

# CAMBIO TECNOLÓGICO, COSTES Y ECONOMÍAS DE ESCALA EN LAS CAJAS DE AHORROS

El objetivo de este artículo de **Joaquín Maudos** es suministrar evidencia empírica sobre diversas cuestiones relacionadas con el impacto del progreso tecnológico en el sector bancario español. Sin embargo, debido a problemas de información, el estudio se ha limitado al sector de las cajas de ahorros confederadas, para las que se dispone de un panel de datos que abarca el período 1988-1991. A través de la estimación de una función de costes translogarítmica, se han abordado cuatro cuestiones. En primer lugar, se analiza el efecto que el progreso tecnológico ha tenido sobre los costes de producción de las cajas de ahorros. En segundo lugar, se ha estudiado el efecto que la utilización de nuevas tecnologías ha tenido sobre las economías de escala; es decir, se analiza la interrelación existente entre cambio tecnológico y tamaño óptimo de producción. En tercer lugar, se contrasta la hipótesis de Galbraith-Schumpeter de correlación positiva entre tamaño empresarial y esfuerzo innovador. Y en cuarto y último lugar, se estudian y contrastan las posibles economías de escala asociadas a una importante innovación de proceso-producto como es el caso del cajero automático (\*).

## I. INTRODUCCION

**L**A introducción de las nuevas tecnologías de la información y de las telecomunicaciones (telemática) está teniendo especial relevancia en el sector servicios. En el caso del sector bancario, el impacto de estas nuevas tecnologías

adquiere especial importancia, ya que, además de ser uno de los primeros y principales usuarios de dichas tecnologías, éstas a la vez medio y motor de los cambios que se están produciendo en el sector bancario. En concreto, la telemática afecta directa e indirectamente a los determinantes estructurales del coste, facilita la diferenciación de productos y servicios, y provoca importantes cambios organizativos, entre otros efectos (1).

La otra cara de la moneda de la introducción de las nuevas tecnologías en el sector bancario es el aumento de la importancia relativa de los costes asociados al uso de la telemática. Dicho aumento ha sido una constante en los últimos veinte años, representando hoy en día el capítulo más importante de los gastos de transformación del sector bancario, después de los gastos de personal. En consecuencia, el impacto de los gastos asociados al cambio tecnológico sobre la estructura de costes del sistema bancario español, así como el impacto del cambio tecnológico en el tamaño óptimo o eficiente de producción, aparecen como importantes cuestiones a investigar.

El análisis realizado en este trabajo se basa en la estimación de una función de costes promedio para, posteriormente, estudiar el impacto que el cambio tecnológico tiene sobre los costes de la empresa bancaria. Asumiendo un comportamiento maximizador de beneficios, la función de costes de una empresa bancaria multiproducto (dual de la función de producción) puede ser definida como:

$$C = C(X, P, OF, T) \quad [1]$$

donde  $C$  representa los costes totales de producción,  $X$  es un vector de *outputs*,  $P$  es un vector de precios de los *inputs* de producción,  $OF$  es el número de oficinas y  $T$  es un índice tecnológico (2) —una *dummy* tendencial— que recoge el impacto del cambio tecnológico en la estructura de costes de la empresa bancaria.

Utilizando una transformación logarítmica de la ecuación [1], el impacto del cambio tecnológico sobre los costes de la empresa bancaria puede ser medido por:

$$TECH = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln T} \quad [2]$$

expresión que recoge el cambio porcentual en los costes de producción como consecuencia de cambios en la tecnología, manteniendo constante el resto de determinantes de la función de costes. Así, si  $TECH < 0$ , el mismo nivel de *output* puede

ser producido a un menor coste. En otras palabras, si  $TECH < 0$ , para un nivel de *inputs* dado se puede alcanzar un mayor nivel de *output* o, lo que es lo mismo, el mismo nivel de *output* puede ser producido utilizando menor cantidad de, al menos, un *input*.

Al mantener el resto de argumentos de la función de costes constante, cualquier cambio en la función de costes a lo largo del tiempo será atribuido al cambio tecnológico. La utilización de una *dummy* tendencial como índice tecnológico no está exenta de problemas, pues la variable  $T$  no revela las fuentes del cambio tecnológico. Así, dicha variable no sólo capta el efecto de las innovaciones de proceso productivo, sino que también puede recoger el impacto de factores tales como la desregulación y la innovación financiera. Por último, la *dummy* tendencial capta tanto los efectos del cambio técnico incorporado en los nuevos bienes de capital como del cambio técnico desincorporado. A pesar de todo ello, como pone de manifiesto Humphrey (1992), dadas las dificultades para obtener datos que puedan ser usados para aproximar el progreso técnico en una industria de servicios como la bancaria, no es sorprendente que todos los estudios utilicen para modelizar el cambio tecnológico una simple variable tendencial.

Dado que estimamos una función de costes promedio, el valor de  $TECH$  está recogiendo el desplazamiento de la función de costes frontera a lo largo del tiempo como el desplazamiento de la función de costes como consecuencia del acercamiento a dicha función frontera de las entidades no eficientes (*catching-up*).

Las cuestiones que se van a analizar en este trabajo se refieren al impacto del cambio tecnológico sobre los costes de la empresa bancaria y su relación con el tamaño de la misma, y su impacto sobre la escala óptima o eficiente de producción. Asimismo, también se contrasta la hipótesis Galbraith-Schumpeter que establece que las grandes empresas innovan a un mayor ritmo de lo que lo hacen las pequeñas empresas.

Por último, el presente trabajo considera en particular una importante innovación: el cajero automático. En concreto, se analizan y cuantifican las posibles economías de escala asociadas al uso del cajero automático por las entidades bancarias.

## II. EL IMPACTO DEL CAMBIO TECNOLÓGICO EN LAS ECONOMÍAS DE ESCALA

La literatura económica sobre economías de escala en el sector bancario es voluminosa, tanto en el ámbito internacional como, aunque en menor medida, en el nacional (3). Sin embargo, los estudios sobre el cambio tecnológico en el sector bancario y su impacto en las economías de escala son más bien escasos, aunque ambos fenómenos pueden estar altamente correlacionados. Tal relación implica que la escala de operaciones puede ser un importante determinante de la tasa a la que los cambios técnicos se incorporan y los costes varían a lo largo del tiempo. En consecuencia, la relación entre cambio tecnológico y economías de escala puede tener efectos significativos en el tamaño óptimo de producción. El estudio de estos efectos tiene importantes implicaciones de política económica. Así, por ejemplo, si la utilización de nuevas tecnologías lleva asociado un crecimiento en el tamaño óptimo de producción sería adecuado instrumentar medidas de política económica que tengan como objetivo incrementar el tamaño de la empresa bancaria (*v. gr.* fusiones, absorciones, etcétera).

Para analizar esta relación, comenzaremos asumiendo explícitamente a través de una variable *dummy*, la naturaleza tendencial del cambio tecnológico en la industria bancaria e investigaremos su impacto en las economías de escala. No obstante, en el apartado II.3, analizaremos la influencia del tamaño sobre el ritmo de progreso tecnológico.

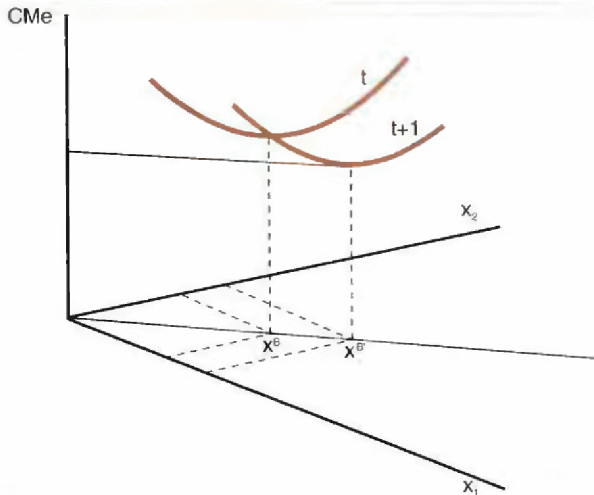
En esta relación entre tecnología y ahorro en costes, consideraremos a continuación de forma diferenciada una variación proporcional en la escala de operaciones de todos *outputs*  $X_i$  y un cambio en la estructura de la producción.

