar los precios. Por consiguiente, el monopolio (y el oligopolio) discrimina en contra de las innovaciones que incrementa la escala de las operaciones y a favor de las que suponen un ahorro de factores.

En términos parecidos se expresa el neomarxismo. En su crítica al capitalismo monopolista que caracteriza hoy a la sociedad americana, Baran y Sweezy sostienen que en dicho sistema las innovaciones se introducen, en general, a una tasa más lenta que en condiciones de competencia, debido a que las grandes empresas se guían para su introducción no por la rentabilidad de los nuevos métodos considerados aisladamente, sino por su efecto neto en la

13. O. LANGE, «Note on innovation», en *Readings in the theory of income distribution* (ed. W. Fellner y B. H. Halley, Filadelfia-Toronto, 1946), p. 194.

rentabilidad total de la firma. De esto se desprende una conclusión de gran importancia: bajo el capitalismo monopolista no hay correlación necesaria, como en el sistema de competencia, entre el ritmo de progreso tecnológico y el volumen de inversión. El progreso tecnológico tiende a determinar la forma que toma la inversión pero no su cantidad.¹⁴

La teorización contemporánea sobre el desarrollo económico, considera por lo general a la innovación como el factor estratégico del crecimiento, y destaca que el progreso técnico ha de estar adecuadamente sesgado a fin de facilitar el pleno empleo de los recursos productivos. Bruton, por ejemplo, indica al respecto, que cuando el capital crece más aprisa que el trabajo —como ha ocurrido en la mayoría de los países occidentales durante el presente siglo— la relación marginal capital-producto experimenta una tendencia a subir a partir de algún punto, de lo que se sigue que el mantenimiento del ritmo de acumulación del capital exige la colaboración de las innovaciones, las cuales deben ser capaces de contrarrestar el incremento de la relación capital-producto proveniente del de la relación capital-trabajo.

Al propio tiempo, las innovaciones han de facilitar la aplicación de cantidades crecientes de capital al stock de mano de obra para conseguir, conjuntamente con los cambios en los precios de los factores, la plena ocupación de los stocks disponibles de trabajo y capital. Además, como a medida que se va intensificando el uso de capital, resulta cada vez más difícil la sustitución de la mano de obra, el progreso técnico debe aumentar la productividad marginal del capital relativamente a la del trabajo a fin de impedir el descenso del tipo de rendimiento de aquel factor y con ello el de su ritmo de acumulación.¹⁵

III. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA ESTIMACIÓN DEL RITMO DE AVANCE TÉCNICO

a) *El esquema neoclásico*

El ritmo de avance técnico de una economía no puede evaluarse directamente, sino que hay que recurrir como medida indirecta del mismo a estimar el aumento de la productividad del trabajo y el capital. Esta estimación se realiza en el esquema neoclásico por medio de la función de producción agregada, con la cual, bajo determinados supuestos, es posible medir la contribución al incremento del producto, del aumento de los inputs de los factores primarios y del de la productividad de dichos inputs. El comportamiento de dicha productividad, no es propiamente el efecto del «progreso téc-

14. P. A. BARAN y P. A. SWEETZ, *El capital monopolista* (Siglo XXI Editores, México, 1968), pp. 78-81.

15. H. J. BRUTON, «Teorización contemporánea sobre el crecimiento económico», en *Teorías del crecimiento económico*; B. F. HOSELITZ y otros, *op. cit.*, pp. 300 y ss.

nico», sino el del «factor residual», tal como ha sido definido anteriormente.

Sin embargo, como el progreso técnico es precisamente uno de los principales componentes de dicho factor, es corriente utilizar ambas expresiones como sinónimas,¹⁶ y así se hará en lo sucesivo.

Una función agregada de producción es básicamente una relación que liga el valor del producto nacional (si la agregación tiene amplitud nacional), con las cantidades aplicadas (inputs) de los distintos factores productivos.

La expresión más general de la función agregada de producción es la siguiente:

$$Q = f(K, L) \quad [1]$$

en la que Q representa el valor del producto y K y L los inputs de capital y trabajo medidos convencionalmente.

La medida convencional del input del factor trabajo, suele ser el número total de horas-hombre trabajadas en el período correspondiente, o bien el número de trabajadores. Como medida del factor capital suele tomarse el valor del stock neto del mismo a precios constantes, aunque desde un punto de vista estricto debería considerarse no el capital existente, sino el efectivamente empleado en la producción, deduciendo por consiguiente el valor del equipo inactivo.

Bajo los supuestos de:

- competencia perfecta de los mercados de los factores, en virtud del cual el trabajo y el capital se retribuyen según sus respectivas productividades marginales, y
- rendimientos constantes a escala de la función [1], lo que permite, en virtud del teorema de Euler, retribuir a los factores con la totalidad del producto,

Domar,¹⁷ ha formulado el índice de productividad total, el cual resulta de relacionar la tasa de incremento del producto con las de aumento de los inputs de capital y trabajo, ponderando estas últimas por las respectivas contribuciones de ambos factores a la formación del producto en el transcurso del período analizado. Este índice ha sido utilizado como medida del ritmo de progreso técnico en numerosos estudios empíricos, entre los que destacan los de Kendrick¹⁸ y el propio Domar.¹⁹

16. Ver, por ejemplo, R. SOLOW, «Technical progress and the aggregate production function», *op. cit.*

17. E. D. DOMAR, «On total productivity and all that», *Journal of Political Economy*, dic. 1962, pp. 597-608.

18. J. KENDRICK, «Productivity trends in US», Princeton, 1961.

19. E. D. DOMAR y otros, «Economic growth and productivity in the US, Canada, United Kingdom, Germany and Japon in the postwar period», *Review of Economics and Statistics*, febr. 1964.

Pero la rapidez del avance técnico puede también medirse, como antes se ha indicado, por medio de la dinamización de la función agregada.

Como la evolución de la técnica tiene lugar con el transcurso del tiempo, puede dinamizarse la función [1] mediante la expresión:

$$Q = f [K, L, A(t)] \quad [2]$$

en la que A representa el factor residual y t el tiempo. Como ha señalado Domar,²⁰ la función [2] en el caso de que el progreso técnico sea neutral en el sentido de Hicks, o sea no altere la relación marginal de sustitución entre trabajo y capital, toma la forma:

$$Q = A(t) F(K, L) \quad [3]$$

en la que Q representa el valor del producto a precios constantes, $A(t)$ es la expresión del progreso técnico «neutral» y K y L , son los inputs de capital y trabajo, medidos convencionalmente.

La determinación del ritmo de avance técnico a partir de una función de este tipo, exige adoptar determinados supuestos respecto a su forma. De hecho, en las aplicaciones empíricas se han venido utilizando fundamentalmente dos clases de funciones: la de Cobb-Douglas y la CES, cuyas características básicas pasamos a exponer:

La función de Cobb-Douglas presenta la siguiente forma analítica:

$$Q = A(t) L^\alpha K^\beta \quad [4]$$

en la que α y β son las elasticidades del producto respecto al capital y el trabajo y su suma, $\alpha + \beta$, representa el tipo de rendimientos a escala de la función, o sea, el incremento porcentual que experimenta la cantidad de producto al aumentar en un uno por ciento las cantidades aplicadas de los factores.

La contribución del progreso técnico al crecimiento del producto, deducida de la función de Cobb-Douglas, se obtiene a partir de la expresión:

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta Q}{Q} - \alpha \frac{\Delta L}{L} - \beta \frac{\Delta K}{K} \quad [5]$$

la cual, en el caso particular de rendimientos constantes a escala ($\alpha + \beta = 1$) se transforma en:

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta q}{q} - \beta \frac{\Delta k}{k} \quad [6]$$

20. E. DOMAR, «On the measurement of technological change», *Economic Journal*, 1961, pp. 709 y ss.

en la que $q = Q/L$ es el producto por unidad de trabajo y $k = K/L$ el capital por unidad de trabajo, siendo β la retribución del capital expresada en tanto por uno del producto. La expresión anterior, pone de manifiesto que la tasa de crecimiento del producto por unidad de trabajo depende del ritmo de progreso técnico y de la intensificación del empleo de capital (incremento de la relación capital-trabajo). En base a ella, es factible el cálculo de la tasa de avance técnico ($\Delta A/A$) si se dispone de series temporales de Q , L , K y β .²¹

Ahora bien, la función de Cobb-Douglas, contiene además de las hasta ahora expuestas, una restricción particularmente importante para la correcta determinación de la tasa de progreso técnico; concretamente la de que la elasticidad de sustitución es constante e igual a la unidad. La elasticidad de sustitución mide, aproximadamente, la variación que experimenta la relación capital-trabajo, ante una variación porcentual unitaria de la relación entre los precios de los factores. Si este parámetro adopta un valor muy distinto de la unidad, la sustitución del trabajo por el capital o viceversa ante un incremento o decremento dados de la relación salario-precio del capital, será con toda seguridad distinta de la recogida por la función lo que afectará a la estimación de la tasa de progreso técnico.

