

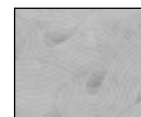
# El capital humano en ciencia y tecnología y el crecimiento de la economía española

JOSÉ LORENZO MARTÍN ARNAIZ\*

*En este artículo se pretende analizar el nivel alcanzado por el capital humano en el ámbito de la ciencia y tecnología en España, así como su contribución al crecimiento de una economía. Para ello, en primer lugar, recogemos argumentos teóricos y evidencias empíricas que aparecen en la literatura económica que permiten justificar el papel relevante de la formación científico-técnica en la estrategia de fomento de la productividad y el crecimiento económico. Posteriormente, analizamos el nivel alcanzado por el capital humano en ciencia y tecnología en España a través de diversos indicadores y lo comparamos con el correspondiente a los países de nuestro entorno. Finalmente, señalamos los principales resultados que se desprenden de la comparación internacional y valoramos su aportación al crecimiento de la economía española.*

**Palabras clave:** capital humano, ciencia y tecnología, crecimiento económico.

**Clasificación JEL:** D62, E44, G21, G28.



COLABORACIONES

## 1. Introducción

El artículo se estructura en tres apartados. En el primero se presentan diversos modelos que vinculan el capital humano en ciencia y tecnología con el crecimiento económico. En el segundo bloque analizamos la situación relativa de España en el seno de la OCDE respecto a la dotación de capital humano en ciencia y tecnología. Finalmente, en el tercer apartado, exponemos las principales conclusiones que se extraen del análisis realizado.

## 2. Capital humano en ciencia y tecnología y crecimiento económico

Presentamos a continuación diversos trabajos que tratan de determinar las fuentes del creci-

miento económico. En dichos trabajos se desarrollan modelos que tienen en común la utilización de variables explicativas que aproximan el capital humano en ciencia y tecnología, como elemento que desempeña un papel relevante en la explicación del crecimiento económico.

### 2.1. El modelo de Mc Mahon (1984)

Mc Mahon intenta explicar el crecimiento de la productividad del trabajo en quince países de la OCDE durante dos períodos temporales: 1955-1970 y 1955-1980.

Emplea las siguientes variables explicativas: la tasa de infrautilización del factor trabajo  $(1-u)$ , el aumento de capital físico  $[(k + a_k - n) = (Av. I/y - n)]$ , la productividad inicial  $(Y/N)_{60}$ , el aumento de capital humano  $[(K + a_k - n) = (h + a_h - n)]$ , el aumento de capital humano a través de la educación científico-técnica superior  $(he + a_{he} - n)$  y el cambio energético por trabajador  $(e - n)$ .  $(he + a_{he} - n)$  se mide

\* Departamento de Economía Aplicada. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Burgos.

por el incremento en el número de personas con formación técnica avanzada en ciencias sociales, naturales, tecnología, administración de empresas, medicina y agricultura por persona empleada.

Los resultados de la estimación del modelo se presentan en el Cuadro 1.

| <p>CUADRO 1<br/>CRECIMIENTO EN LA PRODUCTIVIDAD DEL TRABAJO<br/>(Variable dependiente: cambio en la productividad<br/>a lo largo de un período de 5 años (<math>y-n</math>) para cada país)</p> |                            |                            |                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Variables<br>Independientes                                                                                                                                                                     | 1955-1970<br>Coeficiente t | 1955-1980<br>Coeficiente t | 1955-1970<br>Coeficiente t |
| Tasa de infrautilización ( $1-u$ ) .....                                                                                                                                                        | -1,23 -1,52                | -1,50 -2,60                | -0,91 -1,27                |
| Productividad inicial ( $Y/N$ ) <sub>60</sub> .....                                                                                                                                             | -11,23 -2,62               | -10,70 -3,10               | -10,59 -3,22               |
| Aumento en el capital físico<br>( $K+a_k-n$ )=( $\Delta V./Y-n$ ) .....                                                                                                                         | 0,81 3,38                  | 0,67 3,63                  | 1,08 7,92                  |
| Aumento en el capital humano<br>( $K+a_k-n$ )=( $h+a_{he}-n$ ) .....                                                                                                                            | 0,05 2,02                  | 0,02 1,22                  | 0,07 2,91                  |
| Aumento en el capital humano a través de la educación científico-técnica superior ( $he+a_{he}-n$ ) .....                                                                                       |                            |                            | 0,03 2,75                  |
| Cambio energético por trabajador ( $e-n$ ) .....                                                                                                                                                | 0,00 0,38                  | 0,01 1,17                  | 0,002 0,74                 |
| Constante (a) .....                                                                                                                                                                             | 0,14 1,70                  | 0,16 2,32                  |                            |
| Nº de observaciones .....                                                                                                                                                                       | 45                         | 75                         | 45                         |
| R <sup>2</sup> .....                                                                                                                                                                            | 0,57                       | 0,54                       | 0,61                       |