### 1. Cambio tecnológico y economías de escala de rayo

Manteniendo constante la composición de la producción (*v. gr.*  $X^B$  en el espacio de dos *outputs* del gráfico 1 a lo largo del rayo  $OX$ ), las economías de escala de rayo pueden ser medidas como aquellas reducciones de coste medio que se experimentan cuando, en producción conjunta, se incrementan proporcionalmente todos los *outputs* (4):

$$RSCE(X) = \frac{\partial \text{Ln}C(aX)}{\partial \text{Ln}a/a = 1} = \sum_{i=1}^n \frac{\partial \text{Ln}C(X)}{\partial \text{Ln}X_i} \quad [3]$$

GRAFICO 1



donde  $i$  determina la proporción entre los diferentes productos del vector de producción, y el parámetro «a» es un factor de escala. Si  $RSCE$  es menor, igual o mayor a uno, existirán economías a escala positivas, nulas o negativas (deseconomías) respectivamente.

El impacto del cambio tecnológico en las economías de escala de rayo de la empresa bancaria puede ser medido por:

$$TECHSB = \frac{\partial RSCE}{\partial \ln T} = \sum_{i=1}^n \frac{\partial^2 \ln C(X)}{\partial \ln C X_i \partial \ln T} \quad [4]$$

$TECHSB$  puede ser interpretado como el movimiento tecnológicamente inducido en la curva de costos medios a lo largo de un rayo dado. Así, si  $TECHSB$  es menor que cero, entonces, manteniendo constante la composición de la producción, el cambio tecnológico provoca un aumento en el volumen óptimo o eficiente de producción, definido por el mínimo de los costos medios (5). Por ejemplo, supongamos que el punto  $X^B$ , antes de que se produzca el cambio tecnológico minimiza los costos medios de producción en  $(t)$ , tal y como aparece representado en el gráfico 1. Si con el impacto del cambio tecnológico en  $(t + 1)$   $TECHSB$  es menor que cero, ello implica que tras el cambio tecnológico  $RSCE$  en  $X^B$  es menor que uno, indicando con ello economías de escala positivas no aprovechadas y, por tanto, un aumento en el tamaño óptimo de producción. Así, tras el cambio tecnoló-

gico  $X^B$  ya no es un punto minimizador de costes y la empresa debería de expandir su *output* hasta el punto  $X^{B'}$  para ser eficiente.

## 2. Cambio tecnológico y economías de escala en la senda de expansión

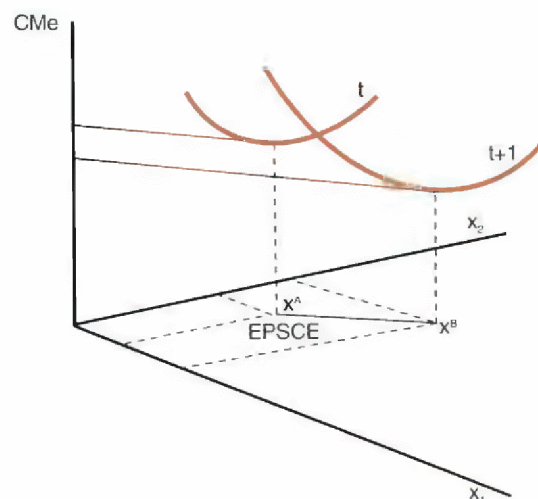
Las economías de escala en la senda de expansión consideran el impacto que variaciones conjuntas tanto de escala como de composición del vector de producción tienen sobre los costes de la empresa bancaria. Así, siguiendo el esquema analítico propuesto por Berger, Hanweckk y Humphrey (1987), dichas economías de escala en la senda de expansión pueden medirse por:

$$EPSCE = \sum_{i=1}^n \frac{\partial \ln C^B}{\partial \ln X_i} \frac{[(X_i^B - X_i^A) / (X_i^B)]}{[(C^B - C^A) / (C^B)]} \quad [5]$$

donde  $C^B$  y  $C^A$  son los costes en los que se incurre en la producción de  $X^A$  y  $X^B$  respectivamente (gráfico 2). Valores de  $EPSCE$  menores que, iguales a, o mayores que la unidad indican, respectivamente, economías de escala positivas, nulas o negativas a lo largo de la senda de expansión  $AB$ .

Igual que en el caso de las economías de escala de rayo, el cambio tecnológico puede afectar a las economías de escala en la senda de expansión. El impacto global del cambio tecnológico sobre las economías de escala en la senda de expansión  $AB$

GRAFICO 2



se descompone en los efectos sobre los costes a través de los cambios en los *outputs* específicos  $i$ :

$$TECHEPB = \frac{\partial EPSCE}{\partial \ln T} = \sum_{i=1}^n TECHEPB_i = \sum_{i=1}^n \frac{[(X_i^B - X_i^A) / (X_i^B)]}{[(C^B - C^A) / (C^B)]} \frac{\partial^2 \ln C^B}{\partial \ln X_i \partial \ln T} \quad [6]$$

La descomposición de *TECHEPB* en *TECHEPB<sub>i</sub>*, puede ser utilizada para analizar el impacto que las nuevas tecnologías tienen sobre las economías de escala específicas de cada *output* del vector de producción. Así, centrándonos en los *outputs* individuales, un valor de *TECHEPB<sub>i</sub>* menor que cero indica que el cambio tecnológico ha aumentado el tamaño eficiente del *output*  $X_i$ , esto es, un valor de *TECHEPB<sub>i</sub>* menor que cero indica que el cambio tecnológico ha incrementado las economías de escala con respecto a  $X_i$  a lo largo de la senda de expansión *AB*. Un valor de *TECHEPB<sub>i</sub>* mayor que cero implica una disminución en el tamaño eficiente de  $X_i$ , mientras que un valor igual a cero implica que el cambio tecnológico es neutral en el tamaño óptimo de  $X_i$ .

### 3. Hipótesis de Galbraith-Schumpeter

Hay dos hipótesis sobre los efectos del cambio tecnológico que se relacionan con Schumpeter (1942): 1) existe una relación positiva entre innovación y poder de monopolio derivada de que éste permite apropiarse de los correspondientes beneficios por encima de lo normal que genera la innovación; 2) las grandes empresas son más innovadoras que las empresas pequeñas. Estas dos hipótesis son distintas, porque la posesión de un poder monopolio no implica un gran tamaño y, a la inversa, un gran tamaño no implica poder de monopolio. No obstante, tamaño grande y poder de monopolio frecuentemente van unidos.

La segunda hipótesis, que relaciona el cambio tecnológico con el tamaño de la empresa, fue enunciada por Schumpeter y posteriormente elaborada por Galbraith (1952). Dicho hipótesis establece que el tamaño óptimo de la empresa está en relación con la posibilidad de aprovechar economías de escala en el proceso de generación e implementación de nuevas tecnologías. De acuerdo con esta hipótesis, las grandes empresas están más y mejor dispuestas a adoptar nuevas tecnologías y la adoptan más rápidamente en orden a reducir costes. Sin embargo, el aspecto negativo de la hipótesis de Galbraith-Schumpeter es que en el largo plazo

las grandes empresas, dado que innovan a una mayor tasa, posiblemente desarrollan excesivo poder de mercado en detrimento de los consumidores. Hay, al menos, dos fuentes para que estas supuestas economías derivadas de la innovación sean más intensas en las empresas grandes. La primera es que los investigadores son más productivos cuando tienen más colegas con los que intercambiar sus conocimientos, y esto es más probable cuanto mayor es la empresa en la que trabajan. Además, un grupo de investigación grande puede propiciar más la división del trabajo, con las consiguientes ventajas derivadas de la especialización.

La segunda posible fuente de ventaja de una gran empresa sobre una pequeña, por lo que respecta a la innovación, se encuentra en su mayor capacidad para explotar el resultado de su esfuerzo investigador. Además, en una empresa multiproducto, como la bancaria, hay más oportunidades para la diversificación de proyectos de investigación, con lo que se obtiene una mayor rentabilidad de los recursos destinados a esta actividad.

Sin embargo, también la empresa pequeña goza de ciertas ventajas. Así, es más probable que los resultados inesperados de una idea innovadora se pierdan en una gran organización que en una pequeña. Además, los innovadores pueden estar menos motivados en una gran empresa que en una pequeña, ya que en esta última su remuneración puede estar relacionada de forma directa con su rendimiento. Así, pues, el efecto neto del tamaño de una empresa en la actividad innovadora es un tema abierto a las contrastaciones empíricas (6).