A fin de obviar estos inconvenientes se ha formulado la función CES («Constant Elasticity of Substitution»),²² la cual, en la literatura econométrica, se conoce también por las siglas de sus autores, los economistas americanos Arrow, Chenery, Minhas y Solow (ACMS). En dicha función, la elasticidad de sustitución sigue siendo constante, pero puede adoptar cualquier valor comprendido entre cero e infinito. En cierta medida, dicho valor, que no está determinado *a priori*, depende de la tecnología del momento, lo que confiere a la función particular interés para el análisis del progreso técnico. La forma más general de la función CES o ACMS, es:

$$Q = Y(t) [\delta K^{-\rho} + (1 - \delta)L^{-\rho}]^{-\nu/\rho} \quad [7]$$

en la que Q , L y K son, respectivamente el output y los inputs de trabajo y capital, medidos convencionalmente, $Y(t)$ es la expresión del progreso técnico «neutral» ($A(t)$ en la función de Cobb-Douglas), δ es el llamado «parámetro distributivo», que mide la retribución del factor capital expresada en tanto por uno del producto, ρ es el «parámetro de sustitución», el cual es una transformación de la elasticidad de sustitución (σ) de los factores capital y trabajo ($\sigma = 1/1 + \rho$) y, por último, ν es el «parámetro de rendimientos a escala». Cuando $\nu = 1$, la función presenta rendimientos constantes.

21. Con la función de Cobb-Douglas se han realizado, especialmente en Estados Unidos, numerosos estudios empíricos. Uno de los primeros fue el efectuado por Solow en 1957, con referencia al sector no agrícola americano y al período 1909-1949. Ver al respecto: R. SOLOW, «Technical progress and the aggregate production function», *op. cit.*

22. Ver ARROW, CHENERY, MINHAS y SOLOW, «Capital-labour substitution and economic efficiency», *Review of Economics and Statistics*, agosto, 1961, p. 244.

A diferencia de la función de Cobb-Douglas, la función CES, dada su forma analítica, no permite la estimación directa de la tasa de progreso técnico. En el caso de rendimientos constantes a escala, dicha estimación suele efectuarse a partir de la regresión:

$$\log \frac{wL}{Q} = a_0 + a_1 \log w + a_2 t \quad [8]^{23}$$

en la que w es el salario unitario, wL/Q la participación del factor trabajo en el producto y t el tiempo. La tasa de progreso técnico, λ es igual a $-a_2/a_1$ y se supone que el ritmo de avance técnico sigue una curva exponencial, de forma que $Y(t) = Y_0 10^{\lambda t}$. La elasticidad de sustitución σ es igual a $1 - a_1$.

También puede estimarse la tasa de progreso técnico λ a partir de la expresión:

$$\log \frac{Q}{L} = a + \sigma \log w + ct \quad [9]$$

en la que Q/L es el producto por unidad de trabajo, w el salario medio y t el tiempo. λ es entonces igual a $c/(1 - \sigma)$ y el parámetro de eficiencia de la función CES, $Y(t) = Y_0 e^{\lambda t}$.²⁴

Por último, debemos mencionar la aportación de P. A. David y Th. Van der Klundert, quienes han puesto de manifiesto²⁵ que si en la función CES, los inputs de los factores se expresan en «unidades de eficiencia» se puede estimar a través de sus variaciones en el tiempo, la naturaleza del progreso técnico. En efecto, siendo $E_L L$ y $E_K K$, los inputs de trabajo y capital en unidades de eficiencia y L y K la medida convencional de tales inputs, la función CES adopta la forma:

$$V = [(E_L L)^{-\rho} + (E_K K)^{-\rho}]^{-1/\rho} \quad [10]$$

de la que se deduce mediante las necesarias transformaciones la siguiente expresión:

$$\frac{\bar{m}_L}{m_L} - \frac{\bar{m}_K}{m_K} = \frac{\sigma - 1}{\sigma} \left(\frac{\bar{E}_L}{E_L} - \frac{\bar{E}_K}{E_K} \right) \quad [11]$$

23. La expresión [8] resulta de derivar parcialmente respecto a L , la función [7].

24. Ver J. M. KATZ, *Production function, foreign investment and growth* (North Holland, Amsterdam), 1969, pp. 44 y ss.

25. P. A. DAVID y Th. VAN DER KLUNDERT, «Biased efficiency growth and capital labour substitution in the US 1899-1960», *American Economic Review*, junio 1965, pp. 357 y ss.

en la que m_L y m_K son, respectivamente, las productividades marginales del trabajo y el capital deducidas de la ecuación [10] y las rayas significan derivadas respecto al tiempo.

Siendo λ_L y λ_K las tasas de incremento de la eficiencia del trabajo y del capital, π_L y π_K sus respectivas participaciones en el producto y disponiendo de los correspondientes datos empíricos de capital, trabajo y distribución de la renta entre ambos factores, puede establecerse la regresión:

$$\log \frac{K}{L} = \frac{E_L(0)}{E_K(0)} + \left(\frac{\sigma}{1-\sigma} \right) \log \frac{\pi_L}{\pi_K} + (\lambda_L - \lambda_K)t \quad [12]$$

Estimando por mínimos cuadrados los valores de $\frac{E_L(0)}{E_K(0)}$, $\frac{\sigma}{1-\sigma}$ y $\lambda_L - \lambda_K$, se deduce de [11] que si $\sigma < 1$ y $\lambda_L - \lambda_K > 0$, el progreso técnico es de tipo *labour saving*, y si, por contra, con $\sigma < 1$ se verifica que $\lambda_L - \lambda_K < 0$, estamos ante un progreso técnico ahorrador de capital.

Entre los estudios empíricos más sobresalientes recientemente realizados sobre la base de funciones CES, pueden citarse los de Maddala, Ferguson, Dhrymes y Kurz, y especialmente el de Katz.²⁶

El método de la función agregada aplicado a la estimación de la tasa de progreso técnico es válido en la medida en que se verifiquen en la realidad los presupuestos teóricos sobre los que descansa. Estos presupuestos son esencialmente el de la competencia perfecta de los mercados de los factores, que permite retribuirlos según su productividad marginal, y el de la «neutralidad» del progreso técnico. Es importante notar, que en el contexto de dicho método, la expresión «progreso técnico», tiene el sentido de «factor de incremento total de la productividad» y recoge por consiguiente, como ya hemos dicho antes, no sólo el efecto de los nuevos métodos y sistemas de fabricación, sino también el de las economías de escala, mejoras en el nivel de preparación de la mano de obra, etc.

Las críticas al método de la función agregada apuntan hacia la falta de adecuación a la realidad de los presupuestos teóricos en que se basa. Así, por ejemplo, en relación con la competitividad del mercado de los factores, se ha objetado que las numerosas intervenciones a que está sujeto el mercado de trabajo impiden admitir que la retribución de este factor se realiza con carácter general, siguiendo el principio de la productividad marginal. Análogamente, y por lo que respecta al factor capital, se señala que la actividad de los inversores es a menudo incompatible con aquel principio, ya que los empresarios más que a maximizar el tipo de rendimiento de sus inversiones, atienden a asegurar con ellas el volumen de producción exigido por la demanda. De otra parte, resulta incuestionable que la «neutralidad» del progreso

26. J. M. KATZ, *Production functions, foreign investment and growth. A study based on the Argentine Manufacturing Sector 1946-1961* (Amsterdam, North Holland, 1969).

técnico, implica considerar las mejoras de productividad como independientes de las alteraciones del stock de capital (*disembodied technical progress*) y por tanto, consistentes básicamente en técnicas organizativas que no se incorporan a los bienes de equipo. Ello contradice a la realidad que muestra por el contrario cómo una buena parte de tales mejoras proviene de la sustitución del equipo obsoleto por nuevas máquinas que llevan incorporadas las últimas mejoras tecnológicas. A medida que dichas mejoras se introducen en los procesos productivos, se van modificando la estructura y características del stock de capital, lo que invalida su tratamiento como un todo homogéneo. En tales circunstancias, son numerosos los autores que estiman que el método de la función agregada, al evaluar separadamente la influencia en el crecimiento del producto del aumento de un stock de capital constante de una parte, y del progreso técnico de otra, reposa sobre una distinción artificial y carente de fundamento.

Como señala Segura, sería injusto suponer que los defensores de la función neoclásica no han tenido plena conciencia de sus limitaciones como instrumento de análisis en el campo dinámico. El propio Solow dice al respecto, que la función agregada debe considerarse más que como un concepto rigurosamente justificable, como un instrumento de trabajo para manejar datos, utilizable mientras dé buenos resultados y abandonable cuando aparezca otro mejor.²⁷ Como veremos a continuación, la teoría económica está lejos todavía de haber acuñado un instrumento de análisis capaz de sustituir con ventaja a la función agregada, en el estudio del progreso técnico.

La respuesta de los partidarios de la función agregada a todas estas críticas ha consistido de una parte en desarrollar nuevas funciones en las que el stock de capital aparece integrado por distintas generaciones de bienes de equipo diferenciadas por el momento de su incorporación al stock. Aparecen así los denominados «modelos de periodificación del capital» o *vintage models*, de gran complejidad formal.²⁸

Por otra parte, y en relación con las observaciones formuladas al supuesto de retribución de los factores según su productividad marginal, que exige admitir un alto grado de sustituibilidad de los mismos, dichos autores señalan que la sustituibilidad puede perfectamente adoptar la forma de sustitución de un producto por otro o de un proceso por otro y desde luego no exige que en cada proceso productivo se produzca el ajuste marginal exacto de la relación capital-trabajo que en principio parece necesario.

Finalmente, los partidarios de la función neoclásica señalan que aun admitiendo eventuales distorsiones introducidas por la aplicación de la teoría de la productividad marginal a la medida de la retribución de los factores, la

27. R. SOLOW, «Crítica a 'Capital and Growth'», *Información Comercial Española*, núm. 412, 1967, p. 91.

28. Ver, por ejemplo, R. SOLOW, «Investment and technical progress», en *Mathematical Methods in social science*, Stanford Univ. 1959, pp. 89-104. E. S. PHELPS, «The new view of investment», *Quarterly Journal of Economics*, nov. 1962.

influencia de estas distorsiones en los resultados es irrelevante cuando se examinan las variaciones de los mismos en el tiempo, y no se produce en el curso del período en examen una sensible alteración del grado de imperfección del mercado.

b) *Los modelos keynesianos*

Con todo, son numerosos los autores que rehúsan utilizar la función neoclásica en el análisis del crecimiento y proceden a formular modelos «keynesianos» en los que el stock de capital, deja de ser la variable estratégica del crecimiento para ser sustituido por la inversión bruta.

