

XXIX REUNIÓN DE ESTUDIOS REGIONALES

Competitividad regional en la UE ampliada

Santander 27 y 28 de noviembre de 2003

LA DIFUSIÓN TECNOLÓGICA EN ANDALUCÍA. UNA EXPLOTACIÓN DE LAS TABLAS INPUT-OUTPUT (1975–1990).

Antonio García Sánchez. Universidad de Sevilla. Centra acichez@us.es

Ignacio Pomares Hernández. Universidad de Huelva. Centra pomares@uhu.es

Luis Palma Martos. Universidad de Sevilla. Centra lpalma@us.es

El objeto del presente trabajo consiste en reflejar el nivel que alcanza la difusión de la tecnología en la industria andaluza y dar respuesta al retraso que padece. Bajo la base de las tablas input-output señalamos el comportamiento que sigue la industria en el ámbito tecnológico, diferenciando su conducta del resto de la economía, dedicando especial atención a determinados sectores clave. Los datos indican que los sectores más activos tecnológicamente "a priori" también lo son en Andalucía. Sin embargo, los esfuerzos para incorporar o difundir tecnologías de baja, media o alta intensidad presentan unas diferencias que ayudan a comprender el retraso al que hemos hecho mención.

Palabras clave: Difusión tecnológica, Industria, Innovación.

The aim of this essay consists of reflecting the level that reaches the diffusion of technology in the Andalusian industry and giving response to the delay that it suffers. Under the base of the input-output tables we indicate the behaviour that the industry in the technological area follows, differentiating its behaviour from the rest of the economy. The information indicates that the most active sectors technologically "a priori" also are in Andalusia. Nevertheless, the efforts to incorporate or to spread technologies of low, half or high intensity present a few differences that help to understand the delay which we have mentioned.

Key words: technological diffusion, industry, innovation.

1. INTRODUCCIÓN.

Las empresas tienen dos formas fundamentales de incorporar tecnología, ya sea generándola internamente, o bien adquiriendo aquellas innovaciones que han sido

generadas por otros agentes, mediante la imitación, la compra de licencias, la cooperación o los flujos de bienes intermedios. Esta segunda vía la conocemos como difusión de tecnología en contraposición a la primera, que conocemos como generación propia de tecnología. Es a través del proceso de difusión de la tecnología al conjunto del sistema productivo y de sus usuarios o consumidores potenciales como se genera el verdadero impacto sobre el crecimiento y desarrollo económico de las innovaciones. En ausencia de este proceso de difusión, dicho impacto es muy reducido y, en ocasiones, puede ser residual si la difusión fracasa (Rosenberg, 1972, p. 3, Karsenas y Stoneman, 1995, p. 265).

En este trabajo pretendemos aproximarnos a la medición de la difusión de la tecnología en la industria andaluza a través de los inputs intermedios y compararla con la experimentada en el conjunto de la industria española. Para ello vamos a realizar una explotación de las tablas input-output de la economía española (TIOE) obtenidas a partir de la Contabilidad Nacional del INE (las de 1975 publicadas por la CECA) y de la economía andaluza (TIOAN), publicadas por el IEA y anteriormente por el Banco de Bilbao y las universidades andaluzas para 1975 y 1980.

En el siguiente apartado planteamos una revisión teórica de los distintos modelos empleados para explicar la difusión de tecnologías concretas, para, a continuación, presentar de forma detallada la metodología empleada en el trabajo. En un cuarto apartado presentamos los resultados obtenidos para la industria andaluza, para acabar exponiendo las principales conclusiones de dichos resultados.

2. REVISIÓN TEÓRICA A LOS MODELOS DE DIFUSIÓN TECNOLÓGICA.

La difusión es un proceso extremadamente complejo, que depende de las decisiones de adopción por parte de las empresas. No consiste en una simple copia y adopción. Requiere, por el contrario, un conjunto de múltiples modificaciones, adaptaciones y complementariedades de diversa índole, así como una suficiente capacidad de adopción o absorción, que son los factores de los que va a depender la rapidez e intensidad del proceso de difusión¹. Desde una perspectiva de Economía Regional, estaríamos ante el supuesto de movilidad imperfecta de la tecnología y el conocimiento, lo que puede ser un elemento generador de desequilibrios permanentes entre las regiones en vez de crear un proceso de convergencia tal y como se prevé en la Teoría Neoclásica, que considera a la difusión perfecta e inmediata.

La adopción inmediata de una nueva tecnología no siempre es rentable debido a la existencia de “costes hundidos” asociados a la tecnología antigua, que no siempre es capaz de compensar la nueva. Por otro lado, los estudios empíricos muestran que los no

adoptantes experimentan reducciones en sus beneficios cuando otros sí que adoptan la nueva tecnología, mientras que los adoptantes obtienen mayores beneficios en una cuantía que depende de las características de la industria, el número de adoptantes y los costes de adquisición de la nueva tecnología².

La tecnología no sólo se manifiesta en determinados bienes físicamente perceptibles; es también todo un conjunto de conocimientos e información de muy diversa índole, que se traducen tanto en capital físico como en capital humano. De forma general, podemos entender cada vez más a la tecnología como un conocimiento³, tanto explícito como tácito, que tiene alguna utilidad para el proceso productivo. Este conocimiento es susceptible de ser transmitido por quienes lo poseen, voluntaria e involuntariamente, hacia y desde el exterior, hacia y desde el interior, y se transforma así en información o conocimiento codificado.

No obstante, toda esta información no es directamente utilizable en el proceso productivo. Para ello se requiere que sea procesada por el usuario y pase a ser así nuevo conocimiento útil (en parte explícito, pero también tácito) y a formar parte del acervo de conocimientos útiles, recomenzando así el círculo de difusión. En este proceso juegan un papel crucial las redes de información y la estructuración e interconexión de los sistemas productivos, especialmente en contextos en los que predominan las empresas de dimensión pequeña y mediana.

Los diferentes modelos teóricos que se han construido (y posteriormente estimados mediante análisis econométricos) para explicar el ritmo de difusión de la tecnología pretenden dar respuesta a las diferentes preferencias temporales en cuanto a la fecha de adopción que tienen los adoptantes potenciales de una innovación. El primer grupo de modelos, llamados epidemiológicos, consideran que estas diferencias se deben exclusivamente al diferente grado y ritmo de acceso a la información. Sin embargo, desarrollos posteriores hacen hincapié en otras diferencias (como las características propias de cada empresa, número de adoptantes previos o en la escala ordinal en el proceso de adopción) para explicar por qué en cualquier momento del tiempo sólo algunos de los adoptantes potenciales están en disposición de utilizar efectivamente la innovación tecnológica. Son los que conocemos como modelos de efectos.

Los modelos epidemiológicos reciben su nombre por la analogía que presentan con la explicación médica de los procesos de difusión de las epidemias⁴. Inicialmente consideraban que los adoptantes potenciales incorporaban la nueva tecnología inmediatamente una vez tenían conocimiento de ella y, aunque posteriormente este enfoque se ha ido depurando, el

núcleo se ha mantenido constante: el aspecto fundamental en el proceso de difusión lo constituyen el conocimiento y la divulgación de la información a través del conjunto de relaciones e intercambios existentes entre empresas. En este enfoque, las diferencias temporales en la adopción entre unas empresas y otras se deben a diferencias en el acceso a la información relevante sobre las innovaciones o al conocimiento de la innovación misma. Este enfoque ha sido muy utilizado para estudios empíricos⁵.

Sin embargo, estos modelos (también llamados logit por el modelo utilizado para su estimación empírica) no son capaces de explicar por qué la información se difunde mucho más rápidamente de lo que lo hace la adopción efectiva de las innovaciones. Esto indica que la decisión empresarial de adoptar de forma temprana o tardía las innovaciones depende, por lo general, de muchas otras razones más profundas que la simple disponibilidad de información: la incertidumbre asociada a la nueva tecnología, el riesgo que supone su adopción, la actitud ante el riesgo de las empresas y las diferentes capacidades de las empresas para aprender y para acceder a la información relevante. Es decir, los adoptantes potenciales no necesitan simplemente tener acceso a la información, sino que requieren algún tipo de persuasión o demostración de los beneficios asociados a dicha innovación.