Siguiendo a Hunter y Timme, la relación entre tamaño y cambio tecnológico puede ser medida con la siguiente expresión, que indica cómo varían las economías de escala como consecuencia de cambios en la tecnología ( $T$ ) y en la escala de producción ( $X_i$ ), que se supone ocurren conjuntamente.

$$GSSB = \sum_{i=1}^n \frac{\partial^2 RSCE}{\partial \ln T \partial \ln X_i} = \sum_{i=1}^n \frac{\partial TECHSB}{\partial \ln X_i} \quad [7]$$

Dicha expresión supone que la composición de la producción permanece constante y que el cambio tecnológico afecta a todos los *inputs* por igual. Si *GSSB* es menor que cero, las grandes empresas innovan a una tasa mayor que las más pequeñas. En este caso, si la difusión de innovaciones es un proceso que tiene lugar a lo largo del tiempo, las grandes empresas podrían reducir sus costes más

rápida y mantener una ventaja en costes sobre las más pequeñas.

El problema que presenta la expresión anterior es que no puede ser usada para comparar bancos con diferentes composiciones de su vector de producción. Además, dicha expresión tampoco permite contrastar la hipótesis de Galbraith-Schumpeter por subgrupos dentro de la muestra total. No obstante, los problemas anteriores pueden evitarse estimando la relación existente entre cambio tecnológico y tamaño de la empresa bancaria a lo largo de la senda de expansión; esto es,

$$GSEPB = \sum_{i=1}^n \frac{\partial^2 EPSCE}{\partial \ln T \partial \ln X_i} = \sum_{i=1}^n \frac{\partial TECHPEB}{\partial \ln X_i} \quad [8]$$

de tal forma que si *GSEPB* es menor que cero, los grandes bancos, a lo largo de una senda de expansión dada, innovarán a una tasa más rápida que los bancos pequeños.

Al igual que el estudio de las economías de escala y del impacto del cambio tecnológico en el tamaño óptimo de producción, la contrastación de la hipótesis de Galbraith-Schumpeter tiene importantes implicaciones de política económica. Si existiera una relación positiva entre tamaño empresarial y esfuerzo innovador, sería adecuado con el objetivo de incrementar la eficiencia productiva instrumentar medidas de política económica que persiguieran un crecimiento en el tamaño de producción. Dichas medidas de política económica estarían justificadas incluso en presencia de economías constantes de escala y en presencia de progreso técnico neutral en el tamaño óptimo de producción.

#### 4. El cajero automático como innovación de proceso y de producto

Entre las aportaciones claves de las nuevas tecnologías a la actividad bancaria están las posibilidades que abren para mejorar los productos y servicios existentes y para generar otros nuevos, tanto de activo y pasivo como de servicios de medio de pago. Por tanto, uno de los objetivos fijados a la hora de emplear las nuevas tecnologías, además de la reducción de costes de transformación, es la diferenciación de productos y servicios. En la medida que las nuevas tecnologías afectan, pues, a la composición de la producción, afectan a los costes de la empresa bancaria.

En el caso del sistema bancario español, en los últimos años destaca la rápida implantación y uti-

lización de una importante innovación de proceso y de producto: el cajero automático. Los cajeros son terminales electrónicos capaces de realizar un amplio conjunto de operaciones: facilitar efectivo, aceptar depósitos, consultar saldos y/o últimos movimientos, transferir fondos, etc. Se accede a ellos mediante tarjetas de crédito y débito y, más recientemente, mediante libretas con banda magnética. En la medida en la que el cajero es una innovación que produce principalmente servicios de medio de pago asociados a los depósitos a la vista, puede haber afectado a la estructura del pasivo de las entidades bancarias.

El cajero es, pues, un bien de capital que incorpora progreso técnico orientado al autoservicio bancario mediante la prestación de servicios de medio de pago.

Para analizar el impacto que el cajero automático ha tenido sobre los costes de la empresa bancaria, sería necesario construir una variable que recogiera el efecto del cambio técnico incorporado en esta innovación o bien disponer de una contabilidad lo suficientemente desagregada como para poder imputar costes al cajero automático y efectuar así una comparación entre el coste por operación de cajero y el coste por operación realizada en ventanilla. Sin embargo, con la información disponible, esto no es posible, y mucho menos construir una variable que recoja el efecto del cambio técnico incorporado en las nuevas tecnologías utilizadas por las empresas bancarias (7). Por tanto, y tal y como se ha dicho anteriormente, la *dummy* tendencial utilizada va a captar tanto los efectos del cambio técnico incorporado en los nuevos bienes de capital como del cambio técnico desincorporado. En consecuencia, el cajero va a ser tratado como una innovación de producto y, por tanto, el volumen de operaciones de cajero será considerado un *output* del vector de producción. Esto permitirá analizar las posibles economías de escala específicas del cajero automático.

### III. ESPECIFICACION DEL MODELO

El análisis de las características tecnológicas de la empresa bancaria se ve facilitado usando una función de costes basada en la teoría de la dualidad desarrollada por Shepard. La aproximación dual al análisis de la producción se lleva a cabo utilizando especificaciones flexibles de la tecnología de la empresa bancaria. Para que la función de

costes represente la tecnología subyacente de forma equivalente a la función de producción, es necesario que cumpla las propiedades impuestas en los teoremas de integración (Diewert, 1982). Si se cumplen estas propiedades, función de producción y función de costes son equivalentes en la identificación de la tecnología. Teniendo esto en cuenta, la ventaja de la función de costes reside en las menores dificultades que presenta su modelización econométrica.

La función de costes que vamos a utilizar a lo largo del trabajo, es la función translogarítmica propuesta por Christensen, Jorgenson y Lau (1973). Dicha función es, esencialmente, una expansión en Taylor en cantidades y precios de *inputs*. Habitualmente, en los estudios sobre economías de escala en el sector bancario la forma funcional *translog* que se suele utilizar es una aproximación de segundo orden a una función de costes arbitraria (8). Sin embargo, en este estudio utilizamos una aproximación de tercer orden a la función de costes de la ecuación [1]. Ello es debido a que la aproximación de tercer orden permite, a diferencia de la aproximación de segundo orden, efectuar estimaciones individuales por grupos de bancos de distinto tamaño de *TECHSB* (impacto del cambio tecnológico en las economías de escala de rayo) y *TECHEPB* (impacto del cambio tecnológico en las economías de escala en la senda de expansión) en las ecuaciones [4] y [6]. Además, para poder contrastar la hipótesis de Galbraith-Schumpeter es necesario tomar derivadas parciales de tercer orden con respecto al *output* y al índice tecnológico en la función de costes, por lo que dicha hipótesis no puede ser estimada con una aproximación de segundo orden. Por otra parte, y como se verá posteriormente, el test de Wald de la especificación de segundo orden frente a la de tercer orden corrobora la especificación utilizada.

La forma funcional *translog* como aproximación de tercer orden adopta la siguiente especificación:

$$\begin{aligned} \ln C = & \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \ln X_i + 1/2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} \ln X_i \ln X_j + \sum_{m=1}^n \beta_m \ln P_m + \\ & + 1/2 \sum_{m=1}^n \sum_{n=1}^n \beta_{mn} \ln P_m \ln P_n + \sum_{j=1}^n \sum_{m=1}^n \lambda_{jm} \ln P_m \ln X_j + \sigma \ln OF + \\ & + 1/2 \sigma_{00} \ln(OFF)^2 + \sum_{i=1}^n \sigma_i \ln OF \ln X_i + \sum_{m=1}^n \sigma_m \ln P_m \ln OF + \\ & + \rho_0 \ln CA + 1/2 \rho_{00} \ln(CA)^2 + \sum_{j=1}^n \rho_j \ln CA \ln X_j + \sum_{m=1}^n \rho_m \ln CA \ln P_m + \\ & + \pi \ln OF \ln CA + \psi_0 \ln T + 1/2 \psi_{00} (\ln T)^2 + \sum_{i=1}^n \psi_i \ln T \ln X_i + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & + \sum_{m=1}^n \gamma_m \ln T \ln P_m + \delta_0 \ln T \ln OF + \delta_1 \ln T \ln CA + \\ & + 1/2 \sum_{i=1}^n \phi_i (\ln T)^2 \ln X_i + 1/2 \sum_{m=1}^n \phi_m (\ln T)^2 \ln P_m + \\ & + 1/2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \xi_{ij} \ln T \ln X_i \ln X_j + 1/2 \sum_{i=1}^n \pi_i \ln(X_i)^2 \ln T + \\ & + 1/2 \mu_0 (\ln T)^2 \ln OF + 1/2 \mu_1 (\ln T)^2 \ln CA + \epsilon \quad [9] \\ & i, j, = 1, 2, 3 \\ & m, n = L, K, A \end{aligned}$$

donde:

- *C* son los costes de producción.
- $X_i$  son los componentes del vector de producción.
- $P_m$  son los precios de los *inputs*.
- *OF* es el número de oficinas.
- *CA* es el número de cajeros automáticos.