Entre los más significativos modelos keynesianos de desarrollo se encuentra el de Kaldor,²⁹ en el cual, se formula una «función técnica de producción» o «función de progreso técnico» que responde a la idea de que cualquier aumento del capital utilizado por unidad de trabajo, es en cierta medida un progreso técnico, pues implica una reorganización del proceso productivo que se traduce en un incremento de eficiencia. La altura de la curva representativa de esta función expresa el grado de dinamismo técnico de la economía en el doble sentido de producción de invenciones y disposición de los empresarios para introducirlas en los procesos productivos. Si como consecuencia de una alteración del marco técnico en el que la economía se desenvuelve, se produce un incremento de eficiencia que desplaza la curva hacia arriba, queda asimismo alterada la delimitación de las zonas ahorradoras de capital y trabajo, lo que evidencia la artificiosidad del concepto de neutralidad de las innovaciones.

Los modelos keynesianos de desarrollo constituyen indudablemente una importante aportación a la teoría económica del crecimiento. No obstante, desde el punto de vista que aquí concretamente nos interesa, hay que tener en cuenta que está aún por elaborar una teoría general contrastable del cambio tecnológico que pueda incorporarse a estos modelos. De hecho, este tipo de construcciones se encuentra todavía en sus comienzos y es prácticamente nulo el trabajo empírico realizado en base a ellas.

Por tales motivos creemos que queda suficientemente justificada, la adopción del método de la función agregada para el análisis de la contribución del progreso técnico al crecimiento económico español que se desarrolla a continuación.

El método en cuestión, ofrece pese a las limitaciones que sus numerosos críticos han puesto de relieve, la posibilidad de cuantificar la tasa de progreso

29. N. KALDOR, «A model of economic growth», *Economic Journal*, dic. 1957, pp. 621 y ss. Otros modelos del mismo tipo son los de Svernilson y Kaldor-Mirrless. Ver L. A. ROJO, *Lecturas sobre teoría económica del desarrollo* (Gredos, Madrid, 1966).

técnico a lo largo de un determinado período y su aplicación a los datos empíricos españoles constituye, debido a la práctica inexistencia de trabajos anteriores, un primer paso que puede servir de base a posteriores análisis.

IV. APLICACIÓN DEL ESQUEMA NEOCLÁSICO AL CRECIMIENTO ECONÓMICO ESPAÑOL DEL PERÍODO 1954-1969

El trabajo del profesor Pulido San Román titulado «Un ensayo de aplicación de la función de Cobb-Douglas para España»,³⁰ constituye el único precedente del análisis empírico que se desarrolla seguidamente sobre la contribución del factor residual al crecimiento económico español de los últimos años.³¹

Dicho análisis se desarrolla dividido en dos secciones, relativas respectivamente al conjunto de la economía y al sector industrial, y utiliza como instrumento analítico funciones agregadas de Cobb-Douglas y ACMS (CES).

a) *Economía nacional*

1. El cuadro 1 recoge los cálculos necesarios para determinar la evolución del factor residual en el período 1954-1969, a partir de la expresión

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta q}{q} - \beta \frac{\Delta k}{k}$$

cuyo significado, hemos visto anteriormente.³²

Antes de entrar en el análisis de los resultados del cuadro 1 conviene hacer algunas consideraciones sobre las series temporales que en él se incluyen.

En primer lugar todas las series están expresadas en números índices con base 1954 = 100.

La serie Q no merece comentario especial.

La serie L pretende ser la medida del input de trabajo y se refiere al número de puestos de trabajo ocupados en el conjunto de la economía.

La serie K representa el valor a precios constantes del stock neto de capital existente al final de cada año. La falta de información sobre capacidad de producción no utilizada impide la eliminación del equipo inactivo.

30. A. PULIDO SAN ROMÁN, «Un ensayo de aplicación de la función de Cobb-Douglas para España» en *La riqueza nacional de España*, Univ. de Deusto, Bilbao 1969, anexo al vol. I, pp. 353 y ss.

31. Con posterioridad al presente trabajo, ha aparecido una estimación del ritmo de avance del factor residual en la economía española durante los años 1960-68 en el III Plan de Desarrollo, Modelo Económico, Madrid 1972.

32. Recordemos únicamente que la expresión de referencia proviene de una función de Cobb-Douglas del tipo $Q = A L^{\alpha} K^{\beta}$ (ya que $\alpha + \beta = 1$ y por tanto $\alpha = 1 - \beta$).

CUADRO 1

Año	Q	L	K	β	$\frac{q}{100} \frac{Q}{L}$	$\frac{k}{100} \frac{K}{L}$	$\Delta q/q$	$\Delta k/k$	$\beta[\Delta k/k]$	$\frac{\Delta A/A}{\Delta q/q} = \frac{\Delta q/q}{\beta[\Delta k/k]}$	A(t)
1954	100	100	100	0,389	100	100	—	—	—	—	100
1955	104,8	101,2	101,9	0,390	103,6	100,7	3,6%	0,7%	0,3%	3,3%	103,3
1956	112,5	102,6	104	0,387	109,6	101,3	5,8	0,6	0,2	5,6	109,1
1957	116,8	104,0	106,2	0,386	112,3	102,1	2,4	0,8	0,3	2,1	111,4
1958	122,9	105,8	108,5	0,404	116,2	102,5	3,5	0,4	0,2	3,3	115,1
1959	119,6	104,7	110,6	0,385	114,2	105,6	-1,7	3,0	1,2	-2,9	111,8
1960	121,2	103,4	112,8	0,386	117,2	109,1	2,6	3,3	1,3	1,3	113,3
1961	136,2	104,9	115,5	0,395	129,8	110,1	10,8	0,9	0,4	10,4	125,1
1962	150,0	106,5	118,6	0,393	140,8	111,3	8,5	1,1	0,4	8,1	135,2
1963	163,8	108,1	122,1	0,378	151,5	112,9	7,6	1,4	0,4	7,2	144,9
1964	173,3	108,2	126,3	0,371	160,2	116,7	5,7	3,3	1,2	4,5	151,4
1965	185,6	111,1	131,2	0,371	167,0	118,2	4,4	1,3	0,5	3,9	157,3
1966	199,1	113,1	136,6	0,367	176,0	120,7	5,4	2,1	0,8	4,6	164,5
1967	206,4	114,1	141,8	0,337	180,9	124,2	1,8	2,9	1,0	0,8	165,8
1968	216,5	115,1	147,0	0,338	190,0	127,7	5,0	2,8	1,0	4,0	172,4
1969	232,7	116,4	153,1	0,337	199,9	131,5	5,2	3,0	1,0	4,2	179,6
Δ medio	54/69	5,8%	1%	2,8%			4,7%	1,9%		4,0%	

Q = Índice de la renta nacional (PNN al coste de los factores) en pesetas constantes de 1958. Fuente: "Contabilidad Nacional de España".
 L = Índice de empleo. Fuente: INE Informe de Rentas.
 K = Índice del stock de capital en pesetas constantes de 1958. Serie construida partiendo de la cifra de riqueza nacional estimada para 1965 por la Universidad de Deusto en "La riqueza nacional de España". El valor de la riqueza en dicho año, se ha transformado en pesetas de 1958 con ayuda del índice de precios de la formación bruta de capital fijo de la Contabilidad Nacional. A la cifra así obtenida 4.643 miles de millones de pesetas de 1958, se han sumado o restado las inversiones netas (formación bruta de capital fijo-amortizaciones) de la Contabilidad Nacional, correspondientes a los demás años de período, previamente reducidas a pesetas constantes de 1958.

β = Participación del factor capital en la renta nacional expresada en tanto por uno. Obtenida restando de la unidad la cuota-parte correspondiente a la "remuneración de los trabajadores por cuenta ajena" y un tercio de la relativa a la "remuneración de los trabajadores por cuenta propia", según datos del INE. Se ha estimado que las dos terceras partes restantes de este último concepto que comprende las rentas de las profesiones liberales, beneficios y rentas agrícolas y rentas de otros empresarios individuales, pueden reputarse rentas del factor capital.

Valores absolutos de las series Q, L y K en 1954: Q = 412,6 miles de millones de pesetas a precios de 1958; L = 11.396 miles de puestos de trabajo ocupados; K = 3.538 miles de millones de pesetas de 1958.

Por último, la serie β debe entenderse como una mera aproximación a la medida de la retribución del factor capital, expresada en tanto por uno del valor del producto, ya que incluye una hipótesis plausible, pero evidentemente inexacta, sobre participación del trabajo por cuenta propia en la renta.

Los resultados del cuadro 1 permiten deducir las siguientes conclusiones:

— Durante el período indicado, el factor residual evolucionó a un ritmo muy rápido, alrededor del 4% anual acumulativo, frente a un aumento del 2,8% anual del stock de capital y del 1% de la ocupación. El ritmo de crecimiento del factor residual no fue constante; mientras en la primera parte del período (años 1954 a 1960) el avance anual se situó en torno al 2%, a partir de 1961, el incremento fue considerablemente superior, del orden del 5% anual acumulativo.