Fuente: Mc. Mahon (1984).

Cuando la formación del capital humano por trabajador, medido por el logro educativo promedio incrementado de la población en edad de trabajar ( $h+a_{he}-n$ ), se introduce como se muestra en el Cuadro 1, siempre resulta tener el signo positivo esperado.

Es un factor significativo que explica el crecimiento de la productividad en el período relativamente estable comprendido entre los años 1955 y 1970 para los quince países, aunque continúa teniendo una relación positiva con el crecimiento de la productividad cuando se incluye el período 1970-1980.

Cuando esta medida de enseñanza, que refleja la capacidad básica en matemáticas, lengua y ciencias, se aumenta con una medida del número de científicos físicos, sociales, ingenieros, personal directivo y especialistas agrícolas recientemente formados como un porcentaje de la fuerza de trabajo en cada país, ( $he+a_{he}-n$ ), esta variable

de educación técnica superior tiene el signo positivo esperado y es también significativa al nivel del 5 por 100.

Sin embargo, la educación técnica superior ( $he+a_{he}-n$ ) también permite a los países seguidores aprovechar las «ventajas del atraso» adaptando y empleando las nuevas tecnologías. Así, esto también está recogido indirectamente por el término nivel de productividad inicial ( $Y/N$ )<sub>60</sub>, que se puede considerar como una *proxy* cuando la transferencia de tecnología se aprovecha.

Mc Mahon señala, igualmente, que el efecto combinado de la educación general, la educación técnica y las ventajas del atraso económico es consistente con lo que se ha encontrado también en un creciente número de estudios del crecimiento de la productividad en los países menos desarrollados.

## 2.2. Modelo de Murphy, Shleifer y Vishny (1991)

Estos autores plantean que la asignación de gente con talento al empresariado es buena para el crecimiento económico y su asignación a la búsqueda de rentas es mala para el crecimiento económico.

Murphy *et al* emplean los datos de matriculación en Derecho como una medida del talento asignado a la búsqueda de rentas, y datos sobre matriculación en Ingeniería como una medida del talento asignado al empresariado.

Murphy *et al* utilizan el conjunto de datos de Barro (1991). Las variables que emplean para cada país son la tasa de crecimiento del PIB real *per capita* entre 1970 y 1985, el PIB real *per capita* en 1960, el promedio desde 1970 hasta 1985 de la ratio del consumo real de gobierno (excepto en defensa y educación) sobre el PIB real, la tasa de matriculación en educación primaria en 1960, el promedio desde 1970 hasta 1985 del *ratio* de la inversión privada real sobre el PIB real y el número de revoluciones y golpes de Estado. Estos autores añaden a la lista de Barro el *ratio* de las matriculaciones en Derecho sobre el total de matriculaciones en 1970 y el mismo *ratio* para ingeniería.

Murphy *et al* realizan regresiones primero para los 91 países de la muestra y entonces para los 55



COLABORACIONES

países que tienen más de 10.000 estudiantes universitarios.