En cuanto consideramos la difusión como un proceso de persuasión en vez de una simple transmisión de información, la analogía con las epidemias se desvanece (Geroski, 1999). Se hace por tanto necesario recurrir a modelos que permitan tomar en consideración aspectos como el riesgo, la incertidumbre y demás aspectos que pueden diferir de unas empresas a otras que, como acabamos de señalar, condicionan la decisión de adopción de una nueva tecnología por parte de una empresa.

Con este objetivo se construyeron modelos que pretendían relacionar la probabilidad de que una empresa adoptase una determinada innovación con sus propias características, entre las que destaca el tamaño en los trabajos empíricos. Estos modelos, conocidos como modelos probit (por el método de estimación empleado), parten de la asunción de que cada adoptante potencial tiene su propia valoración sobre la rentabilidad neta asociada a la adopción de la nueva tecnología, dadas sus características. Este es el factor que determina su incentivo individual para adoptarla en un determinado momento del tiempo, antes que unas empresas y más tardíamente que otras. La empresa adopta la innovación sólo si la rentabilidad esperada supera un nivel crítico, asociado a todos los costes de adopción. El proceso de difusión tiene lugar a medida que el nivel crítico va cambiando en el tiempo, como resultado de la evolución en el mercado de la rentabilidad y los costes de adopción.

Una característica común tanto a los modelos logit como a los probit es que el factor determinante del proceso de difusión sufre variaciones que vienen determinadas exógenamente al modelo por la evolución del mercado en el que ésta se intercambia. Además, en ambos casos se minimiza el papel jugado en la decisión de adopción de la innovación por el proceso de aprendizaje racional que tiene lugar en el seno de las empresas.

Como principal alternativa, Stoneman (1981) propuso un modelo de aprendizaje bayesiano, más acorde con los principios y supuestos que sobre el comportamiento individual se hacen habitualmente desde la Teoría Económica. La principal diferencia es que en el modelo bayesiano el aprendizaje no es por contagio, sino deliberadamente buscado. La empresa es consciente de que desconoce la rentabilidad asociada a la adopción pero forma sus propias expectativas o anticipaciones sobre el valor medio y la variabilidad de dicha rentabilidad, que comparados con los correspondientes a la tecnología antigua, que sí conoce, le ayudan a determinar el nivel deseado de uso de la nueva tecnología. Este nivel deseado depende de las expectativas sobre la rentabilidad, del riesgo (expectativas sobre la varianza de la rentabilidad) y de todos los costes asociados a la adopción de la innovación.

3. MEDICIÓN DE LA DIFUSIÓN TECNOLÓGICA A TRAVÉS DE LAS TABLAS INPUT-OUTPUT.

Los tres modelos anteriormente expuestos resultan útiles para estudiar los procesos y ritmos de difusión de tecnologías concretas. Nuestro objetivo sin embargo es más general. Pretendemos aproximarnos al análisis de cuáles han sido los mecanismos por los que se han difundido al conjunto de la economía las distintas tecnologías a través de los inputs intermedios incorporados en el proceso productivo. Este enfoque, evidentemente agregado, resulta útil en regiones como Andalucía, en las que el predominio de empresas de reducido tamaño hace que la innovación, por incorporación indirecta de tecnología, a través de los inputs intermedios sea el principal mecanismo de innovación y cambio tecnológico.

Esto supone considerar a los inputs y a la tecnología como dos elementos fundamentales del proceso productivo, siendo la obtención de productos finales su objetivo último. La importancia del análisis de los inputs intermedios se deriva del hecho de que el cambio tecnológico no sólo se manifiesta a través de los resultados netos de la actividad productiva (outputs finales de bienes y servicios), sino también por medio de los cambios en la estructura y cuantía en que son utilizados los inputs intermedios para obtener dichos productos finales (Fanjul *et al.*, 1975).

El análisis Input–Output, a pesar de las limitaciones derivadas de la disponibilidad de datos, puede suministrar una primera noción de los aspectos tecnológicos del sistema productivo a partir de los coeficientes técnicos de los inputs intermedios y del valor añadido de los inputs primarios, de forma que los cambios en el tiempo de estos coeficientes nos proporcionan evidencia de cambios en las funciones de producción y por tanto cambios tecnológicos, entre otros determinantes (Vaccara, 1970, Afrasiabi y Casler, 1991, Fontela y Pulido, 1991).

La difusión se entiende como la generalización de un determinado bien en el que se materializa la innovación, o como la generalización del uso de la maquinaria que incorpora la innovación. En la medida que una empresa utilice en su proceso productivo inputs o bienes intermedios de los productos de otra, que han sido obtenidos y/o producidos gracias a una innovación, esta empresa estará difundiendo, indirectamente, la innovación más allá del sector en que tiene lugar. Se llega así a la difusión, directa e indirecta, al conjunto de la economía. Directa, como resultado de un cambio en la composición de los de inputs intermedios de cada sector para obtener su producto final con la nueva técnica, lo que en última instancia acabará modificando las cantidades de inputs primarios incorporadas por unidad de producto o demanda final. E indirecta, como resultado de la incorporación de los efectos directos existentes en los sectores suministradores de inputs intermedios.

La difusión tecnológica al conjunto de la economía se consigue, por tanto, midiendo la incorporación de los inputs procedentes, no de todos los sectores sino, de los sectores potencialmente innovadores (SPI)⁶, para con ello solucionar el problema de la determinación del nivel de proveedores a considerar en la contabilización de inputs de contenido tecnológico (Palda, 1986, pp 195-196). Y el cálculo del nivel tecnológico de cada sector y del conjunto de la economía lo obtenemos mediante los índices de contenido tecnológico (ICT), que definimos para el sector j y en el año t como:

$$ICT_{j,t} = \frac{\sum_k a_{kj,t}^{SPI}}{\sum_i a_{ij,t}}$$

donde $a_{kj,t}^{SPI}$ representa el input del sector j procedente de cada uno de los k SPI (coeficientes de la matriz de consumos intermedios entre el sector j y cada uno de los K SPI) y $a_{ij,t}$ es el coeficiente de la mencionada matriz entre los sectores j e i. (TABLA 1)

En la Tabla 1 expresamos la clasificación de los SPI, diferenciados por su intensidad tecnológica, puesto que no todos realizan el mismo esfuerzo investigador. La definición de

tres niveles distintos de intensidad tecnológica dentro de los SPI nos lleva a calcular tres tipos de ICT, uno global, otro medio–alto y otro alto según incluyamos, respectivamente, todos los SPI, sólo los de media y alta o sólo los de alta intensidad tecnológica⁷.

Nuestra aproximación a la difusión incluye tres vías de difusión. La generalización de la producción de la innovación, la generalización del uso de bienes de capital que incorporan la innovación y la generalización del uso de los productos que requieren como bienes intermedios en su proceso productivo cualquiera de los anteriores. Hay por tanto dos ideas subyacentes. Que el consumo de I+D+I tiene tanto un componente directo, como otro indirecto a través de la I+D+I realizada por las empresas suministradoras de inputs intermedios. Y que las relaciones fluidas y frecuentes a través de los flujos de bienes intermedios requieren tecnologías afines entre proveedores y suministradores, lo que puede constituir un incentivo a la innovación.