— Como consecuencia de ello, la duplicación del producto por persona empleada durante el período 1954-1969, es atribuible en un 86% aproximadamente al factor residual y en un 14% al incremento del capital por persona empleada. Estos porcentajes se han calculado de la forma siguiente: Dividiendo la tasa de incremento anual de A a lo largo del período (4%) por la de crecimiento medio de q (4,7%) se obtiene la contribución del factor residual al crecimiento del producto por persona, la cual resulta ser el 86%. El 14% es, por consiguiente, la parte de crecimiento del producto atribuible al aumento de capital por persona.

— Por último hay que señalar que la considerable aceleración del crecimiento del producto y del factor residual en la década de los sesenta, que el análisis efectuado pone de manifiesto —probable consecuencia de las nuevas condiciones en que se desarrolló la economía española a partir del Plan de Estabilización de 1959— sugieren la posibilidad de que existan en el período estudiado dos «épocas tecnológicas» distintas, la primera de las cuales abarcaría desde 1954 hasta los primeros años de la década de los sesenta, comprendiendo la segunda el resto del período.

2. Las conclusiones anteriores se basan en los supuestos de competitividad de los mercados de los factores, «neutralidad» del progreso técnico y rendimientos constantes a escala ($Q = A(t) L^{1-\beta} K^\beta$, lo que permite identificar a $1 - \beta$ y β con las respectivas retribuciones del trabajo y el capital expresadas en tanto por uno de la renta nacional). Para verificar el grado de cumplimiento de este último supuesto se puede utilizar una función Cobb-Douglas no restringida, es decir, del tipo

$$Q = AL^\alpha K^\beta \quad \text{siendo } \alpha + \beta \neq 1$$

la cual, en forma logarítmica, supone

$$\log Q = \log A + \alpha \log L + \beta \log K$$

lo que, aproximadamente, implica

$$\frac{\Delta Q}{Q} = \frac{\Delta A}{A} + \alpha \frac{\Delta L}{L} + \beta \frac{\Delta K}{K}$$

Con los datos anuales de $\Delta Q/Q$, $\Delta L/L$ y $\Delta K/K$, deducidos de las series Q , L y K del cuadro 1, se ha procedido a la estimación por mínimos cuadrados de α y β , habiéndose obtenido para el período 1954-1969 los siguientes valores; $\alpha=2,56$; $\beta=0,11$; $\Delta A/A = 2,9\%$.

Estos resultados ponen de manifiesto:

- Que la economía no ha funcionado durante el período estudiado a rendimientos constantes sino crecientes a escala ($\alpha + \beta = 2,67$).
- Que las elasticidades del producto respecto a los factores son muy distintas de las retribuciones medias de éstos (0,38 la del capital y 0,62 la del trabajo), lo que era de esperar dado el grado de imperfección de los mercados de ambos factores.
- Que la mitad de la tasa de crecimiento del producto durante el período 1954-69 (5,8%) corresponde al progreso técnico (2,9%).

3. Por lo que respecta al supuesto de «neutralidad» del progreso técnico, subyacente en el análisis hasta aquí efectuado es de notar la inexistencia de correlación entre los incrementos anuales del factor residual ($\Delta A/A$) y los del capital por persona ocupada ($\Delta k/k$) tal como resultan del cuadro 1 (el coeficiente de correlación lineal es igual a $-0,47$ lo que estadísticamente significa que sólo el 22% de las variaciones de la relación capital-trabajo son atribuibles a las variaciones del progreso técnico).

De lo anterior parece desprenderse que el progreso técnico se ha comportado con neutralidad, a lo largo del período indicado, pero no debe olvidarse que los incrementos $\Delta A/A$ se han determinado en base a un esquema teórico (la función de Cobb-Douglas) que precisamente presupone esta neutralidad. Además, el referido esquema implica que la elasticidad de sustitución es igual a la unidad y los resultados de la estimación de este parámetro en otros países hacen improbable que su valor en España se aproxime a 1.

David y Van der Klundert³³ han puesto de manifiesto la posibilidad de estimar la naturaleza del progreso técnico, a través de la regresión

$$\log \frac{K}{L} = \log \frac{E_L(0)}{E_K(0)} + \left(\frac{\sigma}{1-\sigma} \right) \log \frac{\pi_L}{\pi_K} + (\lambda_L - \lambda_K)t$$

método, seguido, entre otros por Katz³⁴ en su interesante estudio sobre el sector industrial argentino en el período 1946-61.

33. DAVID y VAN DER KLUNDEBT, «Biased efficiency growth and capital-labour substitution in the US 1899-1960, *op. cit.*, pp. 357 y ss.

34. J. M. KATZ, *Production function, foreign investment and growth, op. cit.*

La estimación de los parámetros de esta ecuación, utilizando para K/L , π_L/π_K y t los correspondientes valores del cuadro 1 durante el período 1954-69, arroja el siguiente resultado:

$$\log \frac{K}{L} = 1,94588 + 0,20535 \log \frac{\pi_L}{\pi_K} + 0,00678 t$$

con lo que $\sigma = 0,17$ y $\lambda_L - \lambda_K = 0,68\%$

Estos valores permiten concluir lo siguiente:

a) En el período 1954-1969, ha existido un alto grado de complementariedad entre los factores, o lo que es lo mismo, la intensificación del uso del capital, ha sido poco sensible al encarecimiento relativo del trabajo. La validez de esta conclusión queda, no obstante, condicionada por el supuesto implícito en el método utilizado, de competencia perfecta de los mercados de los factores y por las limitaciones de las series temporales disponibles (principalmente de la π_L/π_K).

b) El progreso técnico del período 1954-69 ha aumentado más la productividad marginal del capital que la del trabajo y por tanto ha sido ahorrador de mano de obra, en el sentido de Hicks. Ello podría estar relacionado con la considerable aportación de tecnologías procedentes de países desarrollados que recibió la economía española durante el período estudiado (en especial en su segunda mitad), las cuales, lógicamente debieron ser en conjunto, capital-intensivas.³⁵

b) Sector industrial

Dadas las limitaciones de espacio y como sea que el análisis desarrollado es totalmente análogo al del punto anterior nos limitaremos a exponer sucintamente los resultados obtenidos.

1. Con la ayuda de una función de Cobb-Douglas, restringida al supuesto de rendimientos constantes a escala se llega a las siguientes conclusiones:

- Durante el período estudiado, el producto neto por persona ocupada en el sector industrial se duplicó y el capital por trabajador aumentó un 40 %.
- El factor residual evolucionó a razón de un 4,4% anual, frente a un

35. Esta circunstancia unida al hecho antes apuntado de que el ritmo de progreso técnico se acelera considerablemente a comienzos de la década de los sesenta, induce a intentar la identificación de «épocas tecnológicas» en el conjunto del período estudiado. Las tentativas efectuadas en este sentido no han tenido éxito, pues los valores de σ encontrados para los períodos 1961/69 y 1963/69 son inconsistentes. El concepto de «época tecnológica» como período durante el cual la función agregada es estable, manteniéndose constante la relación entre las productividades marginales de los factores, ha sido establecido por M. BROWN en *On the theory and measurement of technical change*, Cambridge University Press, 1966.

aumento del 5,3% del stock de capital y del 2,8% del empleo del sector. El ritmo de progreso técnico se aceleró notablemente a partir de 1960.

- La duplicación del producto por persona es atribuible en una sexta parte aproximadamente al incremento de la relación capital-trabajo, correspondiendo el resto al factor residual.

2. Ajustando a los datos empíricos una función de Cobb-Douglas no restringida al supuesto de rendimientos constantes a escala, se han hallado los valores $\alpha = 1,69$ y $\beta = 0,33$.

Por consiguiente, puede afirmarse que tampoco el sector industrial ha funcionado a rendimientos constantes a escala y que la elasticidad del producto industrial respecto al factor trabajo ha sido, al igual que en el conjunto de la economía, mayor que la correspondiente al factor capital, si bien la diferencia entre ambas es mucho menor.

Al propio tiempo, se observa que los valores de α y β están en el sector industrial menos alejados de las retribuciones de los factores trabajo y capital que en el conjunto de la economía, lo cual a nivel teórico, puede explicarse por un menor grado de imperfección de los correspondientes mercados.

Por último, es curioso constatar que la estimación de α y β para el período 1954-61 arroja resultados sensiblemente idénticos a los anteriores ($\alpha + \beta = 2,00$ contra 2,02 en 1954-69) lo que significa que la industria no ha obtenido en 1962-69 economías de escala superiores a las de los años precedentes.

3. En el sector industrial no existe tampoco correlación significativa entre las tasas anuales de incremento del progreso técnico y las de la relación capital trabajo. (El coeficiente de correlación lineal r ha resultado igual a $-0,46$, lo que significa que sólo el 22% de las variaciones de $\Delta k/k$ quedan explicadas por las variaciones de $\Delta A/A$.)

Con todo, la regresión

$$\log \frac{K}{L} = \log \frac{E_L(0)}{E_K(0)} + \left(\frac{\sigma}{1-\sigma} \right) \log \frac{\pi_L}{\pi_K} + (\lambda_L - \lambda_K)t$$

conduce a $\sigma = 0,38$ y $\lambda_L - \lambda_K = 0,62$, resultados que al igual que los obtenidos para la totalidad de la economía indican que en el conjunto del período 1954-1969, el progreso técnico, en el sector industrial, no se ha comportado con neutralidad, sino que se ha orientado hacia el ahorro de mano de obra.

Comparando los valores anteriores con los obtenidos para la economía nacional, se observa que el valor de σ , en el sector industrial es considerablemente más elevado (0,38% contra 0,17% para el conjunto de la economía) y el de $\lambda_L - \lambda_K$ ligeramente inferior (0,62% contra 0,68%). Estas diferencias

indican que la intensificación del uso de capital en la industria ha sido mucho más sensible a la variación de los precios de los factores y que la eficiencia del trabajo relativamente a la del capital ha crecido en cambio a un ritmo muy similar al de la totalidad de la economía.