En primer lugar, presenta los resultados básicos de la regresión de la tasa de crecimiento desde 1970 hasta 1985 sobre las matriculaciones en Derecho e Ingeniería, controlado sólo por el PIB de 1960.

En las regresiones para todos los países, se encuentra un efecto positivo y significativo de los ingenieros sobre el crecimiento, y un efecto negativo y básicamente no significativo ( $t=1,2$ ) de los abogados sobre el crecimiento. Los signos de los coeficientes son consistentes con la teoría de que la búsqueda de rentas reduce el crecimiento, mientras que el empresariado y la innovación lo aumentan.

Si se observa a los países con amplias poblaciones de estudiantes, el efecto de los ingenieros es más del doble y se vuelve más significativo. El efecto negativo de los abogados también se duplica, pero se mantiene no significativo. El  $R^2$  de la segunda regresión es bastante más elevado también.

Estos autores después consideran la regresión de Barro aumentada con sus variables de Derecho e Ingeniería y entonces descomponen la forma reducida de los efectos del Derecho y la Ingeniería sobre el crecimiento en efectos directos y efectos indirectos que operan a través de la correlación con otras variables.

En el Cuadro 2 se presenta los resultados de la regresión aumentada de Barro para las muestras total y la de numerosa población universitaria.

Los efectos directos de abogados e ingenieros son muy insignificantes en la muestra total, con el signo de los ingenieros que cambia a negativo. Como contraste, el efecto de la Ingeniería en la muestra reducida es aún positivo y casi significativo, mientras que el efecto directo de los abogados es negativo y significativo en la muestra reducida y su valor absoluto es mayor que en la muestra total.

El efecto directo positivo de los ingenieros y el efecto directo negativo de los abogados es consistente con la teoría que señala que la tasa de progreso tecnológico está determinada por la asignación de la gente más capacitada al campo del empresariado. Si el atractivo de la ingeniería es mayor, los empresarios son de mayor calidad, la

| CUADRO 2<br>DETERMINANTES DE LA TASA DE CRECIMIENTO<br>DEL PIB REAL PER CAPITA ENTRE 1970 Y 1985 |                |                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|
| Modelo                                                                                           |                |                         |
| Constante.....                                                                                   | 0,018 (0,010)  | 0,020 (0,011)           |
| Inversión.....                                                                                   | 0,086 (0,032)  | 0,085 (0,039)           |
| Matriculación en Educación primaria.                                                             | 0,022 (0,009)  | 0,012 (0,011)           |
| Consumo del gobierno .....                                                                       | -0,145 (0,040) | -0,064 (0,053)          |
| Revoluciones y golpes de Estado .....                                                            | -0,028 (0,009) | -0,035 (0,009)          |
| PIB 1960.....                                                                                    | -0,007 (0,001) | -0,006 (0,001)          |
| Ingeniería .....                                                                                 | -0,010 (0,023) | 0,054 (0,034)           |
| Derecho.....                                                                                     | -0,024 (0,020) | -0,078 (0,040)          |
| N .....                                                                                          | 91             | 55                      |
| R <sup>2</sup> .....                                                                             | 0,47           | 0,56                    |
| Muestra.....                                                                                     | Todos          | > 10.000<br>estudiantes |

Fuente: Murphy, Shleifer y Vishny (1991).

tasa de progreso tecnológico es más grande y la tasa de crecimiento del PIB *per capita* es superior.

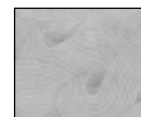
Este argumento asume una correlación positiva entre la fracción de universitarios especializados en ingeniería y la tasa de progreso tecnológico, que estimulará y no castigará las capacidades de los ingenieros.

Tras realizar la descomposición del efecto total de abogados e ingenieros sobre el crecimiento en efectos directos e indirectos, mediante estimaciones de regresiones auxiliares, llega a los siguientes resultados.

En ambas muestras, los efectos indirectos son grandes dado que las matriculaciones en ingeniería están fuerte y positivamente correlacionadas con la inversión en capital físico y humano, que está positivamente correlacionada con el crecimiento, y negativamente correlacionada con el consumo del gobierno, que está negativamente correlacionado con el crecimiento.