TABLA 1. SECTORES POTENCIALMENTE INNOVADORES SEGÚN CLASIFICACIÓN R56

SECTORES R56	INTENSIDAD TECNOLÓGICA
4 MINAS Y CANTERAS	
6 ENERGÍA ELÉCTRICA	
7 PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN GAS	
8 CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN AGUA	
9 PRODUCCIÓN Y PRIMERA TRANSFORMACIÓN DE METALES	MEDIA
10 TIERRAS, PIEDRA Y PRODUCTOS CERÁMICOS.	
14 QUÍMICA BÁSICA	MEDIA
15 FERTILIZANTES Y FITOSANITARIOS	MEDIA
16 OTROS PRODUCTOS QUÍMICOS	MEDIA
17 FABRICACIÓN DE PRODUCTOS METÁLICOS	
18 MAQUINARIA Y EQUIPO MECÁNICO	MEDIA
19 MAQUINARIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA	ALTA
20 AUTOMÓVILES Y SUS PIEZAS	MEDIA
21 CONSTRUCCIÓN Y REPARACIÓN NAVAL	
22 OTROS MATERIALES DE TRANSPORTE	MEDIA
42 CAUCHO Y PLÁSTICO	MEDIA
43 OTRAS MANUFACTURAS	MEDIA
44 EDIFICACIÓN Y ACTIVIDADES ANEXAS	
45 OBRAS PÚBLICAS	
49 TRANSPORTE	
50 COMUNICACIONES	ALTA
51 INSTITUCIONES FINANCIERAS	
52 SEGUROS	

FUENTE: García (2002)

Para el cálculo de los requerimientos de inputs intermedios hemos utilizado el modelo desarrollado por Fanjul *et al.* (1975) y por Segura y Restoy (1986) para la economía española y por García, Palma y Martín (1994) Palma, García y Rodríguez (1997) y García (2002) para la economía andaluza. Dicho análisis nos permite determinar el volumen de

inputs intermedios requeridos de los distintos sectores productivos para abastecer el conjunto de la demanda final, que estimamos a partir de la siguiente ecuación:

$$Q_t = (I - A_t)^{-1} \cdot (\hat{Z}_t - M_t) - Z_t + M_t$$

donde, para el año t , Q_t es la matriz de requerimientos de bienes intermedios, $(I - A_t)^{-1}$ es la matriz inversa de Leontief, $\hat{Z}_t$ es la transformación en matriz diagonal del vector de demanda final y M_t es la matriz de importaciones intermedias de la economía.

Los cambios en los requerimientos de inputs intermedios (flujos interindustriales agregados de input intermedios), reflejados por la diferencia $Q_{t2} - Q_{t1}$ pueden deberse a dos causas fundamentales: cambios en la estructura (composición) y/o el volumen de la demanda final a satisfacer por la economía, o bien a cambios en la estructura productiva, como reflejo de los cambios en la tecnología de producción, que quedan recogidos en la tabla de flujos intersectoriales y por tanto, en la matriz de coeficientes técnicos.

El primer efecto hace referencia al hecho de que si cambian las cantidades que se demandan para uso final de los bienes producidos por cada sector, pero no lo hacen de forma proporcional para todos los sectores, esto hará que cambien los requerimientos de inputs intermedios, incluso en ausencia de cambio técnico. El segundo de los efectos, destaca que cualquier cambio en la estructura productiva (materializado en cambios en la matriz inversa de Leontief) motivará cambios en los requerimientos de inputs intermedios, aún cuando se mantuviese constante la demanda final.

Como por lo general es de esperar que los cambios detectados a lo largo del tiempo se deban a ambas causas, debemos desarrollar un modelo que nos permita distinguir qué parte de un cambio completo en los requerimientos de inputs intermedios se debe a cada causa, puesto que sólo los debidos a cambios en la estructura de la industria constituyen cambio o progreso técnico en sentido estricto.

El mecanismo que vamos a utilizar consiste en calcular los requerimientos de inputs intermedios para cada momento del tiempo, dejando que varíen las matrices inversas de Leontief (lo que permite que cambie la técnica del sistema productivo, reflejada en la matriz de coeficientes técnicos), pero manteniendo constante el vector de demanda final del último período⁸: $Q_{t1,t2} = (I - A_{t1})^{-1} \cdot (\hat{Z}_{t2} - M_{t2}) - \hat{Z}_{t2} + M_{t2}$

La variación de los requerimientos de inputs intermedios puede entonces descomponerse de la forma siguiente: $Q_{t2} - Q_{t1} = (Q_{t2} - Q_{t1,t2}) + (Q_{t1,t2} - Q_{t1})$, donde la

diferencia $Q_t - Q_{t1,t2}$ se debe a cambios en la tecnología, mientras que la variación $Q_{t1,t2} - Q_{t1}$ refleja los efectos de los cambios en la demanda final (estructura y volumen).

Con el paso del tiempo y el aumento en el volumen de la demanda final, es de esperar un mayor requerimiento de bienes intermedios, si bien los cambios en la estructura de dicha demanda final harán que el incremento global no se reparta uniformemente entre los diferentes sectores productivos.

Sin embargo, los cambios en la estructura tecnológica del sistema productivo (reflejados en la matriz de coeficientes técnicos, A , y por tanto en $(I - A)^{-1}$, la inversa de Leontief) pueden generar tanto un aumento como una reducción en los requerimientos de bienes intermedios. Un aumento en los requerimientos por motivos técnicos mejora la cohesión e interconexión del sistema productivo en su conjunto y facilita así la difusión generalizada de las innovaciones producidas en cualquier sector; una disminución generaría justo los efectos contrarios.

4. RESULTADOS EN LA INDUSTRIA ANDALUZA.

Comenzamos con el análisis de los flujos de bienes intermedios a partir de los ICT, a la vista de los datos de la Tabla 2. En ella comprobamos cómo los sectores industriales presentan un menor ICT global que el conjunto de la economía, aunque con un mayor componente exterior. En cuanto se refiere al ICT medio-alto, en este caso el nivel es mayor en los sectores industriales, de nuevo con un mayor componente exterior. Por último, en cuanto se refiere al ICT alto, nos encontramos con niveles inferiores en los sectores industriales, especialmente a partir de 1990. (TABLA 2)

TABLA 2. EVOLUCIÓN DE LOS ICT EN LA ECONOMÍA ANDALUZA (1975–1995).

INDICE DE CONTENIDO TECNOLÓGICO (%)		1975		1980		1990		1995	
		TOT	IND	TOT	IND	TOT	IND	TOT	IND
* GLOBAL:	TOTAL	45,27	42,90	52,66	53,76	51,20	49,70	55,90	53,52
	REGIONAL	26,46	18,19	25,15	18,13	31,01	21,50	32,83	29,60
* MEDIO-ALTO:	TOTAL	18,42	18,83	15,43	13,71	16,97	18,77	21,29	23,71
	REGIONAL	7,55	5,94	6,30	5,62	5,60	5,93	8,16	8,04
* ALTO:	TOTAL	ND	ND	1,80	1,42	3,34	2,69	5,03	3,20
	REGIONAL	ND	ND	1,00	0,46	1,80	1,20	2,65	1,20

Fuente: Elaboración propia a partir de las TIOAN 1975, TIOAN, 1980, TIOAN 1990 y TIOAN 1995.

Parece por tanto que los sectores industriales tienen una mayor conexión con las tecnologías existentes en el exterior, a través de los inputs intermedios, en especial de

mediana intensidad tecnológica. En la medida en que la propensión a innovar sea mayor en el exterior, este hecho se traducirá en última instancia en un mayor nivel tecnológico de los sectores industriales. Sin embargo, los menores niveles del ICT alto representan una limitación a dicha capacidad de incorporar tecnología avanzada a través de los inputs intermedios. Como veremos más adelante, este hecho se debe a una menor capacidad para incorporar las tecnologías de la comunicación y la información (TIC) que la experimentada por el sector servicios y en especial las administraciones públicas, fundamentalmente en la incorporación de bienes y servicios tanto de telecomunicaciones como de informática. Por el contrario, en cuanto se refiere a la incorporación de bienes intermedios industriales de alta intensidad tecnológica (Electrónica, óptica e instrumentos de precisión), los niveles son mayores entre los sectores industriales.

Si comparamos estos datos con los correspondientes al conjunto de España, reflejados en la Tabla 3, nos encontramos en primer lugar con niveles andaluces claramente inferiores a los españoles, si bien se han reducido considerablemente a lo largo del período. En el conjunto de España, también encontramos las diferencias entre la industria y el conjunto de la economía que hemos encontrado en Andalucía, aunque con ciertos matices. En primer lugar, la mayor fortaleza de la industria en la incorporación de inputs intermedios de mediana intensidad tecnológica es mucho más acentuada: 8 a 10 puntos porcentuales frente a menos de 2 en Andalucía. De otra parte, los niveles de ICT alto, si bien son inferiores a los del conjunto de la economía debido a los inputs de TIC, están mucho más próximos que en el caso de Andalucía. (TABLA 3)

TABLA 3. EVOLUCIÓN DE LOS ÍNDICES DE CONTENIDO TECNOLÓGICO EN LA ECONOMÍA ESPAÑOLA (1975–1995).