V. EL PROBLEMA TECNOLÓGICO EN LOS PAÍSES EN VÍAS DE CRECIMIENTO: TECNOLOGÍA PROPIA «VERSUS» TECNOLOGÍA IMPORTADA

En los países atrasados o en vías de desarrollo, la innovación consiste normalmente, según Bruton³⁶ en introducir en los procesos productivos, técnicas importadas de áreas económicas más avanzadas que hasta entonces no se utilizaban. La razón de ello es simple: estos países no disponen de los recursos humanos ni materiales para desarrollar grandes programas de investigación científica y desarrollo tecnológico y, por consiguiente, suelen canalizar la mayoría de sus recursos hacia la importación de tecnologías de origen externo.

Lo anterior no significa que tales países puedan prescindir, en especial *a largo plazo*, de desarrollar actividades de investigación científica y técnica (actividades *I + D*) seleccionadas en base a criterios de prioridad adecuados. Hay, por el contrario, una serie de razones que abogan por el establecimiento en tales naciones de una investigación selectiva. Entre ellas se encuentran:

a) La conveniencia de asimilar al máximo la tecnología importada (en el doble sentido de su correcta introducción en el proceso productivo y de que constituya una base para la ulterior creación de tecnologías nacionales).

b) La necesidad de disminuir el déficit crónico de los intercambios exteriores mediante el desarrollo de la exportación, el cual exige, a su vez, disponer de productos de base técnica propia.

c) La necesidad de evitar la descapitalización intelectual del país (*brain drain*) y el subempleo de los trabajadores intelectuales que indefectiblemente se producen cuando la dependencia técnica y científica del extranjero es muy elevada.

Con todo, es indudable que estos países, para no yugular su desarrollo, necesitan *a corto plazo* importar del extranjero la gran mayoría de las tecnologías a utilizar. En líneas generales, las modalidades básicas que revisten las transferencias internacionales de tecnologías son:

1. Transferencias públicas (de gobierno a gobierno). Están reguladas en los tratados internacionales. Su importancia dentro del conjunto de las transferencias tecnológicas, suele ser reducida.

2. Transferencias privadas.

36. H. J. BRUTON, «Los modelos de crecimiento y las economías subdesarrolladas», trabajo publicado en *La economía del subdesarrollo* de A. N. AGARWALA y S. P. SINGH (Tecnos. Madrid, 1963), p. 193.

2.1. Inversiones directas de capital extranjero en empresas nacionales. Constituyen, junto con los contratos de asistencia técnica, una de las principales vías de transmisión de tecnologías avanzadas a los países en vías de crecimiento.

2.2. Contratos de asistencia técnica entre empresas nacionales y extranjeras. El concepto de «asistencia técnica» está escasamente delimitado, pero bajo tal denominación se engloban aquellos acuerdos mediante los cuales se transmite el derecho a la utilización de patentes, modelos u otros derechos de propiedad industrial, se presta un asesoramiento técnico en relación con un proceso productivo, o simplemente se facilitan datos o información técnica de carácter reservado (*know-how*). A cambio de tales prestaciones el receptor de la asistencia técnica abona un canon (*royalty*) pactado frecuentemente, en forma de un porcentaje del precio de venta del producto objeto de la asistencia, complementado a veces con un pago inicial por una sola vez.

2.3. Intercambio científico y técnico realizado a título personal. A través del mismo no suelen transmitirse conocimientos susceptibles de aplicación práctica inmediata, es decir, tecnologías en sentido estricto.

2.4. Comercio internacional de bienes de equipo, que llevan incorporada tecnología. No constituye propiamente una vía de transferencia tecnológica, sino de mercancías y además suele estar en estrecha conexión con la asistencia técnica.

Las transferencias de tecnología pueden crear en los países receptores problemas de muy diversa índole, que justifican el establecimiento de un control del proceso de transferencia que permita obtener de estas actividades un resultado neto lo más beneficioso posible para la economía nacional. Entre estos problemas citaremos los siguientes:

— La tecnología importada puede no ser adecuada a la dotación de factores del país importador. En países atrasados carece de sentido importar tecnologías ahorradoras de mano de obra, que es precisamente el factor productivo relativamente abundante.

— El coste de la tecnología importada puede ser excesivo, habida cuenta de su novedad y valor intrínseco.

— El derecho a la utilización de la tecnología importada puede adquirirse con limitaciones que a largo plazo perjudiquen el desarrollo nacional (prohibición de exportar, suministro obligatorio de materias primas o maquinaria, etc.).

— Si la importación tiene carácter masivo puede impedir, o al menos perjudicar, el desarrollo de la investigación propia.

— La importación masiva de tecnologías del exterior puede acarrear no sólo una «colonización técnica» sino también una «colonización financiera» de las empresas nacionales, dada la frecuente vinculación que existe entre el fenómeno de la asistencia técnica foránea y el de la inversión directa de

capital extranjero. La consecuencia última de todo ello es para algunos autores la pérdida del control político del desarrollo y el nacimiento de un nuevo imperialismo, el «imperialismo de la técnica».³⁷

VI. EL MODELO TECNOLÓGICO ESPAÑOL

Iniciamos aquí el análisis del modelo tecnológico español. Las tecnologías de que dispone un país para su desarrollo provienen de su esfuerzo investigador o de la adquisición de los logros de la investigación ajena. Vamos por ello a examinar en primer lugar el panorama de las actividades *I + D* (investigación + desarrollo) en España, para pasar posteriormente al estudio de la tecnología importada.

1. *La tecnología propia*

Como es bien sabido, el nivel de la investigación científica y técnica en España es, hoy por hoy, extremadamente bajo. Entre las múltiples causas que se citan para explicar este hecho, sobresalen en nuestra opinión las siguientes:

— La falta de una actitud investigadora en el sector privado debido al reducido tamaño de la mayor parte de las empresas y a la penetración de capital extranjero en las grandes, las cuales, por tener resuelto el problema técnico a través de sus matrices, difícilmente sienten la necesidad de investigación.

— Los escasos medios financieros de que ha dispuesto la investigación pública para desarrollarse adecuadamente.³⁸

— La escasa autonomía real y financiera de los centros oficiales de investigación, la burocratización del personal investigador³⁹ afectado por lo general por un *status* socioeconómico insuficiente y la poca conexión, pese a los esfuerzos desarrollados últimamente, entre la investigación oficial y las empresas susceptibles de utilizar los resultados de la investigación aplicada.⁴⁰

La debilidad de la investigación española se evidencia claramente analizando la cuantía de los recursos destinados a la misma. Un estudio del Gabi-

37. Hamza ALAVI, «Le nouvel imperialisme», *Les Temps Modernes*, París, 1964, pp. 234 a 237.

38. El programa de inversiones públicas del II Plan (1968-71) asignó a las actividades *I+D* la cifra de 6.298 millones de pesetas, que representaba tan sólo el 15 % de lo solicitado por la Comisión correspondiente.

39. Sobre la burocratización de la investigación española puede verse el trabajo de J. de SEPÚLVEDA, «Los condicionamientos sociales de la infecundidad investigadora», en *Cuadernos para el Diálogo*, núm. extraordinario de octubre de 1971, p. 18.

40. J. M. KINDELAN, *Coloquios sobre investigación*, Gabinete Técnico del Patronato Juan de la Cierva, Madrid 1970.

nete Técnico del Patronato Juan de la Cierva⁴¹ cifró los gastos de 1967 en 3.838 millones de pesetas, de los cuales 2.138 o sea el 55 % correspondieron al sector público y el resto al sector privado. Admitiendo estos datos como válidos, resulta que en 1967 España invirtió en actividades *I + D*, tan sólo el 0,23 % del PNB, proporción muy baja habida cuenta de su nivel de desarrollo económico. De acuerdo con la curva de Johnson y Striner que relaciona la renta por habitante de un país con el nivel de sus gastos de investigación medido como proporción de su PNB, dicho porcentaje debería haber sido del orden del 0,45 %, ⁴² como mínimo.

La distribución de los gastos entre investigación básica, investigación aplicada, y desarrollo técnico, era en 1967 la siguiente:

Investigación básica	11,8 %
Investigación aplicada	44,2 %
Desarrollo técnico	44,0 %

lo que supone una relación (1 : 4 : 4) bastante distinta de la generalmente admitida como óptima (1 : 3 : 10), debido a la escasa entidad de los recursos destinados al desarrollo técnico, actividad que en todos los países corre predominantemente a cargo del sector privado.

Por último, es de señalar que de los 3.838 millones de pesetas dedicados a investigación, alrededor de una cuarta parte se destinan a actividades no productivas (defensa, investigación académica y social, etc.) por lo que de hecho la *I + D* con objetivos propiamente económicos, de creación y desarrollo de tecnologías productivas, representaba alrededor del 0,17 % del PNB en 1967. En otros países, las proporciones eran: Italia (1963) 0,4 %; Alemania (1964) 0,9 %; USA (1963) 1,2 %. Es de destacar que en 1963, Italia tenía una renta por habitante muy semejante a la de España en 1967.