Al considerar el número de oficinas se puede distinguir entre economías de escala a nivel de planta (oficina) y a nivel de empresa (economías aumentadas). Análogamente, la introducción del número de cajeros automáticos en la función de costes permite distinguir entre economías de escala a nivel de cajero y economías de escala «aumentadas» asociadas al cajero.

Por otra parte, dado que uno de los objetivos de este trabajo es estimar las posibles economías de escala asociadas al cajero automático, una de las variables consideradas identificadoras del *output* ( $X_i$ ) es el volumen de operaciones de cajero automático. El volumen de operaciones de cajero automático es igual al volumen de operaciones por cajero por el número de cajeros automáticos, apareciendo esta última variable en la función de costes.

De la función de costes se pueden derivar las correspondientes demandas de *inputs*, aplicando el lema de Shephard.

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln C}{\partial \ln P_m} = \frac{P_m Y_m}{C} = S_m = & \beta_m + \sum_{n=1}^n \beta_{mn} P_n + \\ & + \sum_{i=1}^n \lambda_{im} \ln X_i + \sigma_m \ln OF + \rho_m \ln CA + \\ & + \gamma_m \ln T + \sum_{m=1}^n 1/2 \phi_m \ln(T)^2 \quad [10] \end{aligned}$$

donde  $S_m$  es la participación del *input*  $Y_m$  en los costes de producción. Dado que las ecuaciones de participación  $S_m$  no introducen parámetros adicionales en la estimación, la introducción de dichas ecuaciones junto a la ecuación [9] implica una ganancia de grados de libertad, estimando la

función de costes y las ecuaciones de participación como un sistema de ecuaciones simultáneas. Así, las estimaciones resultantes deberían de ser más eficientes que las estimaciones generadas a través de la estimación de la función de costes en solitario.

Dado que la suma de las participaciones de los *inputs* en los costes es por definición igual a la unidad, las ecuaciones de participación  $S_m$  no son linealmente independientes y, por tanto, una de las ecuaciones en [10] es redundante.

Las condiciones que han de imponerse en la estimación de la función *translog* para que sea de buen comportamiento son las siguientes:

a) Homogeneidad en los precios de los *inputs*

$$\sum_{m=1}^n \beta_m = 1; \sum_{m=1}^n \beta_{mn} = \sum_{m=1}^n \lambda_{im} = \sum_{m=1}^n \sigma_m = \sum_{m=1}^n \rho_m = \\ = \sum_{m=1}^n \gamma_m = \sum_{m=1}^n \phi_m = 0 \quad [11]$$

b) Simetría.

$$\beta_{mn} = \beta_{nm}; \alpha_{ij} = \alpha_{ji}; \xi_{ij} = \xi_{ji} \quad [12]$$

c) Igualdad de los parámetros estimados en el sistema de ecuaciones simultáneas formado por [9] y [10].

#### IV. VARIABLES Y MUESTRA UTILIZADA

Por no estar disponible la información relacionada con los cajeros automáticos (volumen de operaciones y número de cajeros) para el caso de la banca privada, nos vemos obligados a centrar el estudio en el caso de las cajas de ahorros confederadas.

En concreto, la muestra utilizada en las estimaciones realizadas está compuesta por 52 cajas de ahorros confederadas. De las 56 cajas existentes a 31-12-1991, se han eliminado la C.A. de Jerez, la C.A. Provincial de Jaén, la C.A.M.P. Municipal de Pamplona y la C.A. Provincial de Toledo. La razón de su exclusión radica en la no disponibilidad de información referente al volumen de operaciones de cajero automático (X3).

Con las 52 cajas de ahorros se ha formado un panel de datos desde 1988 a 1991, dado que es éste el período de tiempo para el cual se dispone de información acerca del volumen de operaciones de cajero automático. Ahora bien, puesto que en dicho período de tiempo se han producido varias fusiones y absorciones, y con objeto de obtener una muestra homogénea a lo largo del período

objeto de estudio, se ha procedido a la agregación de las variables referidas a las entidades involucradas en dichos procesos de absorción y fusión (9).

Los datos utilizados han sido extraídos de los anuarios, balances y cuentas de resultados de la Confederación Española de Cajas de Ahorros (CECA). Asimismo, se ha utilizado la publicación «RED 6000» de la CECA para la obtención de la información referente a los cajeros automáticos (número y volumen de operaciones). Todas las variables monetarias han sido expresadas en términos reales, utilizando 1988 como año base, para lo cual se ha utilizado el deflactor implícito del PIB.

#### 1. Output

La primera cuestión problemática a la que se enfrentan todos los estudios que analizan la tecnología subyacente a la función de producción bancaria es la identificación y medición del *output* bancario.

Por tanto, la medición de la productividad y las economías de escala en la empresa bancaria es una cuestión difícil ya que no existe un consenso respecto al tratamiento de la variable que define el *output* bancario. Como pone de manifiesto Humphrey (1992), no hay razón a priori para centrarse en una única clase de *output* bancario como los préstamos u otra partida de activo, teniendo en cuenta que la producción de depósitos absorbe gran parte del capital y trabajo utilizados en la producción. En este trabajo se adopta inicialmente la aproximación de Wykoff (1991) y Triplett (1991), donde los depósitos son tratados como *output* e *input* simultáneamente. Dicha aproximación al problema de la identificación y medición del *output* bancario se enmarca, en líneas generales, en la llamada «aproximación de la intermediación» (10).

La elección entre las medidas flujo y *stock* de la producción bancaria viene determinada por los datos disponibles. En concreto, la medida de *output* elegida va a ser el valor (en términos reales) de distintas partidas del balance.

Los *output* utilizados son:

1) La variable X1 recoge el valor de las inversiones crediticias y, por tanto, recoge el valor de los préstamos realizados tanto al sector público como al sector privado de la economía.

2) La variable  $X_2$  recoge los recursos ajenos necesarios para el desarrollo de la actividad de intermediación y generación de servicios de medios de pago. Así, recoge los depósitos que tanto el sector público como el sector privado mantiene en las cajas de ahorros.

3) La tercera variable que se va a utilizar como medida del *output* bancario es el volumen de operaciones de cajero automático ( $X_3$ ). La introducción de esta variable en la función de costes nos permitirá estimar y cuantificar las posibles economías de escala específicas del cajero automático.

## 2. Inputs

El trabajo y el capital físico representan *inputs* necesarios para la producción del *output* bancario. Más discutible es el tratamiento de los depósitos como *input*. Sin embargo, si sólo el capital y el trabajo fueran considerados como *inputs*, la productividad y las economías de escala medidas harían sólo referencia a los costes operativos. Ahora bien, los costes financieros representan aproximadamente las dos terceras partes de los costes totales de producción. Por tanto, el concepto de costes apropiado a la hora de medir la productividad y las economías de escala en la empresa bancaria son los costes totales, los cuales incluyen los costes operativos y los costes financieros. El valor  $C$  se corresponde, pues, con la suma de los gastos de explotación ( $GE$ ) y los costes financieros ( $CF$ ) de la cuenta de resultados.

## 3. Precios de los *inputs* variables

El tercer tipo de variables que aparecen en la función de producción de la empresa bancaria son los precios de los factores productivos. Teniendo en cuenta el enfoque adoptado, en el que los depósitos son tratados simultáneamente como *output* y como *input*, tres van a ser los precios utilizados:

1) El precio del factor trabajo ( $P_l$ ), que se ha calculado dividiendo los gastos de personal sobre el empleo total (número de empleados a 31 de diciembre) (11).