La muestra con numerosas matriculaciones universitarias revela un gran efecto positivo directo e indirecto de los ingenieros sobre el crecimiento y un gran efecto directo negativo de los abogados sobre el crecimiento.

Este hallazgo sugiere que en países que invierten en capital físico y tienen una fuerza de trabajo válida (invierten en capital humano) se atrae también a sus personas capacitadas a la Ingeniería y como resultado de esta asignación de recursos estos países crecen.



COLABORACIONES

### 2.3. Modelo de Wolf (2000)

Wolf examina tres modelos sobre el papel de la educación en el crecimiento económico: un modelo de *catch-up*, un modelo de capital humano y un modelo de la interacción entre educación y actividad tecnológica.

Este análisis se centra en el modelo de *catch-up*, que conduce a una especificación econométrica en la cual la tasa de crecimiento de la productividad es una función del nivel educativo.

$$\ln(RGDPW_1/RGDPW_0)/(t_1-t_0) = b_0 + b_1 RGDPW_0 + b_2 INVRATE + b_3 RDGNP(SCIENG) + b_4 EDUC + u$$

donde  $\ln(RGDP_1/RGDP_0)/(t_1 - t_0)$  es la tasa anual de crecimiento en el PIB real por trabajador desde el momento cero al uno.  $RGDP_0$  es el  $RGDP$  próximo al comienzo del período.  $INVRATE$  es la tasa de inversión media, definida como el *ratio* de la inversión sobre el PIB, promediado a lo largo del período de análisis.

Se utilizan dos medidas para la intensidad de I+D. La primera es el *ratio* promedio del gasto en I+D sobre el PNB durante el período ( $RDGNP$ ), y

la segunda es el promedio del número de científicos ocupados en la I+D por 10.000 habitantes durante el período ( $SCIENG$ ).  $EDUC$  es una medida del *input* educativo.

Los resultados para la variable de I+D,  $SCIENG$ , se muestran en el Cuadro 3 para todos los países de OCDE durante el período 1950-1990 y para una variedad de medidas educativas.

Los coeficientes de la variable  $SCIENG$  son positivos en todos los casos y generalmente algo menos significativos estadísticamente que  $RDGNP$ . Dichos coeficientes son significativos al nivel del 10 por 100 para el promedio de la tasa de matriculación en educación primaria y significativo al nivel del 5 por 100 para el promedio de años de escolarización con los datos de Barro y Lee.

Por otro lado, en el segundo modelo, Wolf emplea la misma especificación que en el primer modelo, salvo que sustituye el nivel educativo en sí mismo por el cambio en el nivel educativo.

Los coeficientes de la variable  $SCIENG$  son positivos en todos los casos. Dichos coeficientes son significativos al nivel del 10 por 100 para el cambio en las tasas de matriculación en educa-