Por lo que respecta a la distribución por sectores de estos gastos, en base únicamente a las cifras del sector privado, se puede concluir que una fuerte proporción del gasto total (alrededor de las tres cuartas partes del mismo) se concentra en la industria química y en las de construcción de maquinaria mecánica y eléctrica (grupos 31, 32, 36 y 37 de la CNAE). Al igual que en otros países, las industrias *science based* o basadas en la ciencia, presentan en España, un nivel de gastos de investigación, medido como proporción del producto industrial neto, considerablemente superior a la media del sector industrial. La distribución de los gastos de investigación del sector privado

41. «Encuesta sobre actividades de investigación científica y técnica», Patronato Juan de la Cierva, Madrid 1970.

42. La OCDE estima que España puede soportar sin excesivo esfuerzo un gasto del orden del 0,5 % del PNB, que debería ser progresivamente elevado hasta alcanzar en 1975 alrededor del 1 %. Ver OCDE, *Politiques nationales sur la science, Espagne, París, 1971*.

El III Plan de Desarrollo, por su parte, siguiendo las recomendaciones del citado organismo, ha elevado a 15.720 millones de pesetas los recursos destinados a la investigación del sector público en el cuatrienio 1972-75.

entre industrias basadas en la ciencia, industrias intermedias e industrias tradicionales era en 1967, similar a la de Italia en 1963.⁴³

La debilidad de la investigación científica y técnica española hace que la posición de España en el concierto internacional como país innovador sea poco menos que insignificante. Para medir la actividad innovadora de un país, la OCDE utiliza los siguientes indicadores:

- El número de innovaciones importantes originadas en el país.
- La cuantía de los ingresos por prestación de asistencia técnica a otros países.
- La importancia relativa de la exportación de productos de las industrias de alta intensidad de investigación (industrias basadas en la ciencia).

El cuadro 2 pretende aclarar la posición de España como país innovador. La comparación con los datos italianos revela la gran distancia que nos separa de Italia, el país más atrasado del área de la CEE.

CUADRO 2

País	Año	Renta por habitante \$	Indicadores de realizaciones en materia de innovación tecnológica		
			A	B	C
Estados Unidos . . .	1963	2.480	74	550 (1964)	51,5% (1963-5)
Alemania	1964	1.300	14	61,6 (1964)	47,2% (1963-5)
Italia	1963	700	3	32,5 (1963)	30,0% (1963-5)
España	1967	706	0	7,9 (1967)	21,0% (1967)

Fuente: OCDE "Ecartis technologiques", y elaboración propia.

Significado de los indicadores:

- A Número de innovaciones originarias del país de referencia, de entre un conjunto de 110 innovaciones importantes introducidas en la economía mundial desde 1965 y que se refieren a los metales de base, energía eléctrica, calculadoras, instrumentos científicos, semiconductores, electrónica, plásticos, etc.
- B Ingresos en millones de dólares de cada país por prestaciones de asistencia técnica y cesión de derechos de propiedad industrial. La cifra de España es la suma de las rúbricas "Asistencia técnica" y "Patentes, diseños y marcas" de la Balanza de Pagos.
- C Porcentaje que representa el valor de las exportaciones de los productos de las industrias de alta densidad de investigación sobre el valor de la exportación total de productos industriales. Se consideran industrias de alta densidad de investigación las siguientes: Química (incluida farmacéutica), Eléctrica, Instrumentos científicos, Aeronáutica y Equipo no eléctrico. El porcentaje de España se ha obtenido en base a las cifras de exportación de las industrias antes citadas que figuran en el "Informe sobre la coyuntura industrial en 1967" del Ministerio de Industria.

43. Atendiendo a la relación gastos I+D/valor añadido, la OCDE distingue tres grupos de industrias: a) industrias basadas en la ciencia o de alta densidad de investigación (aeronáutica, eléctrica, química, instrumentos), b) industrias intermedias (construcciones mecánicas, metalúrgica, productos metálicos, material de transporte) y c) industrias tradicionales, o de baja densidad de investigación (caucho, papel, alimentación y diversas). Ver OCDE, *Ecartis technologiques*, París 1970.

2. *La tecnología importada*

Como se ha señalado anteriormente, las vías de transferencia internacional de tecnologías más importantes son las inversiones directas de capital y la asistencia técnica privada. A ellas se limita el estudio que se efectúa en el presente apartado.

2.1. Las inversiones directas de capital extranjero

Independientemente de las importaciones directas de tecnología, realizadas por medio de contratos de asistencia técnica, está generalmente admitido que las inversiones directas de capital extranjero en empresas nacionales constituyen un importante vehículo de introducción de tecnologías avanzadas, pues a diferencia de otros tipos de inversiones, comportan una intervención efectiva del inversor en la gestión de la empresa objeto de su inversión.

Desde el final de la guerra civil hasta 1959, debido al carácter nacionalista y autárquico de la legislación existente, la aportación de capitales extranjeros a la economía española fue muy escasa, hasta el punto de que el Ministerio de Comercio estima que el montante total de las inversiones directas ascendía en 28 de julio de 1959 a sólo 130 millones de dólares.

Bajo el estímulo del nuevo régimen legal promulgado en julio de 1959, de marcado carácter liberal, la inversión extranjera directa se desarrolló rápidamente en especial a partir de 1964, llegando a alcanzar en los últimos años de la década de los sesenta cifras anuales del orden de los 150 a 200 millones de dólares (alrededor del 3 % de la formación bruta de capital fijo).

Por lo que respecta a la distribución sectorial de estas inversiones, los únicos datos existentes son los de las autorizaciones que preceptivamente deben obtener de la Comisión Delegada de Asuntos Económicos, aquellos inversores que pretenden participar en más del 50 % en el capital de la correspondiente empresa española. Ahora bien, el Decreto de 18 de abril de 1963, estableció una serie de sectores en los que puede invertirse libremente sin necesidad de autorización, incluso por encima del 50 %, y aunque en la práctica esta disposición ha sido escasamente aplicada, condiciona la validez de las conclusiones que se desprenden del análisis de las inversiones autorizadas.

Con la anterior salvedad, puede precisarse que las autorizaciones de inversiones extranjeras mayoritarias concedidas durante el período 1960-1969 totalizaron 45.881 millones de pesetas (frente a unas entradas totales de capital extranjero por inversiones directas durante el mismo período, según datos de la balanza de pagos, de 64.710 millones). Su distribución porcentual por sectores, fue aproximadamente la siguiente:

Industria extractiva	1,0 %
Industria manufacturera	82,8 %
Construcción	2,9 %
Agua, gas y electricidad	0,3 %
Total sector industrial	87 %
Agricultura y servicios	13 %

Como puede observarse, un porcentaje considerable de la inversión extranjera autorizada se ha dirigido a la industria manufacturera y, dentro de ella, a las industrias de la alimentación, química, construcción de maquinaria, productos metálicos y material de transporte. Estos sectores según se desprende del cuadro 3 han absorbido en conjunto alrededor de las cuatro quintas partes de la inversión total de la industria manufacturera y, por tanto, han sido presumiblemente los que han gozado, a través de esta vía, de una más amplia aportación de tecnologías extranjeras.

CUADRO 3. — *Distribución porcentual de las inversiones autorizadas en la industria manufacturera (1960-69)*

CNAE	%
31 Industria química	34
20 a 22 Alimentación, bebidas y tabaco	14
37 Maquinaria eléctrica	7
38 Material de transporte	7
35 Productos metálicos	6
36 Maquinaria no eléctrica	6
32 Derivados del petróleo y el carbón	5
Otros sectores	21
2-3 Total industria manufacturera	100

2.2. La asistencia técnica

La asistencia técnica prestada a empresas nacionales por empresas extranjeras está en ocasiones conectada con la inversión directa de capital externo en la empresa nacional, pero se da también el caso de que entre la empresa receptora de la asistencia y la que la presta no exista más relación que la del contrato que regula la transferencia tecnológica. Estos contratos conocidos con el nombre genérico de «contratos de asistencia técnica» pueden contener, como ya hemos señalado anteriormente tres tipos de prestaciones:

- cesión de derechos de propiedad industrial,
- asesoramiento técnico propiamente dicho,
- suministro de información técnica (*know-how*).

En 1961 y como consecuencia de los compromisos contraídos por el gobierno español al constituirse la OCDE, en la que España ingresó como país miembro, se liberalizaron, entre otras varias operaciones invisibles corrientes, los pagos al exterior por asistencia técnica, que hasta entonces habían estado estrictamente controlados. Como consecuencia de ello y pese a que en la práctica los correspondientes contratos, han continuado sujetos, por razones de diversa índole, a previa autorización del Ministerio de Industria, el número de acuerdos concluidos ha subido verticalmente pasando de 1.300 en el período 1940-1960 a 3.400 durante los años 1960 a 1969.

En lógica correspondencia, los pagos al extranjero por asistencia técnica han tenido el crecimiento espectacular que reflejan las siguientes cifras, las cuales, con toda probabilidad, no recogen la totalidad del coste directo de la asistencia, parte de la cual no se paga en divisas suministradas por el IEME y por tanto no queda recogida en las cifras oficiales.

*Pagos al exterior por asistencia técnica
según datos de las Balanzas de Pagos*

(en millones de dólares)

1959 . . .	15	1965 . . .	80
1960 . . .	19	1966 . . .	97
1961 . . .	22	1967 . . .	110
1962 . . .	28	1968 . . .	109
1963 . . .	42	1969 . . .	133
1964 . . .	56		

Por lo que respecta a la estructura de estos pagos por países, y según datos del IEME referidos a 1968, los principales suministradores de asistencia técnica a España eran: Estados Unidos, Francia, Alemania, Suiza, Italia e Inglaterra, es decir, seis naciones industrializadas con las que España mantiene estrechos ligámenes comerciales y financieros (estos mismos países son, a tenor de la información disponible, los principales inversores directos de capital en España).