2) Por lo que respecta al coste de uso del capital fijo ( $P_k$ ), se ha definido como el resultado de dividir los gastos relacionados con el uso del activo fijo (aproximado por la diferencia entre gastos de explotación y costes de personal) sobre el inmovilizado (12).

3) Por último, el precio de los depósitos ( $P_a$ ) se ha obtenido dividiendo los costes financieros por la variable  $X_2$ .

## V. RESULTADOS EMPIRICOS

Suponemos comportamiento minimizador de costes, competencia en el mercado de *inputs*, que el *output* está determinando exógenamente y tecnología común a toda la muestra, de tal forma que la función de costes describe la tecnología subyacente en la función de producción. Estas hipótesis vienen determinadas por las condiciones bajo las cuales se asegura la dualidad de la función de producción y de costes. La función de costes *translog* [9] ha sido estimada conjuntamente con la ecuación de participación [10] después de imponer las restricciones de homogeneidad en los precios de los *inputs*, simetría e igualdad de los parámetros de las ecuaciones [9] y [10]. Además, ha sido incluido en la función de costes estimada un efecto fijo específico de cada entidad provocado por características inobservables e invariantes en el tiempo. Las observaciones de las variables, a excepción de las variables de participación en costes ( $S_a$  y  $S_l$ ) han sido transformadas en desviaciones respecto a las medias temporales para cada entidad. El método de estimación utilizado ha sido el método de máxima verosimilitud con información completa.

Con la especificación de la función de costes adoptada, aparece un problema de multicolinealidad. En concreto, se detecta una severa colinealidad entre las variables  $LnX_1$  y  $LnX_2$ , por un lado, y entra las variables  $LnOF$  y  $LnCA$ , por otro. (El coeficiente de determinación  $R^2$  de la regresión de  $LnX_1$  frente a  $LnX_2$  es de 0,97, mientras que el  $R^2$  de la regresión de  $LnCA$  frente al  $LnOF$  es de 0,73).

En consecuencia, y con objeto de eliminar los problemas econométricos que la elevada multicolinealidad genera, se procede a eliminar las variables causantes de la misma. En concreto, se eliminan de la función de costes las variables  $X_2$  y  $OF$ , con lo que la función de costes finalmente estimada es la siguiente:

$$C = C(X_1, X_3, P_w, P_k, P_a, CA, T) \quad [13]$$

Tal y como se ha señalado anteriormente, la especificación de la función de costes *translog* como aproximación de segundo orden a una función de costes es un caso anidado o restringido de la aproximación de tercer orden. El test de Wald



realizado para contrastar la especificación de tercer orden *versus* la de segundo orden (que se distribuye como una *Chi*-cuadrado con *k* grados de libertad) nos proporciona un valor de  $X [8] = 24,47970$ , con lo cual se acepta la especificación de la función *translog* como aproximación de tercer orden. Con objeto de analizar la bondad del ajuste del modelo estimado en [9] y [10], y de analizar cuestiones relacionadas con la tecnología subyacente a la función de costes, se han calculado las elasticidades de sustitución de Allen, que miden cómo responde la *ratio* entre los *inputs* *m* y *n* a las variaciones de sus precios relativos, y las elasticidades-precio de la demanda de los factores de producción. Estas elasticidades pueden ser calculadas utilizando los parámetros estimados y los valores observados de las participaciones de los *inputs* productivos en los costes de producción ( $S_m$ ). Las elasticidades de sustitución vienen dadas por:

$$s_{mn} = \frac{\beta_{mn}}{S_m S_n} + 1 \quad [14]$$

y las elasticidades precio de la demanda del *input* *m* con respecto al precio del factor *n* por (Binswanger, 1974);

$$E_{mm} = s_{mm} \cdot S_m = (\beta_{mm}/S_m) + S_m^{-1} \quad [15]$$

$$E_{mn} = s_{mn} \cdot S_n = [(\beta_{mn}/S_m S_n) + 1] \cdot S_n \quad m \neq n \quad [16]$$

Los factores productivos serán sustitutivos si  $s_{mn} > 0$  y complementarios si  $s_{mn} < 0$ . Tal y como aparece en el cuadro n.º 1, los tres factores productivos considerados son sustitutivos entre sí, siendo considerablemente mayor el grado de sustituibilidad existente entre el capital y el trabajo (1,7514) que el existente tanto entre el trabajo y los depósitos (0,5746) como entre el capital y los depósitos (0,2505).

El cuadro n.º 1 muestra cómo las elasticidades de la demanda de un factor respecto a su propio precio tienen en los tres casos el signo correcto, siendo ello una prueba de la bondad del ajuste del modelo estimado. En todos los casos, las demandas son inelásticas (elasticidades menores que la unidad), siendo particularmente pequeña la elasticidad de la demanda de depósitos respecto a su propio precio.

## 1. Cambio tecnológico y costes

En el cuadro n.º 2 aparecen las estimaciones del impacto del cambio tecnológico en los costes de la empresa bancaria (*TECH*) de acuerdo con la

CUADRO N.º 1

### ELASTICIDAD DE SUSTITUCION DE ALLEN ( $s_{mn}$ )

Capital-Trabajo	Trabajo-Depósitos	Depósitos-Capital
1,7514 (*) (0,8471)	0,5746 (**) (0,2439)	0,2505 (0,1817)

### ELASTICIDAD DE LA DEMANDA DE *INPUTS* ( $E_{mn}$ )

Demanda de	PRECIO DE		
	Trabajo	Capital	Depósitos
Trabajo .....	-0,6239 (**) (0,2198)	0,2413 (**) (0,1173)	0,3743 (**) (0,1588)
Capital .....	0,3547 (**) (0,1726)	-0,5261 (***) (0,1453)	0,1632 (0,1184)
Depósitos .....	0,1163 (**) (0,0493)	0,0345 (0,0250)	-0,1591 (***) (0,0446)

Entre paréntesis, error estándar.

CUADRO N.º 2

Tamaño	TECH (%)	RSCE	TECHSB
0-100.000 .....	-0,466 (*)	0,8002 (**)	-0,1512 (*)
100.001-150.000 .....	-0,3366	0,8449 (*)	-0,0901
150.001-200.000 .....	-0,5619 (**)	0,9140	-0,0719
200.001-300.000 .....	-0,4477 (*)	0,9340	-0,0559
300.001-500.000 .....	-0,5526 (**)	1,0029	-0,0162
500.001-1.000.000 .....	-0,2322	1,0148	-0,0051
+ 1.000.000 .....	-0,5185 (*)	1,1226	-0,0245

(\*) Significativo al 0,10.

(\*\*) Significativo al 0,05.

(\*\*\*) Significativo al 0,01.

ecuación [2] para cada uno de los siete grupos en los que ha sido dividida la muestra. Los valores de *TECH* han sido calculados usando las estimaciones de los parámetros de la ecuación [9] y sustituyendo los valores medios de las variables, por tramos, en la expresión resultante de la ecuación [2]. Finalmente, la significatividad de los valores estimados de *TECH* han sido contrastados usando un test de Wald de la *Chi* cuadrado. La hipótesis nula es  $H_0: TECH = 0$ .

Teniendo en cuenta que el cambio tecnológico (*TECH*), definido como residuo, no sólo recoge el efecto de las innovaciones en el proceso productivo sino también el impacto de factores tales como la desregulación, cambios en la estructura organizativa, etc., el cuadro n.º 2 muestra que el proceso de producción de las cajas de ahorros ha estado

sometido a un significativo progreso técnico en el período objeto de estudio. Sin embargo, dicho efecto no es estadísticamente significativo para las cajas con un volumen de activo comprendido entre 100.001-150.000 y 500.001-1.000.000 millones. Se aprecia cómo, para los distintos grupos de cajas de ahorros en los que se ha dividido la muestra, el progreso técnico ha afectado a la baja a los costes de producción. Un valor medio de *TECH* cercano a 0,5 por 100 para toda la muestra indica que, como resultado de la innovación, los costes totales de producción se han reducido aproximadamente un 0,5 por 100 al año. Por otro lado, y a diferencia de otros países, no se observa que la reducción en costes como consecuencia de la introducción de nuevas tecnologías aumente conforme aumenta el tamaño de la empresa bancaria.