ÍNDICE DE CONTENIDO TECNOLÓGICO (1)		1975		1980		1990		1995	
		TOT	IND	TOT	IND	TOT	IND	TOT	IND
* GLOBAL:	TOTAL	47,20	48,0	64,22	65,4	57,19	57,7	56,41	55,8
	INTERIOR	37,52	33,2	50,85	45,1	45,95	38,5	44,17	36,5
* MEDIO-ALTO:	TOTAL	23,20	29,4	24,50	31,0	23,25	32,5	22,68	32,7
	INTERIOR	16,03	20,0	19,03	23,0	16,07	19,8	13,81	18,3
* ALTO:	TOTAL	—	—	3,72	2,60	5,06	4,39	5,21	4,75
	INTERIOR	—	—	2,58	1,43	3,51	2,47	3,47	2,94

(1) En porcentaje

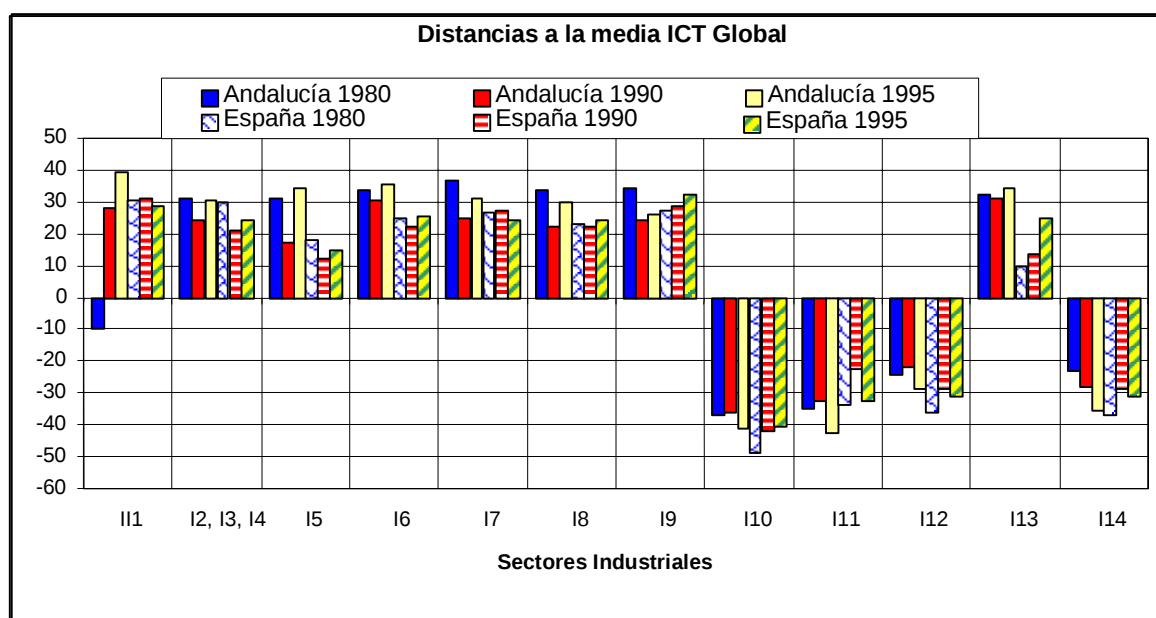
Fuente: Elaboración propia a partir de las TIOE 1975, TIOE, 1980, TIOE 1990 y TIOE 1995.

Es decir, la industria andaluza tiene una clara menor capacidad para incorporar y difundir tecnologías a través de los inputs intermedios que la industria en el conjunto de España, a pesar de que las diferencias se han reducido considerablemente en cuanto se refiere a los inputs de mediana y baja intensidad tecnológica. Sin embargo, las diferencias

se han mantenido en los inputs de alta intensidad, mostrando una clara debilidad tanto respecto a la industria española como respecto al sector servicios y administraciones públicas en Andalucía a la hora de incorporar inputs intermedios de telecomunicaciones e informática.

Para estudiar si las diferencias encontradas entre Andalucía en el conjunto de España se deben a comportamientos diferentes en sectores individuales, hemos representado en las Figuras 1, 2 y 3 las diferencias en los ICT de cada sector (véase la Tabla 4 para la definición de los sectores) respecto a la media del conjunto de la economía. Así podemos identificar qué sectores han tirado de dicha media de la industria hacia abajo y cuáles otros han contribuido a incrementarla. (FIGURA 1 Y 2)

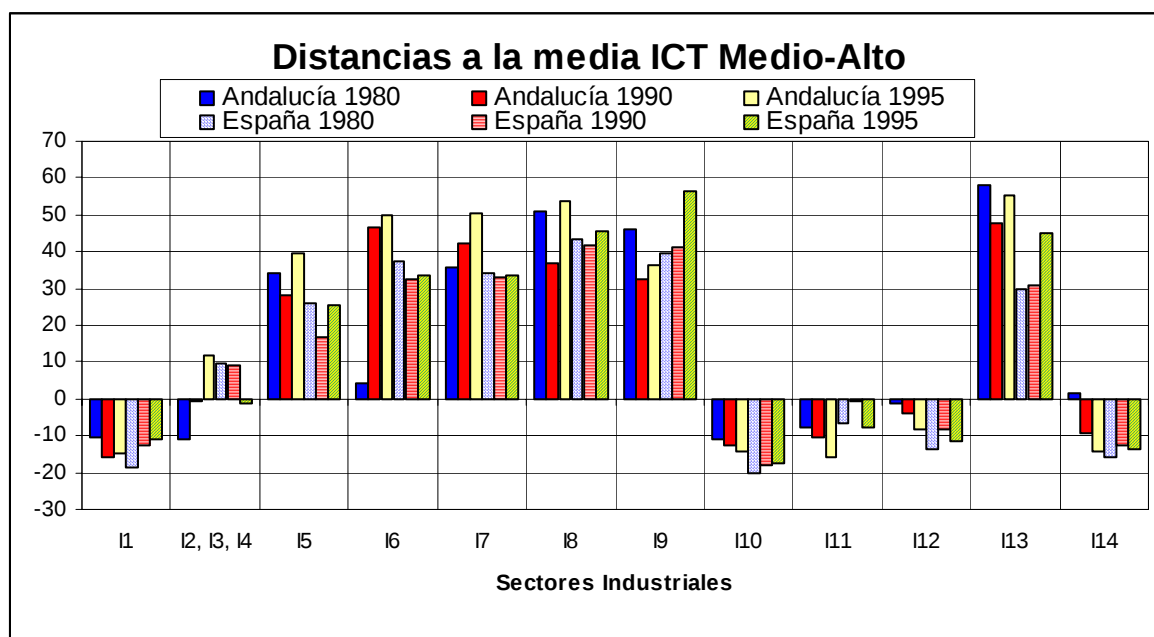
FIGURA 1. EVOLUCIÓN DE LAS DISTANCIAS RESPECTO A LA MEDIA DEL ICT GLOBAL DE LOS SECTORES INDUSTRIALES.



Fuente: Elaboración propia a partir de las TIOE, 1980, TIOE 1990 y TIOE 1995.