COLABORACIONES

| CUADRO 3<br>REGRESIONES DEL CRECIMIENTO ANUAL EN EL PIB REAL POR TRABAJADOR ( $RGDPW$ ) SOBRE EL $RGDPW$ INICIAL, LA TASA DE INVERSIÓN<br>I+D, Y MATRICULACIÓN EDUCATIVA Y NIVELES DE LOGRO, TODOS LOS PAÍSES DE LA OCDE, 1950-1990                                                                                                                                                                                                                                                                   |                              |                              |                               |                |                      |                |                |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------|----------------------|----------------|----------------|-----------------|
| $RGDPW_{55}$ relativo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | INV RATE                     | SCIENG                       | EDUC                          | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> ajust | Error estándar | Tamaño muestra | Vble. educ.     |
| -0,017 <sup>d</sup><br>(7,90)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,058 <sup>c</sup><br>(2,75) | 0,025 <sup>b</sup><br>(1,75) | 0,035<br>(1,71)               | 0,84           | 0,80                 | 0,0049         | 23             | PRIM-ENRL 65-91 |
| -0,017 <sup>d</sup><br>(6,76)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,055 <sup>b</sup><br>(1,87) | 0,013<br>(0,93)              | 0,000<br>(0,00)               | 0,81           | 0,77                 | 0,0053         | 24             | SCND-ENRL 65-91 |
| -0,020 <sup>d</sup><br>(7,36)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,071 <sup>c</sup><br>(2,38) | 0,005<br>(0,29)              | 0,037<br>(1,65)               | 0,84           | 0,80                 | 0,0051         | 22             | UNIV-ENRL 65-91 |
| -0,022 <sup>d</sup><br>(8,38)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,031<br>(1,18)              | 0,009<br>(0,70)              | 0,031 <sup>c</sup><br>(2,52)  | 0,86           | 0,83                 | 0,0046         | 22             | PRIM-ATTN 60-79 |
| -0,016 <sup>d</sup><br>(4,74)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,041<br>(1,28)              | 0,028<br>1,47                | -0,012<br>(0,78)              | 0,82           | 0,78                 | 0,0054         | 22             | SCND-ATTN 60-79 |
| -0,015 <sup>d</sup><br>(4,87)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,035<br>(1,07)              | 0,026<br>(1,61)              | -0,039<br>(1,07)              | 0,83           | 0,78                 | 0,0053         | 22             | UNIV-ATTN 60-79 |
| -0,017 <sup>d</sup><br>(7,66)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,060 <sup>b</sup><br>(1,82) | 0,013<br>(0,99)              | 0,000<br>(0,25)               | 0,81           | 0,77                 | 0,0052         | 23             | MEAN-EDUC 65-85 |
| -0,013 <sup>d</sup><br>(4,06)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,056 <sup>c</sup><br>(2,19) | 0,031 <sup>c</sup><br>(2,14) | -0,002 <sup>c</sup><br>(2,10) | 0,85           | 0,82                 | 0,0048         | 23             | BL-EDUC 60-85   |
| <p>Notas:</p> <p><sup>b</sup> Significativo al nivel del 10 por 100.</p> <p><sup>c</sup> Significativo al nivel del 5 por 100.</p> <p><sup>d</sup> Significativo al nivel del 1 por 100.</p> <p>Las variables educativas son el promedio de la tasa de matriculación en educación primaria, secundaria, terciaria, promedio de la proporción de la población de más de 25 años con educación primaria, secundaria, terciaria y el promedio de años de escolarización.</p> <p>Fuente: Wolf (2000).</p> |                              |                              |                               |                |                      |                |                |                 |

ción primaria y para el cambio en el promedio de los años de escolarización con los datos de Kyriacou.

Finalmente, en el tercer modelo, se emplea la misma especificación que en los anteriores, considerando el nivel educativo en sí mismo y añadiendo un término que recoge el efecto de interacción entre educación y actividad tecnológica.

En las especificaciones sin el efecto interacción, el coeficiente de la variable *SCIENG* es positivo y significativo al nivel del 5 por 100 en todos los casos (promedio de la tasa de matriculación en educación secundaria y universitaria, promedio de la tasa de logro en educación secundaria y universitaria y promedio de años e escolarización con los datos de Kyriacou y Barro y Lee). Además, los coeficientes están generalmente en la escala de 0,50-0,60, sugiriendo rendimientos extraordinariamente elevados de la inversión en I+D.

#### 2.4. Modelo de Jones (2002)

Este trabajo presenta y calibra un modelo de crecimiento económico en un mundo de ideas. El crecimiento en cualquier país esta guiado en el largo plazo por la puesta en marcha de ideas que se descubren en el mundo entero. En el largo plazo, el *stock* de ideas es proporcional al esfuerzo investigador mundial, que alternativamente es proporcional a la población total de los países innovadores.

El modelo se emplea para guiar dos ejercicios de contabilidad del crecimiento complementarios y entender algunos hechos relacionados con el crecimiento económico de Estados Unidos.