Otra cuestión de interés que puede ser analizada a la luz de los resultados obtenidos es la naturaleza del cambio tecnológico. La interacción entre el cambio tecnológico y la participación de los factores en los costes de producción puede ser medida a través de los parámetros  $\sigma_m$  y  $\phi_m$ . Así, el cambio tecnológico será neutral o sesgado hacia algún factor en la medida en que afecte o no a la participación relativa de ese factor en los costes de producción. En el caso concreto que nos ocupa, únicamente  $(\partial \ln Sa / \partial \ln T) = (\sigma_s + \phi_s \ln T) = (0,028830)$  es significativamente distinta de cero, por lo que el cambio tecnológico ha incrementado la participación de los costes financieros en los costes totales de producción a lo largo del período 1988-1991 (13).

## 2. Cambio tecnológico y economías de escala de rayo

En el cuadro n.º 2 aparecen las estimaciones de las economías de rayo (ecuación 3) y el impacto del cambio tecnológico en dichas economías de rayo (ecuación 4). En el caso de las eco-

nomías de escala de rayo, la hipótesis nula es  $H_0: RSCE = 1$ . Sin embargo, para el caso del impacto del cambio tecnológico en dichas economías de escala, la hipótesis nula es  $H_0: TECHSB = 0$ .

Por lo que respecta a las economías de escala de rayo, los resultados obtenidos muestran la existencia de economías de escala para las cajas de tamaño inferior a los 150.000 millones de activo, no pudiendo rechazarse la hipótesis de costes medios constantes para el resto de cajas de ahorros. En la medida en la que en la función de costes finalmente estimada no aparece como variable explicativa el número de oficinas, los valores obtenidos de *RSCE* hacen referencia a las economías de escala a nivel de empresa (economías de escala aumentadas) y no a nivel de oficina (economías de planta).

Tal y como aparece en el cuadro n.º 2, la relación entre cambio tecnológico y economías de escala de rayo, medida por *TECHSB* (ecuación 4), permite afirmar que, a excepción de las cajas más pequeñas, el cambio tecnológico no ha afectado a las economías de escala de las cajas de ahorros, ya que los test de Wald realizados implican aceptar la hipótesis nula de neutralidad del cambio tecnológico sobre las economías de rayo. En el caso de las cajas más pequeñas el valor de *TECHSB* es significativamente (al 10 por 100 de significatividad) menor que cero, por lo que el progreso técnico ha provocado un crecimiento en el volumen de operaciones minimizador de costes medios.

## 3. Cambio tecnológico y economías de escala en la senda de expansión

En el cuadro n.º 3 aparecen las estimaciones de las economías de escala en la senda de expansión (*EPSCE*), así como las estimaciones del impacto del cambio tecnológico en las economías de escala individuales en la senda de expansión (*TECHPB<sub>i</sub>*),

CUADRO N.º 3

Tamaño	EPSCE	TECHPB1	TECHPB3	GSEPB
100.000/100.001-150.000	0,628 (***)	-0,0649	0,0043	0,1148 (**)
100.01-150.000/150.001-200.000	0,8889 (**)	0,0057	-0,0161	0,1201 (**)
150.001-200.000/200.001-300.000	1,183 (***)	0,0994	-0,0311 (*)	0,2434 (**)
200.001-300.000/300.001-500.000	1,0909 (**)	0,0906	-0,0024 (*)	0,1211 (**)
300.001-500.000/500.001-1.000.000	1,2792 (**)	0,2087	-0,0384 (*)	0,1582 (**)
500.001-1.000.000/+ 1.000.000	1,1387	0,3367	-0,069 (***)	0,1180 (**)

tal y como se definió en las ecuaciones [5] y [6]. En el caso de *EPSCE* la hipótesis nula a contrastar es  $H_0: EPSCE = 1$ , mientras que para el caso de *TECHXPB<sub>i</sub>*, hipótesis a contrastar es  $H_0: TECHXPB_i = 0$ .

Por lo que respecta a las economías de escala en la senda de expansión (*EPSCE*), los resultados obtenidos muestran la existencia de economías de escala en las dos primeras sendas de expansión, existiendo deseconomías en el resto de sendas de expansión, a excepción del último tramo, en el que se acepta la hipótesis de costes medios constantes. Destacan las importantes economías obtenidas en la expansión del subgrupo de cajas más pequeñas al inmediato superior. Esto es debido al hecho de que el volumen de operaciones de cajero automático (*X3*) es mayor en el primer grupo de cajas (0-100.000) que en el segundo (100.000-150.000), con lo que el valor de  $[(X^B - X^A)/X^B]/[(CT^B - CT^A)/CT^B]$  utilizado para calcular las economías de escala en la senda de expansión es negativo.

En lo que respecta al impacto del cambio tecnológico en las economías de escala en la senda de expansión, los resultados que aparecen en el cuadro n.º 3 muestran que el cambio tecnológico ha afectado de forma desigual a la escala óptima de producción de préstamos (*X1*) y operaciones de cajero automático (*X3*). Para el caso de *X1* se obtienen valores de *TECHPBX1*, que en ningún caso son significativamente distintos de cero, por lo que el cambio tecnológico a lo largo de una senda de expansión dada no ha afectado al volumen óptimo de producción de préstamos.

En el caso de *X3*, los resultados obtenidos en relación al impacto del cambio tecnológico en la escala eficiente de producción muestran cómo el cambio tecnológico ha producido un crecimiento en la escala óptima de producción de *X3* en las cajas de ahorros con un volumen de activos superior a los 150.001-200.000, no pudiendo rechazarse la hipótesis de neutralidad en el resto de cajas de la muestra.

#### 4. Hipótesis de Galbraith-Schumpeter

Usando las estimaciones del sistema de ecuaciones [9] y [10], los valores estimados de *GSEPB* (ecuación 8), son los que aparecen recogidos en el cuadro n.º 3. Los resultados obtenidos muestran que, para todos los subgrupos, se rechaza la hipó-

tesis de Galbraith-Schumpeter, indicando por tanto que, dentro de cada subgrupo, las grandes cajas innovan a una menor tasa de lo que lo hacen las cajas más pequeñas. Este resultado implica que, aun en el caso de que las grandes cajas experimentaran una mayor reducción de costes fruto del progreso técnico (mayor *TECH*), no pueden utilizar la actividad innovadora por sí sola para expulsar del mercado a las cajas más pequeñas (14), dado que éstas pueden, gracias al progreso técnico, reducir sus costes más rápidamente. Por tanto, las medidas de política económica que persiguen un crecimiento en el tamaño de producción no tienen, por esta vía, justificación empírica.

## VI. ECONOMÍAS DE ESCALA ESPECÍFICAS DEL CAJERO AUTOMÁTICO

Una de las ventajas que presenta la utilización de la función de costes translogarítmica a la hora de estudiar la tecnología subyacente a la función de producción en una empresa multiproducto, como es el caso de la empresa bancaria es que permite evaluar tanto las economías de escala globales como las economías de escala específicas de cada producto. Estas hacen referencia al ahorro en costes debido a un crecimiento en un *output* del vector de producción, mientras que el resto de componentes del vector de producción permanece constante.

Para evaluar las economías de escala específicas de un *output* del vector de producción, podemos considerar, tal y como hacen Bothwell y Cooley (1982), la elasticidad del coste con respecto a ese *output*, manteniendo constantes todos los demás *outputs* del vector de producción:

$$SE(i) = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln X_i} \Big|_{(X_j), j \neq i \text{ constante}} = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln X_i} \quad [17]$$

Si  $SE(i) < 1$ , existirán economías a escala con respecto al *output* *i*; si  $SE(i) > 1$ , existirán deseconomías a escala, y si  $SE(i) = 1$ , existirán economías constantes a escala. Es posible tener economías (o deseconomías) globales a escala positivas y tener deseconomías (o economías) específicas de cada producto.

Sin embargo, Gilligan, Smirlock y Marshall (1984) critican la utilización de la expresión anterior por estimar economías de escala específicas de cada producto. En opinión de estos autores, la expresión anterior no es una medida de las economías de

escala específicas de cada producto dado que el *output* *i*-ésimo es tan sólo uno de tantos dentro del vector de producción y  $(\partial \text{Ln}C/\partial \text{Ln}X_i) < 1$  puede ser consistente con deseconomías de escala específicas de cada producto. Intuitivamente, comentan estos autores, «no esperaríamos que un incremento dado en un *output* provocara un crecimiento similar en los costes totales de producción».