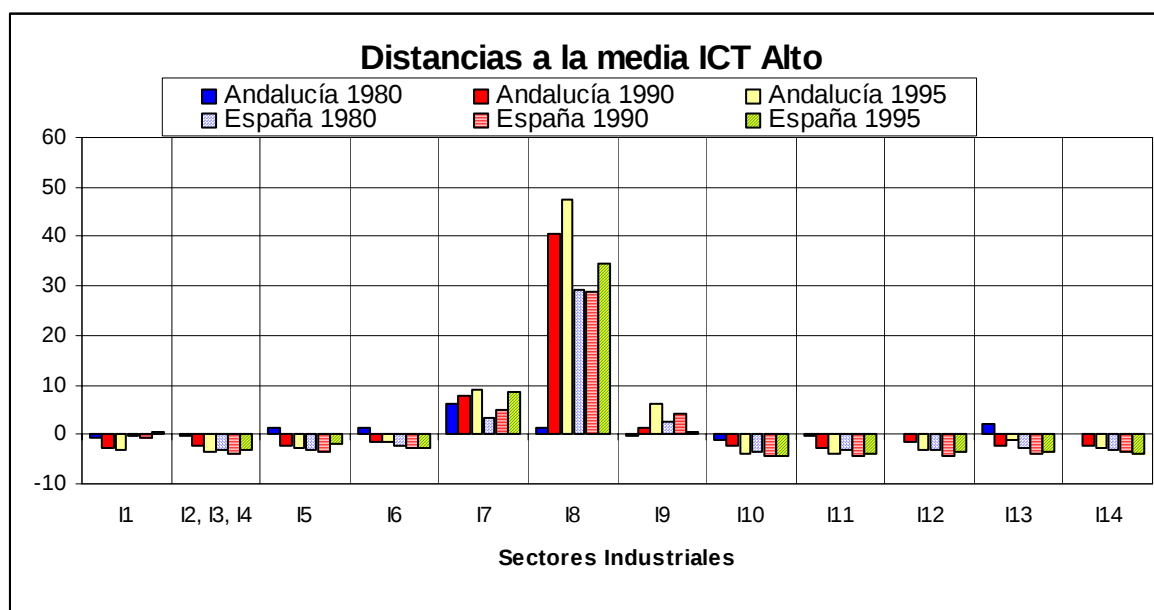
Encontramos, en primer lugar, que los sectores Alimentación, bebidas y tabaco, Papel y derivados y artes gráficas y Madera y corcho son los que tiran hacia debajo de la media, precisamente las industrias con más peso en el tejido productivo andaluz. Las industrias extractivas y básicas incorporan inputs de baja intensidad, pero presentan grandes dificultades para incorporar los de mediana y especialmente alta intensidad.

FIGURA 2. EVOLUCIÓN DE LAS DISTANCIAS RESPECTO A LA MEDIA DEL ICT MEDIO-ALTO DE LOS SECTORES INDUSTRIALES.



Fuente: Elaboración propia a partir de las TIOE, 1980, TIOE 1990 y TIOE 1995.

FIGURA 3. EVOLUCIÓN DE LAS DISTANCIAS RESPECTO A LA MEDIA DEL ICT ALTO DE LOS SECTORES INDUSTRIALES.



Fuente: Elaboración propia a partir de las TIOE, 1980, TIOE 1990 y TIOE 1995.

Química y Caucho y plásticos tienen alto índice global y fundamentalmente, medio, pero no muestran capacidad para incorporar en gran medida los de inputs de telecomunicaciones e informática. Sólo tres sectores presentan mayor capacidad de incorporación de inputs intermedios de alta intensidad que la media, precisamente los de menor peso en el tejido productivo andaluz. Maquinaria y equipo mecánico y Material de transporte, presentan una muy ligera superioridad respecto a la media en ICT de alta

intensidad. Pero el sector claramente más activo es Maquinaria, material y equipo eléctrico, electrónico, óptico y de precisión. Es el que presenta mayores niveles en todos los índices, el que en mayor proporción incorpora inputs de media y alta intensidad y el que en menor proporción utiliza inputs de escasa o nula intensidad tecnológica. (FIGURA 3)

Cuando comparamos los resultados andaluces con los del conjunto de España, encontramos comportamientos semejantes en todos los sectores, tanto aquellos más activos tecnológicamente como aquellos otros más tradicionales. Esto parece indicar que las diferencias que encontramos entre Andalucía y España no se deben a comportamientos diferentes en los sectores clave en cuanto a la innovación se refiere. Más bien al contrario, parece que debemos achacar dichas diferencias a las desigualdades en la composición sectorial de la actividad productiva, es decir, a la mayor importancia en Andalucía de los sectores menos activos tecnológicamente. Nos referimos al reducido peso de la industria en la economía andaluza, y dentro de la industria, al reducido peso de los sectores tecnológicamente más activos a favor de los que hemos señalado como de mayor debilidad en la incorporación y capacidad de difusión de tecnología a través de los inputs intermedios. Esta estructura es compatible con el hecho, reflejado en la Tabla de Principales Resultados de la Encuesta Sobre Innovación en las Empresas (Resultados para Andalucía), en la que una gran proporción de empresas reconocen no utilizar, ni tener previsto hacerlo, las tecnologías más avanzadas de la producción y gestión por no considerarlas aplicables a su proceso productivo.

Hasta ahora nos hemos centrado en la capacidad que tienen los distintos sectores productivos para difundir tecnología al conjunto de la economía a través de su output. Dicha capacidad se incrementa en la medida en que incorporen en su proceso productivo inputs intermedios con un fuerte componente tecnológico. Sin embargo, la capacidad efectiva para difundir tecnología de un determinado sector va a acabar dependiendo del grado en que la producción de dicho sector sea requerida, directa o indirectamente, para satisfacer la demanda final de la economía. Por mucha intensidad tecnológica de los inputs y del output de un sector, sus efectos difusores serán muy reducidos si su producción no es apenas requerida para generar la demanda de la economía.

A la vista de la Tabla 4, comprobamos en primer lugar como en la segunda mitad de la década de 1970 se reducen los requerimientos de inputs intermedios y con ello la capacidad para y difundir tecnología, al tiempo que el tejido productivo queda más deslavazado. El causante de este hecho es la evolución de la tecnología utilizada en el conjunto de los sectores industriales, que no puede ser compensada con la evolución favorable de la demanda final. Los efectos de la crisis industrial se manifiestan aquí con rigor

y se mantienen a lo largo de la década de 1980, aunque en este caso, el impulso desfavorable del cambio tecnológico es compensado por la evolución positiva de la demanda final. La situación se invierte en la primera mitad de la década de 1990, en que el cambio tecnológico contribuye a la estructuración del tejido productivo de la industria andaluza, favoreciendo así la incorporación y difusión de innovaciones y cambio tecnológico. Sin embargo, en este último período, la evolución desfavorable de la demanda final penaliza a la industria andaluza. En general, los sectores industriales siguen más las pautas marcadas por la tecnología que las derivadas de la evolución de la demanda final. (TABLA 4)

TABLA 4. EVOLUCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE INPUTS INTERMEDIOS EN LA INDUSTRIA ANDALUZA (1975–1995).