En cuanto a la estructura de los pagos por sectores, ante la falta total de información estadística al respecto,⁴⁴ se ha optado por analizar los datos publicados en la revista «Economía Industrial» sobre contratos autorizados entre noviembre de 1963 y diciembre de 1969. Estos contratos son en total

44. Redactado el presente trabajo, el Ministerio de Industria ha publicado el desglose de los pagos correspondientes a los años 1970 y 1971, desglose que confirma por completo las conclusiones que siguen. A tenor de los datos de 1971, en dicho año efectuaron pagos al exterior por asistencia técnica un total de 2.427 empresas. El 23 % del importe global correspondió al sector químico, el 17,8 % al de material de transporte, el 10,4 % al de maquinaria y material eléctrico, el 7,6 % al de industrias de la alimentación y el 5,3 % al de construcciones mecánicas.

2.217 y pueden considerarse suficientemente representativos del conjunto de la asistencia técnica en vigor a finales de 1969, pues dado que la duración media de estos acuerdos no suele superar los cinco años, la mayoría de los suscritos con anterioridad a noviembre de 1963, o han caducado o han sido sustituidos por acuerdos posteriores.

El cuadro 4 resume la distribución de los contratos de referencia por sectores industriales, e indica dentro de cada sector los principales productos para cuya fabricación se ha importado tecnología del extranjero. Como puede comprobarse, los sectores químico, de construcción de maquinaria, material de transporte y productos metálicos (que junto con el de la alimentación han sido los principales receptores de capital extranjero en el último decenio) absorben alrededor del 60% del total, lo que pone de manifiesto que la asistencia técnica exterior se ha concentrado en unos pocos sectores que son precisamente los más penetrados por el capital foráneo.

2.3. La conexión entre inversión extranjera y asistencia técnica

En páginas anteriores nos hemos referido a la estrecha vinculación que suele existir entre el fenómeno de la inversión directa de capital extranjero y la asistencia técnica. De hecho, y en muchas ocasiones, esta última es un paso previo de la primera, de forma que el proceso de entrada de capital se desarrolla cronológicamente en tres fases: *a)* exportación de productos; *b)* asistencia técnica a una industria nacional (exportación de tecnología); *c)* inversión directa (exportación de capital).

Los análisis efectuados en los apartados precedentes permiten concluir que esta relación ha sido en España bastante intensa, de forma que buena parte de las técnicas importadas del exterior por el sector industrial han tenido su entrada en el país en conexión con las inversiones directas de capital. En apoyo de esta afirmación basta recordar que los principales países suministradores de asistencia son los principales inversores, y que los sectores industriales más penetrados por el capital foráneo son igualmente los que han contratado en mayor proporción tecnologías extranjeras.

A mayor abundamiento, el examen de las series estadísticas de entradas de capital extranjero por inversiones directas y pagos al exterior por asistencia técnica pone de manifiesto el paralelismo existente entre la evolución de dichos pagos y la del valor acumulado de la inversión extranjera. El cuadro 5 y el gráfico adjunto son suficientemente ilustrativos y hacen innecesario cualquier comentario adicional.

3. Conclusión. La estructura del input tecnológico español

Del apartado anterior se desprende, que debido a la debilidad de las actividades de investigación científica y desarrollo técnico, el input tecnológico español, es decir, el conjunto de las tecnologías aplicadas en el país a finales

CUADRO 4. — *Distribución por sectores industriales de los contratos de asistencia técnica aprobados por el Ministerio de Industria en el período nov. 63/dic. 69*

CINAE	Sector	Número de contratos	%	Principales productos objeto de la asistencia
20	Alimentación	35	1,6	Productos lácteos (leche, yogur, helados); caramelos; galletas; café soluble.
21	Bebidas	7	0,3	Bebidas analcohólicas; cerveza; <u>bebidas espirituosas.</u>
22	Tabaco	—	—	
23	Textil	70	3,1	Acabado tejidos lana y algodón; tinte y apresto; fabricación géneros punto.
24-29	Calzado, confección y cuero	43	1,9	Acabado de confecciones y prendas en género de punto; cuero artificial.
25	Madera y Corcho	4	0,2	Corcho y segunda transformación de la madera.
26	Muebles	23	1,0	Muebles metálicos, principalmente colchones, persianas y muebles oficina.
27	Papel	31	1,4	Transformados de papel, especialmente envases cartón ondulado.
28	Artes gráficas	8	0,4	Litografía y reproducción impresa.
30	Caucho	28	1,3	Artículos continuos, moldeados y calzado.
31	Química	432	19,5	Colorantes; resinas sintéticas; productos farmacéuticos; perfumería y cosmética.
32	Deriv. petróleo y carbón	50	2,3	Petroquímica.
33	Min. no metálicos	72	3,2	Refractarios; vidrio; cemento; abrasivos.
34	Metálicas básicas	91	4,1	Siderurgia.
35	Prod. metálicos	217	9,8	Utensilios domésticos; ferretería; <u>herrería y fumistería; calderería.</u>
36	Maquinaria no eléctrica (*)	354	16,0	
37	Maquinaria eléctrica	231	10,4	Maquinaria y aparatos productores y transmisores energía eléctrica; electrodomésticos; electrónica.
38	Material de transporte	269	12,1	Industria auxiliar del automóvil; construcción naval; construcción material ferroviario.
39	Fabriles diversas	113	5,1	Transformados plásticos; instrumentos.
2-3	Total ind. manufacturera	2.078	93,7	
1-4 y 5	Ind. extract. const. y energía	139	6,3	
1 a l 5	Total sector industrial	2.217	100	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos publicados en "Economía industrial".

(*) La información publicada no permite determinar los principales equipos objeto de la asistencia.

CUADRO 5.— *Pagos por asistencia técnica e inversiones directas de capital extranjero*

	(1) Entradas netas de cap. por inv. directas	(2) Valor acumulado de la inv. ext. directa en mill. de ptas. de 1958	(3) Pagos por a. t. en mill. de dólares	(4) Pagos a. t. en mill. ptas. de 1958	(5) $\frac{(4)}{(2)} \times 100$ (2)
1959	16	7.260	15	789	11
1960	36	9.440	19	1.150	12
1961	37	11.653	22	1.316	11
1962	24	13.007	28	1.580	12
1963	45	15.378	42	2.212	14
1964	79	19.369	56	2.820	15
1965	123	25.364	80	3.900	15
1966	134	31.785	97	4.649	15
1967	186	40.695	110	5.271	13
1968	152	48.623	109	5.685	12
1969	200	58.688	113	6.693	11

(2) Serie obtenida acumulando a 130 millones de dólares (valor aproximado de la inversión extranjera a finales de 1958) los valores de la serie (1) y transformándola en millones de pesetas de 1958 con ayuda del índice de precios de la FBCF de la CNE y los siguientes tipos de cambio aplicados al dólar: 1959 = 53,4 ptas.; 1960-66 = 60 ptas.; 1967 = 61,1 ptas.; 1968-69 = 70 ptas.

(4) Serie obtenida a partir de la (3) aplicando los tipos de cambio anteriores y deflactando con el índice de precios de la FBCF.

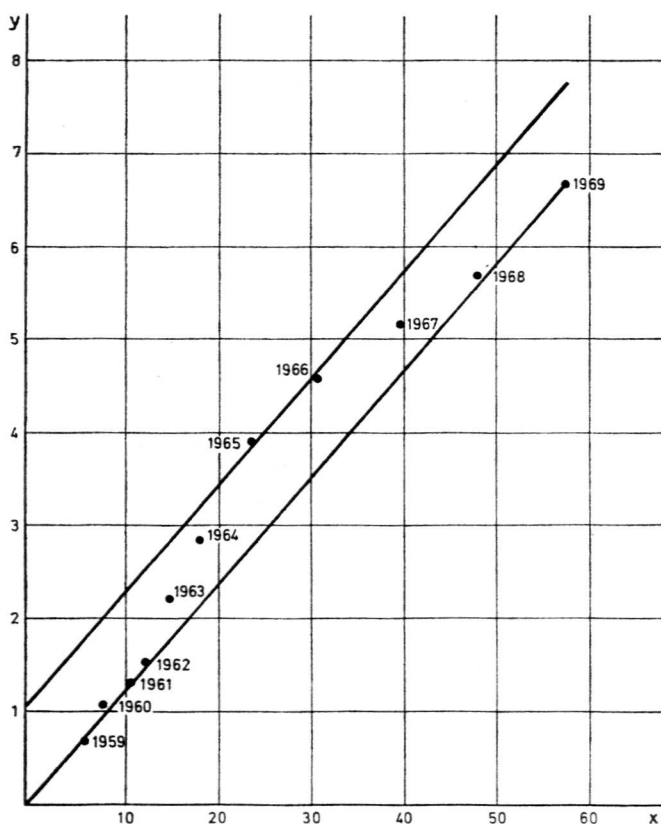
de la década de los sesenta, se caracteriza por un marcado predominio de las tecnologías de origen externo. Ello es lógico si se tiene en cuenta la diferente cuantía de los recursos destinados a la creación y desarrollo de tecnologías propias y a la importación de tecnologías ajenas, que muestra el cuadro 6, en el que a efectos comparativos se resumen también las cifras italianas.