Estos mismos autores proponen la utilización de la derivada del coste marginal como medida no ambigua de las economías de escala específicas de cada producto.

$$\frac{\partial^2 C}{\partial X_i^2} \Big| (X_i), \quad j \neq i \text{ constante} \quad [18]$$

Costes marginales decrecientes  $[(\partial C/\partial X_i) < 0]$  deben ser indicativos de economías de escala con respecto al *output* *i*-ésimo. Sin embargo, es posible observar costes marginales decrecientes con respecto a cada *output*, y, al mismo tiempo, obtener deseconomías de escala globales ( $SE > 1$ ). En el caso de la función de costes *translog*, los costes marginales se definen como:

$$\frac{\partial C}{\partial X_i} = \frac{\partial \text{Ln}C}{\partial \text{Ln}X_i} \frac{\hat{C}}{X_i} \quad [19]$$

donde *C* es el valor estimado de los costes de producción. Puede demostrarse que

$$DCMa_i = \frac{\partial^2 C}{\partial X_i^2} = \left( \frac{\hat{C}}{X_i^2} \right) \left[ \frac{\partial^2 \text{Ln}C}{\partial \text{Ln}X_i^2} + \frac{\partial \text{Ln}C}{\partial \text{Ln}X_i} \frac{\partial \text{Ln}C}{\partial \text{Ln}X_i} - 1 \right] \quad [20]$$

Así, en el cuadro n.º 4 aparecen las estimaciones de las derivadas de los costes marginales obtenidos de acuerdo con la expresión [20]. La hipótesis nula a contrastar es  $H_0: DCMA(X_i) = 0$ .

En lo que a las economías de escala asociadas al cajero automático se refiere, valores negativos de  $DCMA(X_3)$  como los obtenidos (cuadro n.º 4) muestran la existencia de economías de escala, si bien sólo son estadísticamente significativas para las cajas de ahorros con un volumen de activo superior a los 500.000 millones. Este resultado coincide con los obtenidos por Walker (1978) en la banca estadounidense durante los primeros años de instalación del cajero automático. Además, los resultados obtenidos por Maudos (1992), en relación al efecto positivo que las variables «tamaño de mercado» y «tamaño de la empresa bancaria», tienen sobre la intensidad de la difusión del cajero automático en las cajas de ahorros españolas apuntan también en esta dirección.

CUADRO N.º 4

Tamaño	DCMa(X1)	DCMa(X3)	(X3/CA)
0-100.000	0,1438E-05	-0,2981E-05	176,13
100.001-150.000	0,2633E-06	-0,1396E-04	88,68
150.001-200.000	0,2345E-05	-0,1485E-04	137,39
200.001-300.000	0,3719E-06	-0,1174E-05	169,35
300.001-500.000	0,3218E-06	-0,1455E-05	44,20
500.001-1.000.000	0,2160E-06	-0,5594E-05 (*)	140,55
+ 1.000.000	0,8808E-07	-0,2191E-05 (*)	304,10

(\*) Significativo al 0,10.  
 (\*\*) Significativo al 0,05.  
 (\*\*\*) Significativo al 0,01.

Sin embargo, a pesar de ser las cajas de ahorros más grandes las que disfrutaban de economías de escala (estadísticamente significativas) específicas del cajero automático, en dichas cajas la intensidad de utilización del cajero automático, medida a través del volumen medio de operaciones por cajero ( $X_3/CA$ ), es superior a la intensidad de utilización en el resto de cajas. Esto puede ser debido a que, como aparece en el cuadro n.º 3, el cambio técnico ha provocado un crecimiento en el volumen eficiente de producción de  $X_3$  en el caso de las cajas con un volumen de activo superior a los 150.000 millones, por lo que han aumentado las economías de escala asociadas al cajero automático.

## VII. CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo ha sido suministrar evidencia empírica sobre diversas cuestiones relacionadas con el impacto del cambio tecnológico en el sistema bancario. En concreto, y utilizando una función de costes *translogarítmica*, se han abordado cuatro cuestiones. En primer lugar, se ha analizado el impacto que el cambio tecnológico ha tenido sobre los costes del sistema bancario español. En segundo lugar, se ha estimado el impacto que las nuevas tecnologías han tenido sobre las economías de escala, ya sean de rayo, ya sean en la senda de expansión. En tercer lugar, se ha contrastado la hipótesis de Galbraith-Schumpeter, que establece que las grandes empresas innovan a una tasa superior a la que lo hacen las pequeñas empresas. Y en cuarto y último lugar, se han estudiado y contrastado las posibles economías de escala asociadas a una innovación de proceso y producto: el cajero automático.

Sin embargo, y debido a problemas de falta de información, el estudio se ha limitado al caso concreto de las cajas de ahorros confederadas durante el período 1988-1991, ya que para la banca privada no se dispone de información desagregada relacionada con los cajeros automáticos (número de cajeros automáticos y volumen de operaciones de cada institución).

Los resultados obtenidos muestran cómo el proceso productivo ha estado sometido a un significativo progreso técnico en el período objeto de estudio. Se aprecia cómo, para los distintos grupos en el que se ha dividido la muestra, el progreso técnico ha afectado a la baja a los costes de producción. Además, dicho progreso técnico ha incrementado la participación relativa de los costes financieros en los costes totales de producción, por lo que el progreso técnico no ha sido neutral a lo largo del período 1988-91. No obstante, los resultados han de ser interpretados con la cautela derivada de la forma en la que se ha medido el progreso técnico (*dummy* tendencial), ya que dicha variable puede estar recogiendo factores distintos al progreso técnico (desregulación, innovación financiera, cambios organizativos, etcétera).

Por otro lado, y en lo que a las economías de escala de rayo respecta, las estimaciones realizadas muestran la existencia de economías de escala para las cajas con un tamaño inferior a los 150.000 millones de activo. Para el resto de cajas, no puede rechazarse la hipótesis de costes medios constantes. Por otra parte, el cambio tecnológico no ha afectado a la escala óptima de producción a excepción de las cajas de ahorros más pequeñas (0-100.000) en las que las nuevas tecnologías han provocado un crecimiento en el tamaño minimizador de costes. Por tanto, no cabe justificar por esta vía las fusiones bancarias.

Igualmente, los resultados obtenidos para el caso de las economías de escala en la senda de expansión muestran la existencia de economías de escala en la expansión de un subgrupo al inmediato superior, hasta un tamaño de 200.000 millones de activo. Para el resto de subgrupos, a excepción del último, en el que existen costes medios constantes, se acepta la hipótesis de costes medios crecientes (deseconomías). Además, el progreso tecnológico ha afectado de forma desigual a las economías de escala específicas de la producción de préstamos y operaciones de cajero. Así, mientras que en el primer caso las nuevas tecnologías no han afectado a dichas economías, en el segundo

han producido un crecimiento en la escala óptima de producción para un volumen de activos superior a los 150.000-200.000 millones.

Los resultados empíricos obtenidos rechazan la hipótesis de Galbraith-Schumpeter de que los grandes bancos innovan a una tasa mayor de la que lo hacen los bancos más pequeños. Este resultado implica que, dentro de cada subgrupo de cajas en los que ha sido dividida la muestra, las cajas de ahorros más pequeñas innovan a una tasa mayor de lo que lo hacen las cajas más grandes. Por tanto, en la medida en la que el progreso técnico afecta a la baja a los costes de producción, las cajas más pequeñas pueden reducir sus costes más rápidamente y mantener una ventaja en costes sobre las más grandes.

Los resultados obtenidos, tanto respecto al efecto del progreso técnico en el tamaño óptimo de producción como respecto a la relación existente entre tamaño empresarial y esfuerzo innovador, no permiten justificar las medidas de política económica que tengan como objetivo incrementar el tamaño de la empresa bancaria.

Por último, como se anticipaba en Maudos (1992), los resultados obtenidos muestran la existencia de economías de escala específicas del cajero automático, si bien sólo son estadísticamente significativas para las entidades más grandes.