VARIACIÓN REQUERIMIENTOS Industria en Andalucía	ESTRUCTURA PORCENTUAL (Ptas. de 1990)				VARIACIONES DE 1975 A 1980			VARIACIONES DE 1980 A 1990			VARIACIONES DE 1990 A 1995		
	1975	1980	1990	1995	TOTAL	TECN	DF	TOTAL	TECN	DF	TOTAL	TECN	DF
P1 Primario	22,8%	20,3%	14,8%	16,0%	-25,6%	-144,4%	118,8%	22,9%	-31,9%	54,8%	21,0%	32,8%	-11,8%
I1 Agua, Gas y Electricidad	2,3%	4,6%	5,8%	5,5%	63,5%	-42,6%	106,1%	113,3%	70,0%	43,4%	5,8%	32,1%	-26,3%
I2 Extractivas y Refino de Petróleo	8,9%	15,3%	12,2%	9,8%	42,9%	-59,2%	102,1%	35,1%	-280,2%	315,3%	-11,0%	28,6%	-39,6%
I3 Producción y 1ª Transf. Metales	7,7%	1,8%	6,3%	9,4%	-80,5%	-178,6%	98,1%	489,5%	350,7%	138,8%	66,5%	33,2%	33,3%
I4 Producción y Transf. Minerales no metálicos	0,8%	1,8%	1,1%	1,2%	75,0%	-98,6%	173,6%	3,0%	-7,8%	10,8%	24,6%	20,5%	4,1%
I5 Química	6,9%	5,5%	5,9%	7,9%	-34,1%	-123,1%	89,0%	81,5%	-51,2%	132,8%	48,6%	52,9%	-4,3%
I6 Productos Metálicos	2,4%	8,0%	2,1%	1,6%	171,6%	93,7%	77,8%	-56,2%	-113,3%	57,2%	-16,1%	-13,1%	-3,0%
I7 Maquinaria y equipo mecánico	3,5%	6,3%	1,5%	3,1%	112,8%	35,5%	77,3%	-59,7%	-130,8%	71,1%	130,4%	97,7%	32,7%
I8 Maquinaria, material y equipo eléctrico, electrónico y		1,2%	1,9%	5,7%				171,2%	36,8%	134,3%	225,2%	137,4%	87,8%
I9 Material de Transporte		1,5%	3,8%	1,3%				314,9%	235,0%	79,9%	-61,4%	-38,4%	-23,0%
I10 Alimentación	9,2%	6,4%	5,5%	7,9%	-42,1%	-161,0%	118,9%	43,7%	-2,3%	46,1%	60,6%	74,1%	-13,5%
I11 Textil, Vestido y Calzado	3,9%	4,4%	4,0%	6,1%	-5,9%	-128,4%	122,5%	54,0%	-12,0%	66,0%	67,7%	91,8%	-24,1%
I12 papel y derivados y Artes Gráficas	2,0%	2,3%	2,0%	2,7%	-5,5%	-117,4%	111,9%	45,1%	2,2%	42,9%	54,2%	68,3%	-14,1%
I13 Caucho y Plástico	ND	1,6%	1,7%	2,7%	ND	ND	ND	81,1%	14,9%	66,2%	75,9%	77,5%	-1,6%
I14 Industria de la Madera y el corcho	1,5%	1,1%	1,2%	1,5%	-36,1%	-115,0%	78,9%	79,8%	-9,3%	89,1%	38,6%	99,2%	-60,5%
I15 Otras Manufacturas	0,5%	0,1%	0,4%	0,4%	183,4%	92,5%	90,9%	1180,8%	1000,6%	180,2%	10,3%	-0,5%	10,8%
C1 Construcción	0,6%	0,3%	1,0%	0,5%	-50,8%	-147,4%	96,6%	422,3%	365,7%	56,7%	-42,1%	-34,5%	-7,5%
T1 Terciario	22,2%	17,1%	28,6%	16,5%	-35,6%	-136,8%	101,2%	181,1%	114,3%	66,8%	-35,7%	-19,2%	-16,4%
Telecomunicaciones e informática	ND	0,1%	0,3%	0,2%	ND	ND	ND	620,3%	558,3%	62,0%	-8,4%	0,0%	-8,4%
TOTALES	100%	100%	100%	100%	-12,3%	-113,8%	101,5%	68,7%	-35,4%	104,1%	11,3%	23,8%	-12,5%

Fuente: Elaboración propia a partir de las TIOAN 1975, TIOAN 1980, TIOAN 1990 y TIOAN 1995.

En cuanto a los sectores individuales llama especialmente la atención la evolución de los requerimientos de Telecomunicaciones e informática, que presentan una evolución muy favorable en la década de 1980, mientras que se torna desfavorable en la primera mitad de la década de 1990, por la incapacidad de introducir un cambio tecnológico que fomente el uso de dichas tecnologías y el comportamiento negativo debido a la evolución desfavorable de la demanda final.

Si nos fijamos en un indicador equivalente a los índices de contenido tecnológico, recogido en la Tabla 5 nos encontramos de nuevo con diferencias respecto a lo que ocurre

en el conjunto del sistema productivo. Los niveles alcanzados por la industria al considerar los requerimientos de inputs procedentes de sectores exclusivamente de alta intensidad tecnológica (1,3% en 1980, 2,2% en 1990 y 5,9% en 1995) son semejantes en los primeros períodos a los del conjunto de la economía (1,3% y 2,4%, respectivamente) mientras que en el último son claramente inferiores al 10,9% del conjunto del sistema productivo. Como ya hemos señalado, estas diferencias se deben a la incapacidad de la industria para incorporar inputs de telecomunicaciones e informática al mismo ritmo que lo ha hecho el resto de la economía. (TABLA 5)

TABLA 5. CONTENIDO TECNOLÓGICO DE LOS REQUERIMIENTOS DE INPUTS INTERMEDIOS (RII) DE LOS SECTORES INDUSTRIALES EN ANDALUCÍA: 1975–1995.

Participación porcentual de los RII de los sectores de mediana y alta intensidad tecnológica en el total de RII	1975	1980	1990	1995
SECTORES DE MEDIANA Y/O ALTA INTENSIDAD TECNOLÓGICA	18,6	18,1	21,8	30,7
SECTORES DE ALTA INTENSIDAD TECNOLÓGICA	ND	1,3	2,2	5,9
Variaciones en puntos porcentuales	1975–1980	1980–1990	1990–1995	
SECTORES DE MEDIANA Y/O ALTA INTENSIDAD TECNOLÓGICA	– 0,5	3,7	8,9	
SECTORES DE ALTA INTENSIDAD TECNOLÓGICA	ND	0,9	3,7	

Fuente: Elaboración propia a partir de las TIOAN 1975, TIOAN 1980, TIOAN 1990 y TIOAN 1995.

Por otro lado, si consideramos conjuntamente los requerimientos de inputs procedentes de sectores de mediana y alta intensidad tecnológica, encontramos la relación inversa. En la industria los niveles son del 18,6% en 1975, el 18,1% en 1980 el 21,8% en 1990 y el 30,7% en 1995, claramente superiores a los respectivos del conjunto de la economía (16,5%, 16%, 18,3% y 26,6%), en especial en 1995.

Es decir, también en la industria se ha incrementado el papel jugado por los sectores de mediana y alta intensidad tecnológica en la difusión de la tecnología a través de los inputs intermedios, en especial de 1990 a 1995. Sin embargo, en la industria ese incremento no se ha dirigido hacia las Telecomunicaciones e informática, cuyo papel sigue siendo residual. Por el contrario, el sector típicamente industrial de alta intensidad tecnológica (Maquinaria, material y equipo eléctrico, electrónico, óptico y de precisión) juega en la industria un papel más intenso que en el resto del sistema productivo. Además, también ha sido mayor que en el resto del sistema productivo el papel jugado por los sectores de mediana intensidad tecnológica.

No obstante, el papel más importante en la difusión lo juegan sectores de escasa y baja intensidad tecnológica, que suponen casi la mitad de los requerimientos de bienes intermedios. Cabe destacar aquí que el papel de los sectores de escasa o nula intensidad

tecnológica, siendo también importante en la industria, lo es menos que en el conjunto de la economía, donde superan claramente la mitad de los requerimientos de inputs intermedios.

5. CONCLUSIONES.

Entre 1975 y 1990 hemos encontrado un proceso de desvertebración del sistema productivo como resultado de los cambios en la estructura tecnológica. Esto ha minado extraordinariamente la ya de por sí escasa capacidad de la industria andaluza para atraer empresas tecnológicamente avanzadas, al ofrecer un sistema productivo cuya estructura se alejaba cada vez más de la que dichas empresas necesitan: un tejido productivo estructurado, capaz de suministrarles inputs intermedios en cantidad y calidad suficientes.

Sin embargo, entre 1990 y 1995 se invierte la tendencia y encontramos un incremento moderado de los requerimientos de inputs intermedios. Esto significa una mejora relativa de la vertebración del sistema productivo, que incrementa la capacidad del sistema productivo andaluz para atraer algunas empresas tecnológicamente más avanzadas. Pero esta mejoría es claramente insuficiente. Por un lado, como lo demuestra que la variación porcentual positiva entre 1990 y 1995 (ligeramente por debajo del 25%) es claramente inferior a la evolución negativa acumulada de casi el 115% entre 1975 y 1980 y el 35% entre 1980 y 1990. Pero por otro, porque como ya hemos señalado, una gran proporción de las empresas andaluzas no tienen previsto incorporar las tecnologías más avanzadas de la producción por no considerarlas aplicables a sus necesidades. Por mucho que se incrementen los requerimientos de inputs intermedios totales, estas empresas difícilmente serán capaces de producir los bienes intermedios de calidad y contenido tecnológico que precisan las empresas de alta tecnología.