CUADRO 6

	(A)		(B)		Total		% del PNB
	Gastos totales de investigación y desarrollo (téc. propias) Mill. de \$	%	Pagos al exterior por asistencia técnica (téc. ajenas) Mill. de \$	%	(A) + (B) Mill. de \$	%	
Italia (1969)	677	76	220	24	897	100	1,12
España (1967)	63	36	110	64	173	100	0,63

De estos datos se desprende que en Italia el esfuerzo nacional por procurarse las tecnologías precisas para el desarrollo se orienta primordialmente

hacia la creación de técnica propia, de modo que sólo una cuarta parte de los gastos totales se destina a la compra de tecnologías externas (asistencia técnica). En cambio, en España, la situación es exactamente la contraria. A las



x = valor acumulado de la inversión extranjera directa en millones de pesetas de 1958.
y = pagos al exterior por asistencia técnica en millones de pesetas de 1958.

actividades $I + D$ se destina aproximadamente una tercera parte de la inversión total y los dos tercios restantes son absorbidos por la importación de tecnologías foráneas.

Si la comparación entre recursos destinados a $I + D$ y asistencia técnica, se efectúa considerando como gasto en $I + D$ sólo el dedicado al desarrollo tecnológico propiamente dicho (25 millones de dólares en 1967) los resultados son aún más desfavorables, pues mientras España invierte en esta actividad una cuarta parte de lo que gasta en importar tecnologías extranjeras,

en Italia los recursos destinados al desarrollo tecnológico superan en un quinto a los pagos por asistencia técnica.

Como el desarrollo tecnológico es una actividad típica del sector privado, la baja proporción de gasto de desarrollo tecnológico/pagos por asistencia técnica permite suponer que a diferencia de lo que ocurre en otras latitudes, en España los importadores de tecnologías son empresas que por lo general no investigan (no hacen desarrollo tecnológico) y por consiguiente no utilizan las tecnologías que compran para impulsar su propia capacidad de innovación. Corroboración esta suposición el hecho de que las exportaciones de tecnología, medidas a través de los cobros del exterior por asistencia técnica, apenas representan el 7% de los pagos efectuados (9 millones de dólares en 1969, contra 133 millones de dólares pagados por dichas actividades). El fenómeno apuntado tiene también su reflejo como muestra el cuadro 7 en la baja proporción de patentes solicitadas en España por personas físicas o jurídicas de nacionalidad española, en relación con el total de solicitudes.

CUADRO 7.— *Número de patentes solicitadas en España en los años que se indican*

	1967	1968	1969	1970
A por españoles	4.270	3.792	3.392	2.966
B por extranjeros	9.452	9.387	9.686	8.890
C Total	13.722	13.179	13.078	11.856
A/C %	31	29	26	25

Fuente: Ministerio de Industria. Registro de la Propiedad Industrial.

Debe tenerse en cuenta que la proporción de la invención española es realmente menor en lo que indican las cifras del cuadro, ya que las correspondientes a solicitantes españoles incluyen unas 750 patentes de introducción anuales, las cuales, no corresponden a inventos desarrollados en España y por consiguiente habría que deducir.

VII. LA «COLONIZACIÓN TÉCNICA» DE LA INDUSTRIA ESPAÑOLA.
UN INTENTO DE APROXIMACIÓN

Una consecuencia importante del predominio de la tecnología extranjera en el desarrollo económico español es la «colonización técnica» de la industria nacional.

Pese a la gran cantidad de literatura que el tema ha venido suscitando en los últimos años, no existen prácticamente estudios que analicen en profundidad el fenómeno y evalúen la intensidad de la dependencia tecnológica del

exterior, lo cual se debe, en gran parte, a que la escasa información de que se dispone no permite realizar un análisis medianamente riguroso.

Un estudio que pretenda establecer con precisión la dependencia tecnológica exterior de la industria española, debe basarse en el perfecto conocimiento de:

- la penetración del capital extranjero en la industria nacional.
- la asistencia técnica extranjera a la industria nacional y en concreto el volumen de producción de cada sector que se elabora mediante dicha asistencia.

Como anteriormente se ha indicado, el conocimiento del fenómeno de la inversión extranjera directa es deficiente. En cuanto a la evaluación de la producción industrial afectada por la asistencia técnica, sólo la Administración se halla en posesión de la información necesaria para llevarla a cabo. El investigador privado tropieza con la insalvable dificultad de la falta de acceso a unos datos que se consideran reservados.

No obstante y habida cuenta del actual nivel de desconocimiento del tema se ha intentado una aproximación al mismo por la única vía que resultaba posible: la consulta directa a las empresas. El análisis se ha limitado a algunos sectores de la industria de bienes de consumo, pues para la industria de bienes de equipo existe un estudio efectuado por el servicio Técnico Comercial de Constructores de Bienes de Equipo, que ilustra suficientemente su dependencia tecnológica del extranjero.⁴⁵

La vinculación tecnológica del exterior, de cada uno de los sectores de la industria de bienes de consumo estudiados se ha establecido en base al análisis de los siguientes datos.

a) Las respuestas de las empresas a un cuestionario preparado al efecto que ha sido remitido por correo a un total de 404 firmas, seleccionadas entre las de mayor dimensión de los distintos sectores investigados.⁴⁶ El número total de respuestas recibidas ha sido de 144 (35% del número de cuestionarios).

b) Los estudios existentes sobre vinculación financiera de las principales industrias españolas a empresas extranjeras. Se ha adoptado como hipótesis de trabajo, la de que la vinculación financiera a una empresa extranjera cuando se concreta en forma de participación mayoritaria de la sociedad ex-

45. «La investigación de desarrollo en el sector de bienes de equipo y posibles medidas para su fomento», SERCOBE, Madrid, 1970.

La conclusión general de este trabajo es la de que la dependencia de la tecnología extranjera de las distintas fabricaciones del sector español de bienes de equipo es prácticamente total. Ello se debe entre otras causas a las propias características del mercado español de estos productos y al predominio de los *consultings* o ingenierías extranjeras, que frecuentemente convierten al fabricante español en un simple ejecutor material de las fases más elementales del proyecto en que interviene.

46. Esta selección se ha realizado mediante un doble criterio: la cifra de capital social y el número de productores.

trajera en el capital de la sociedad española, implica la vinculación técnica.⁴⁷

c) Los datos publicados en «Economía Industrial» sobre los contratos de asistencia técnica formalizados a partir de noviembre de 1963.⁴⁸

Las conclusiones sobre el grado de dependencia tecnológica a que se ha llegado, se resumen en el cuadro 8.

Pese a la evidente imprecisión e inseguridad de los resultados, fruto del método seguido y de las limitaciones de la información disponible, creemos puede concluirse que en general, el grado de vinculación técnica de la industria española respecto del exterior, es elevado, siendo de destacar que los sectores de más alto nivel tecnológico parecen ser precisamente los más colonizados por la tecnología extranjera.

47. En apoyo de esta hipótesis, señalamos que el Ministerio de Industria no suele autorizar pagos del exterior por asistencia técnica cuando la participación de la empresa extranjera que la suministra en la empresa española que la recibe es superior al 75 %.

48. Estos datos se reducen a los nombres de los contratantes, objeto de la asistencia y fecha y duración del contrato.

CUADRO 8. — La «colonización» técnica de la industria española

CNAE	Sectores	Nivel tecnológico (*)	Grado de colonización técnica	Producciones realizadas con tecnología externa	Principales países "colonizadores"
35-6-7 y 8	Industria de bienes de equipo	1-2	Prácticamente total		
	Industria de bienes de consumo				
202	Productos lácteos	3	Mediano	Yogur, leches especiales, quesos, helados	Hol, Suiza, USA
203-4	Conservas	3	Bajo	Conservas vegetales	Suiza
205-6-8	Harinas, derivados del cacao e industrias afines	3	Bajo	Algunas harinas, galletas, goma de mascar	USA
209	Industrias alimentarias diversas	3	Mediano	Café soluble, salsas, extractos y caldos, patatas y tomate frito	Ir, Suiza, USA
211	Bebidas	3	Bajo	Algunos licores y aperitivos	Fr, GB, It, USA
213/1	Cerveza	3	Bajo	Cerveza	Alem, Hol, Suecia, USA
214/1	Bebidas analcohólicas	3	Mediano	Algunas bebidas refrescantes a base de cola	USA
232	Géneros de punto	3	Bajo	Medias; acabado de prendas	Alem, GB, USA
243	Prendas de vestir	3	Mediano	Conserjería, mantas, acabados	Alem, Fr, GB, Suiza
241	Calzado	3	Casi nulo	—	—
29	Cuero	3	Bajo	Empleo de productos químicos en la curtición	Alem, Fr, Suiza
26	Muebles de madera	3	Casi nulo	—	—
26	Muebles metálicos	3	Bajo	Colchones de muelles, persianas metálicas, muebles oficina	Fr, GB, It
311/63	Fibras artificiales (**)	1	Casi total	Prácticamente todas	Fr, It, Jap, USA
319/1	Productos farmacéuticos	1	Alto	s. d.	Alem, It, Suiza, USA
319/41	Jabones	3	Casi nulo	—	—
319/42	Detergentes y productos de limpieza	3	Alto	s. d.	Alem, GB, Hol, USA
33	Vidrio	3	Alto	s. d.	Bélg, Fr, USA
319/33-4	Perfumería y cosmética	1	Alto	Cosméticos	Fr, GB, Suiza, USA
377	Electrodomésticos	1	Alto	Frigoríficos, estufas, cocinas, acondicionadores aire	Alem, It, USA
383	Motocicletas	2	Mediano	s. d.	Alem, Fr, It, Jap
385	Bicicletas	2	Mediano	s. d.	Fr, It
383	Automóviles e industria auxiliar	2	Alto	Automóviles, neumáticos, baterías, bujías, equipo eléctrico	Fr, GB, It, USA

(*) Nivel tecnológico de los sectores; 1 — Industria basada en la ciencia; 2 — Industria intermedia; 3 — Industria tradicional.

(**) Sector no investigado directamente.
s. d. sin datos.