## NOTAS

(\*) Agradezco a Francisco Pérez García la dirección recibida a lo largo del trabajo. Asimismo, agradezco los comentarios recibidos en las IX Jornadas de Economía Industrial (Madrid, septiembre de 1993) y en las II Jornadas de Investigación sobre las Relaciones entre Ciencia, Tecnología, Economía y Sociedad (Salamanca, octubre de 1993). Este trabajo ha contado con la financiación del Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (IVIE) y el patrocinio de la Caja de Ahorros del Mediterráneo (CAM).

(1) Una descripción del impacto del cambio tecnológico en el sistema bancario puede encontrarse en MAUDOS (1992).

(2) Los trabajos empíricos sobre economías de escala en el sector bancario frecuentemente utilizan una *dummy* tendencial para medir el impacto del cambio tecnológico. A este respecto, pueden consultarse los trabajos de BERNDT y KHALED (1979); CAVES, CHRISTENSEN y SWANSON (1981); HUNTER y TIMME (1986, 1988 y 1991), y STEVENSON (1980).

(3) Véase HUMPHREY (1990), DELGADO (1989), RAYMOND y REPILADO (1989) y DOMÉNECH (1991).

(4) Véase BERGER, HANWERCK y HUMPHREY (1987).

(5) El indicador de escala sería el factor «a».

(6) Una amplia panorámica de los estudios empíricos existentes sobre la hipótesis de Galbraith-Schumpeter puede encontrarse en KAMIEN y SCHWARTZ (1982).

(7) Sobre la construcción y utilización de indicadores explícitos de cambio técnico, pueden consultarse los trabajos de BALTAGI y GRIFFIN (1988) y NELSON (1984).

(8) Véase BERGER, HANWERCK y HUMPHREY (1987); BENSTON, HANWECK y HUMPHREY (1982); GILLIGAN y SMIRLOCK (1984); GILLIGA, SMIRLOCK y MARSHALL (1984); DELGADO (1989); DOMÉNECH (1991).

(9) En el período de tiempo considerado (1988-91), 36 cajas de ahorros han estado inmersas en procesos de fusión-absorción. La eliminación de este elevado número de entidades hubiera disminuido considerablemente el tamaño de la muestra utilizada.

(10) Una descripción de las aproximaciones a la medición del *output* bancario puede encontrarse en HUMPHREY (1985).

(11) No se han incluido las dotaciones a los fondos de pensiones de los trabajadores dada la discrecionalidad de las mismas efectuadas en los últimos años.

(12) La aproximación utilizada al coste de uso del capital físico viene condicionada por los datos disponibles. En concreto, la cuenta de resultados de las cajas de ahorros distingue dentro de la partida gastos de explotación entre: gastos de personal, generales, inmueble y amortizaciones. Al aproximar los gastos asociados al capital físico como diferencia entre gastos de explotación y gastos de personal estamos incluyendo los gastos de materiales que deberían como un precio independiente en la función de costes. Sin embargo, la ausencia de información referida a los costes de materiales obliga, pues, a agregar estos últimos junto a los costes de capital físico en una única variable de precios. Una solución similar es adoptada en DELGADO (1989).

(13) El período objeto de estudio es una época de fuerte crecimiento en la competencia en el sector. En 1989 tuvo lugar el inicio de la llamada «guerra de las supercuentas», produciéndose, en consecuencia, un crecimiento significativo en los costes financieros de las entidades bancarias. Por tanto, es posible que parte del crecimiento de los costes financieros atribuidos al progreso técnico se deba a este fenómeno.

(14) En el caso de *GSSB* se obtiene un valor de 0,05977 que es significativamente distinto a cero.

## BIBLIOGRAFIA

- BALTAGI, H., y GRIFFIN, J. (1988), «A general index of technical change», *Journal of Political Economy*, vol. 96, págs. 20-41.
- BENSTON, G.; HANWECK, G., y HUMPHREY, D. (1982), «Scale economies in banking», *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 14, n.º 4, noviembre, págs. 435-456.
- BERGER, A.; HANWECK, G., y HUMPHREY, D. (1987), «Competitive viability in banking: Scale, scope, and product mix economies», *Journal of Monetary Economics*, 20, págs. 501-520.

- BERNDT, E. R., y KHALED, M. S. (1979), «Parametric productivity measurement and choice among flexible functional forms», *Journal of Political Economy*, diciembre, págs. 1220-45.
- BINSWANGER, H. P. (1974), «A cost function approach to the measurement of elasticities of factor demand and elasticities of substitution», *American Journal of Agricultural Economics*, 56, págs. 377-386.
- BOTHWELL, J. L., y COOLEY, T. F. (1982), «Efficiency in the provision of health care: An analysis of health maintenance organizations», *Southern Economic Journal*, 48, julio, págs. 256-273.
- CAVES, D. W.; CHRISTENSEN, L. R., y SWANSON, J. (1981), «Productivity growth, scale economies, and capacity utilization in US railroads 1955-74», *American Economics Review*, n.º 71, págs. 994-1002.
- CHRISTENSEN, L. R.; JORGENSEN, D. W., y LAU, L. J. (1973), «Transcendental logarithmic production frontiers», *Review of Economics and Statistics*, 55, págs. 28-45.
- DELGADO, F. L. (1989), «Economías de escala en el sistema bancario español», tesis doctoral, Facultad de Ciencias Económicas, Madrid.
- DIEWERT, W. E. (1982), «Duality approaches to microeconomic theory», en *Handbook of mathematical economics*, vol. II editado por K. J. Arrow y M. D. Intriligator, North-Holland.
- DOMÉNECH, R. (1991), «Eficiencia y costes en la empresa bancaria: teoría y aplicaciones al caso español», tesis doctoral, Facultad de Ciencias Económicas de Valencia.
- GALBRAITH, J. K. (1952), *American capitalism*, Boston: Houghton, Mifflin.
- GILLIGAN, T., y SMIRLOCK, M. (1984), «An empirical study of joint production and scale economies in commercial banking», *Journal of Banking and Finance*, 8, págs. 67-77.
- y MARSHALL, W. (1984), «Scale and scope economies in the multiproduct banking firm», *Journal of Monetary Economics*, 13, págs. 393-405.
- HUMPHREY, D. (1985), «Cost and scale economies in bank intermediation», en R. C. Aspinwall y R. A. Eisenbeis (ed.), *Handbook of banking strategies*, Wiley.
- (1990), «Why do estimates of bank scale economies differ?», *Economic Review*, septiembre-octubre 1990, págs. 39-59, Federal Reserve Bank of Richmond.
- (1992), «Flow versus stock indicators of banking output: Effects on productivity and scale economy measurement», *Journal of Finance Services Research*.
- HUNTER, W., y TIMME, S. (1986), «Technical change, organizational form, and the structure of bank production», *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 18, n.º 2, mayo, págs. 152-166.
- (1988), «Technological change in large US commercial banks», *F.R.B. Atlanta Working Paper*, 88-6, diciembre.
- (1991), «Technological change and production economics in large US commercial banking», *Journal of Business*, 64, págs. 206-245.
- KAMIEN, M., y SCHWARTZ, L. (1982), *Market structure and innovations*, Cambridge University Press.
- MAUDOS, J. (1992), «El impacto del cambio tecnológico en el sistema bancario: el cajero automático», *PAPELES DE ECONOMÍA ESPAÑOLA, Cuadernos de Información Económica*, n.º 60, marzo, págs. 111-121.
- NELSON, A. (1984), «Capital vintage, time trends, and technical change in the electric power industry», *Review Economics Statistics*, 66, febrero, páginas 59-69.
- RAYMOND, J. L., y REPILADO, A. (1989), «Análisis de las economías de escala en el sector cajas de ahorros», *Fundación FIES, Documentos de Trabajo*, n.º 51.
- SCHUMPETER, J. (1942), *Capitalism, socialism and democracy*, New York: Harper and Row.
- STEVENSON, R. E. (1980), «Measuring technological RIAS», *American Economic Review*, 70, marzo, págs. 102-173.
- TRIPLETT, E. (1991), «A summary discussion of the different ways to measure output in banking», *Working Paper*, U.S., Department of Commerce, Washington, P.C.
- WALKER, D. (1978), «Economies of scale in electronic funds transfer systems», *Journal of Banking and Finance*, 2, junio.
- WYKOFF, C. (1991), «Commercial banking productivity growth: Evidence for large bank balance sheets», *Working Paper Department of Economics*, Poloma College, Clavement, CA.