Por otro lado, la debilidad encontrada es debida a diferencias en la estructura del sistema productivo andaluz, no a un comportamiento sectorial más negativo del que ha habido en el conjunto de España. Esto plantea la necesidad de coordinar las políticas de innovación con las de formación para, por un lado incrementar el capital humano en la industria andaluza y por otro favorecer la cultura de la innovación entre los empresarios. Pero también se requiere coordinarlas con las políticas industriales para favorecer la estructuración del tejido productivo en su conjunto y, en especial, en aquellos sectores en los que se quiera atraer empresas innovadoras de fuera de Andalucía. En ausencia de dicha estructuración, los potenciales efectos beneficiosos de iniciativas como los “tecnoparques” corren el riesgo de quedar en simples fuegos de artificio.

BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, M.; CORONADO, D. (1998): "Disparidades regionales en los recursos y resultados de la I+D". *XII Reunión Anual ASEPELT-España*. Córdoba. Edición en CD-ROM.
- AFRASIABI, A. y CASLER (1991). "Product-mix and Tecnological change within the Leontief Inverse". *Journal of Regional Science*, Vol. 31, n.2. págs.147-160.
- AGUADO, R. (1999). *Cooperación en investigación y desarrollo tecnológico de las empresas industriales andaluzas*. Tesis doctoral. Departamento de Economía e Historia de las Instituciones Económicas. Universidad de Huelva.
- AGUADO, R., POMARES, I., PALMA, L. (2000): "Empresas industriales andaluzas y cooperación en investigación y desarrollo". *Economía e Historia*, pp. 2-26.
- ARCHIBUGI, D.; IAMMARINO, S. (2000): "Innovación y Globalización: evidencia e implicaciones". En J. MOLERO (coord.): *Competencia global y cambio tecnológico. Un desafío para la economía española*. Pirámide. Madrid.
- BELUSSI, F.; PILOTTI, M. (2000): "Codified and non-codified knowledge in the innovation process". *First REN Congress. Praga*, 21 y 22 de noviembre de 2000.
- BROZEN, Y. (1951): "Invention, innovation and imitation". *American Economic Review*, vol. 41, pp. 239-257.
- BUESA, M. (1999): "Cambio tecnológico y competitividad". *Información Comercial Española*, nº. 781, pp. 3-10.
- BUESA, M. Y MOLERO, J. (1992). *Patrones de cambio tecnológico y política industrial. Un estudio de las empresas innovadoras madrileñas*. Biblioteca Cívitas Economía y Empresa. Madrid.
- BUESA, M.; MOLERO, J. (1993): "Tipología de las estrategias innovadoras. Los regímenes tecnológicos de las empresas españolas". *Economía Industrial*, vol. 1993, nº. enero-febrero, pp. 49-62.
- BUESA, M.; MOLERO, J. (1996): "Patterns of Technological Change among Spanish Innovative Firms: The Case of the Madrid Region", *Research Policy*, nº.1 25, pp. 647-63.
- BUESA, M.; MOLERO, J. (1998): *Economía Industrial de España, Organización, tecnología e internacionalización*. Cívitas. Madrid.
- CASTELL, M. (dir.) (1992): *Andalucía: Innovación Tecnológica y Desarrollo Económico*. Espasa Calpe. Madrid.
- CORONADO, D.; ACOSTA, M. (1998): "The influence of regional location on the innovation activity of Spanish firms: a logit analysis". *38th European Congress Regional Science Association*. Viena. Mimeo.
- DOSI, G. et al. (eds.), *Technical Change and Economic Theory*. Printer Publishers. Londres, págs.
- FANJUL, O. et al. (1975). *Cambios en la estructura interindustrial de la economía española. 1962-1970: una aproximación*. Fundación del Instituto Nacional de Industria. Madrid.
- FONTELA, E.; PULIDO, A. (1991): "Input-Output, Technical Change and Long Waves". En W. Peterson (ed.): *Advances in Input-Output Analysis*. Oxford Univesity Press. Oxford. Pp. 137-148.
- Fundación COTEC (1996). *Informe COTEC 1996 sobre Tecnología e innovación en España*. Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica.
- Fundación COTEC (1997). *Informe COTEC 1997 sobre Tecnología e innovación en España*. Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica.

- Fundación COTEC (1998a). *Informe COTEC 1998 sobre Tecnología e innovación en España*. Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica.
- Fundación COTEC (1998b). *El sistema español de innovación. Diagnóstico y Recomendaciones*. Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica.
- FREEMAN, C. (1974). *La Teoría económica de la Innovación Industrial*. Alianza Universidad. Madrid, 1985.
- GALÁN, J. L.; CASILLAS, J. C.; MORENO, A. M^a. (1992): "Andalucía en el Sistema de Ciencia, Tecnología e Industria Español". *Boletín Económico de Andalucía*, nº. 14, pp. 11–29.
- GARCÍA, A. (2002): *Nivel y procesos de difusión de la tecnología. Un análisis aplicado a la economía industrial de Andalucía*. Tesis Doctoral. Universidad de Huelva. Mimeo.
- GARCÍA, A., PALMA, L. y MARTÍN, J. L. (1994). "Difusión del cambio tecnológico y su impacto sobre el nivel de empleo en sectores potencialmente innovadores de la economía andaluza (1975–1980). Evaluación y análisis a partir de las tablas Input–Output". *Revista de Estudios Andaluces*, nº. 20, págs. 89–108.
- GEROSKI, P. (1999): *Models of Technology Diffusion*. Centre for Economic Policy Research Discussion Paper nº. 2146. Londres.
- GOTTINGER, H.W. (1986): "Modelling the Diffusion of Innovations. Part 1". *International Journal of Technology Management*, vol. 1, pp. 439–455.
- HUERTAS, J.L.(1989). "La actuación de la Junta de Andalucía en el impulso de la I+D". *Economía Industrial*, nº 268, págs. 99-105.
- INSTITUTO DE FOMENTO DE ANDALUCÍA (1991). *El Sector Industrial en Andalucía*. Consejería de Economía y Hacienda. Sevilla.
- JORDA, R. (1992). "Modernización tecnológica como estrategia de desarrollo para Andalucía". *Revista de Estudios Andaluces*, nº 18, págs. 27-67.
- KARSENAS, M.; STONEMAN, P. (1995): "Technological Diffusion". En Paul Stoneman (ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*. Basil Blackwell. Oxford. Pp. 265–297.
- LAYTON, E. (1974): "Technology as Knowledge". *Technology and Culture*, vol. 15, pp. 31-41.
- MANSFIELD, E. (1985a): "How Rapidly does New Industrial Technology Leak Out?". *The Journal of Industrial Economics*, vol. 34, nº. 2, pp. 217–223.
- MANSFIELD, E. (1987): "Diffusion of Technology". En *The New Palgrave: A Dictionary of Economics*. Pp. 842–844.
- MARTÍN, J. L. Y PALMA, L. (1993). "Política Científica y Planificación del Desarrollo Regional: análisis y evaluación de la experiencia andaluza (1984-1993). *Revista de Estudios Regionales*. Nº 37, págs. 205-230.
- MCNICOLL, I.H., y BAIRD, R.G. (1980). "Empirical Applications of regional Input-Output Analysis: A Case Study of Shetland". *Journal of the Operational Research Society*. Vol. 36, pág. 983-991.
- MOLERO, J. (1984): "Transferencia de tecnología y capacidades tecnológicas propias". *Economía Industrial*, noviembre–diciembre, pp. 81–95.
- MOLERO, J. (2000): *Competencia global y cambio tecnológico: un desafío para la economía española*. Pirámide. Madrid.
- MOLERO, J. (2001): *Innovación tecnológica y competitividad en Europa*. Síntesis. Madrid. 2001.
- PALDA, K. (1986): "Technological Intensity: Concept and Measurement". *Research Policy*, vol. 15, nº. 4, pp. 187–198.

- PALMA, L., GARCÍA, A. Y RODRÍGUEZ, A. (1997). "Nivel tecnológico y desarrollo Regional: un análisis de la experiencia andaluza /1980-1996)" *I Congreso de Ciencia Regional de Andalucía*. Jerez, 23, 24 y 25 de abril de 1997. Edición en CD-ROM.
- PALMA, L., MARTÍN, J. L. Y RODRÍGUEZ, A. (1992). "Cambio tecnológico y desarrollo regional: la política tecnológica en Andalucía (1980-1992)". *Cuadernos de Estudios Empresariales*, nº 2, págs. 147-160.
- PALMA, L., MARTÍN, J.L. y VILLAR, C. (1992). La Política Tecnológica en Andalucía: Una década de actuaciones". Comunicación presentada a la VI Reunión Anual ASEPELT-ESPAÑA. Granada.
- PASHIGIAN, B. P. (1996): *Teoría de los Precios y aplicaciones*. McGraw-Hill. Madrid, 1997.
- PRADAS, J. I. (1998). "La Geografía de la Innovación. Bases para un modelo de política tecnológica". *Economía Industrial*, nº 319, págs. 11-26.
- POMARES, I. (1998). "El comportamiento de las empresas innovadoras en Andalucía. Aplicación de técnicas de análisis multivariante". *Economía Industrial*, nº 319, págs. 141-150.
- POMARES, I. (1998). *Comportamientos innovadores de las empresas innovadoras en Andalucía*. Cívitas. Madrid.
- PULIDO, A. Y FONTELA, E. (1993). *Análisis input-output: Modelos, datos y aplicaciones*. Ed. Piramide, Madrid.
- RAMÍREZ SOBRINO, J.N. (1993). *El análisis cuantitativo de la economía regional: los modelos econométricos regionales*. Publicaciones E.T.E.A. Córdoba.
- ROMEO, A. A. (1975): "Interindustry and Interfirm Differences in the Rate of Diffusion of an Innovation". *Review of Economics and Statistics*, vol. 57, pp. 311-319.
- ROSENBERG, N. (1972): "Factors Affecting the Diffusion of Technology". *Explorations in Economic History*, otoño 1972, pp. 3-33.
- ROSENBERG, N. (1976b): *Perspectives on Technology*. Cambridge University Press. Cambridge.
- SATO, R. y RAMACHANDRAN, R. (1980). "Measuring the impact of Technical Progress on the Demand for Intermediate Goods: A Survey". *Journal of Economic Literature*, Vol. XVIII, págs.1003-1024.
- SEGURA, J. y RESTOY, F. (1986). *Una explotación de las tablas input-output de la economía española para 1975 y 1980*. Documento de trabajo de la Fundación Empresa Pública, n.8608.
- SOLÍS, F. M. Y BASULTO, J. (1993). "Análisis de productividad científica en Andalucía durante el período 1989-1991". *Tenth International Conference On Input-Output Techniques*. Mimeo. Sevilla.
- STONEMAN, P. (1981): "Intra Firm Diffusion, Bayesian Learning and Profitability". *Economic Journal*, vol. 91, pp. 375-388.
- STONEMAN, P. (1983). *The Economics Analysis of Tecnological Change*. Oxford University Press. Oxford.
- STONEMAN, P. (1994): "El impacto de la adopción de tecnología en los resultados de la empresa: heterogeneidad y modelos de difusión multitecnológicos". *Hacienda Pública Española*, nº. 130, pp. 199-207.
- STONEMAN, P. (ed.) (1995): *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*. Basil Blackwell. Oxford.
- STONEMAN, P.; KWON, M.J. (1996): "Technology Adoption and Firm Profitability". *The Economic Journal*, vol. 106, pp. 952-962.

- URRACA, A. (1998). "I+D y recursos alternativos a la innovación en la industria española". *Economía Industrial*, nº 319, págs. 91-104.
- VACCARA, B. N. (1970): "Changes over Time in Input–Output Coefficients for the United States". En A. P. Carter y A. Brody (Eds.), *Applications of Input–Output Analysis*. Vol. 2, Amsterdam.

¹ ROSENBERG (1976), pp. 88–90. Las conclusiones que podemos extraer de los estudios realizados desde entonces son especialmente dos: en primer lugar, se trata de un proceso lento que requiere una media de entre cinco y diez años para que al menos la mitad de las mayores empresas de un sector hayan incorporado la nueva tecnología e incluso varias décadas hasta que sea incorporada por más del 90% de las empresas que componen el conjunto del sistema productivo o un sector si se trata de una tecnología específica (esto sin contar que la sustitución de la antigua tecnología por la nueva no es inmediata sino que requiere un período de adaptación), y en segundo, existen numerosas diferencias de unos sectores a otros, que pueden ir desde los tres a los veinticinco años. Véase ROMEO (1975) y MANSFIELD (1987), p.842. La tendencia no obstante es a una reducción en los tiempos necesarios para la difusión de las innovaciones, especialmente en la medida en que las nuevas tecnologías de la comunicación juegan un papel cada vez más importante en el proceso de difusión. El propio MANSFIELD (1985) ya señalaba que la información acerca de las decisiones de desarrollo está en manos de los rivales entre 12 y 18 meses después de tomada, mientras que la información sobre la naturaleza detallada de un nuevo producto o proceso lo está aproximadamente en un año. Lógicamente el período necesario para que sean generalmente adoptados por el conjunto de usuarios potenciales es más dilatado.

² BROZEN (1951) fue el primero en señalar que la existencia de costes hundidos tiene como efecto retrasar la adopción de una innovación reductora de costes. Así, cuando los costes totales de la nueva tecnología no son inferiores a los costes variables de la antigua (innovación no drástica), la nueva no debe adoptarse hasta que por el proceso de depreciación y desgaste del capital instalado sea rentable. La razón es que los costes hundidos (costes fijos) deberán sumarse tanto a la tecnología antigua como a la nueva, lo que equivale a no tenerlos en cuenta. Es decir, debemos comparar costes totales de la tecnología nueva con los costes variables de la antigua. Véase también PASHIGIAN (1996), pp. 303–310 y 348–352.

Véase STONEMAN y KWON (1996) para un estudio econométrico de la relación entre beneficios y adopción de la tecnología, en el que se extraen estas conclusiones.

³ En LAYTON (1974) encontramos una temprana definición de la tecnología como conocimiento. Además, a medida que va tomando cuerpo la llamada "economía basada en el conocimiento", la visión de la tecnología como conocimiento e información gana extraordinariamente en verosimilitud. Un enfoque más reciente y completo puede encontrarse en BELUSSI y PILOTTI (2000).

⁴ La extraordinaria similitud con la explicación dada para la difusión de una enfermedad epidémica es fácil de encontrar, siempre que asimilemos la adopción al contagio de una enfermedad infecciosa y la población de adoptantes potenciales a la población no inmune a la enfermedad. Así, de forma semejante a cómo la evolución de los contagios depende de la frecuencia de los contactos entre los individuos y de las proporciones de individuos ya contagiados y aquellos que, siendo susceptibles de serlo, aún no lo están, en el caso de una nueva tecnología, el ritmo de adopción dependerá de las relaciones o intercambios entre los individuos y de las proporciones de adoptantes y de aquellos que todavía no han innovado.

GOTTINGER (1986), p. 443, en un claro símil con la biología, habla de la difusión de una "mutación ventajosa" de la tecnología existente.

⁵ El especial valedor de la versión depurada del enfoque epidémico es Mansfield, quien también lo ha utilizado en repetidas ocasiones, junto con su discípulo Romeo para realizar estudios empíricos.

⁶ Consideramos a los Sectores Potencialmente Innovadores (SPI), como aquellos que realizan un mayor esfuerzo investigador y que por tanto producen bienes y servicios de mayor contenido tecnológico. La principal idea subyacente es que cuanto mayor sea la proporción de inputs procedentes de los SPI mayor será el contenido tecnológico del output del sector que estudiemos. Hemos utilizado el criterio seguido por M. Buesa y J. Molero (1992) combinado con los trabajos de L. Palma y otros (1992) y A. García y otros (1994) en la composición de los SPI, finalmente modificados en García (2002).

⁷ Véase García (2002) para un estudio más detallado de los ICT y de las diferentes intensidades tecnológicas de los SPI.

⁸ Aunque, en principio, podría mantenerse cualquiera de las dos demandas finales constante, justificamos nuestra elección en que de esta forma es posible comparar la situación presente con la que existiría en las actuales condiciones de demanda final, si se hubiese mantenido la estructura técnica del período anterior, al tiempo que permite también comparar la situación inicial con la que habría si sólo hubiese cambiado la demanda final.