La variable que nos interesa en nuestro análisis y que incluye en el modelo es el número efectivo de investigadores en el mundo. Para proporcionar una medida empírica aproximada de dicha variable hace dos supuestos.

En primer lugar, supone que sólo los investigadores de los países del G-5 (Francia, Alemania, Japón, Reino Unido y Estados Unidos) son capaces de extender la frontera del conocimiento.

Esto esta motivado fundamentalmente por la ausencia de datos de otros países previos a los años ochenta y por el hecho de que la mayoría del

esfuerzo investigador en el mundo es llevado a cabo en estos países.

En segundo lugar, se supone que la calidad de estos investigadores es la misma a lo largo de los países avanzados y ha permanecido constante a lo largo del tiempo. El aumento en el logro educativo promedio, entonces, no tendría un efecto importante sobre la calidad de los investigadores.

Bajo estos supuestos, se puede medir la citada variable como la suma a lo largo de los países del G-5 del número de científicos e ingenieros ocupados en investigación y desarrollo, procediendo los datos de *National Science Board* (1993, 1998).

Entre 1950 y 1993, la intensidad investigadora en los países del G-5 se multiplicó por un factor superior a cuatro, aumentando a una tasa promedio de 3.6 por 100 por año. Esta tasa refleja el crecimiento muy rápido en el número de investigadores en los países del G-5, a una tasa del 4,8 por 100 por año.

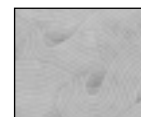
Para Jones, el crecimiento de la productividad depende del ratio de la cantidad de capital humano utilizado en la producción de ideas en relación con el nivel de productividad.

Tras realizar la descomposición del crecimiento, Jones obtiene que el aumento en el logro educativo contribuyó 0,63 puntos porcentuales al crecimiento en el producto por hora explicando menos de un tercio del crecimiento durante el período 1950-1993. El restante 70 por 100 del crecimiento se atribuye a un aumento en el *stock* de ideas producidas por los investigadores a lo largo de los países del G-5. Este efecto es la suma de dos componentes.

En primer lugar, el crecimiento en el *stock* de ideas superior a la tasa de estado estacionario es el mayor contribuyente del crecimiento en esta descomposición, explicando entre 1,06 y 1,40 puntos porcentuales, entre un 53 y un 70 por 100 del crecimiento.

Finalmente, el componente del estado estacionario, asociado con un aumento general del empleo en el G-5, contribuyó entre 0,06 y 0,40 puntos porcentuales al crecimiento del producto por hora de EEUU, explicando sólo entre el 3 y el 20 por 100 del crecimiento.

Por su parte, la descomposición de la senda constante del crecimiento está aproximadamente



COLABORACIONES

en línea con los resultados obtenidos en el anterior ejercicio de contabilidad. La dinámica transicional asociada con el logro educativo y el crecimiento en la intensidad investigadora explica el 80 por 100 del crecimiento en el producto por hora.

El componente del crecimiento asociado con el aumento del empleo en el G-5 es aproximadamente de 0,3 puntos porcentuales, explicando alrededor del 15 por 100 del crecimiento.

### 3. Análisis de la situación relativa de España en el seno de la OCDE

Para conocer la situación relativa de España en el seno de la OCDE en lo que respecta a la dotación de capital humano en ciencia y tecnología vamos a analizar la evolución de los graduados en ciencia y tecnología en el período que abarca los años comprendidos entre 1988 y 2000.

Utilizamos dos indicadores: el porcentaje de graduados en ciencia y tecnología en 1988 y 2000 y el número de graduados en ciencia y tecnología

por 100.000 activos de 25 a 34 años en 1988 y 1999.

El ámbito de la ciencia y tecnología incluye las Ciencias Naturales, Ciencias Físicas, Matemáticas y Estadística, Informática, Ingeniería y Arquitectura.

Las cifras alcanzadas por estos indicadores las podemos observar en el Cuadro 4.

En 1988, España ocupaba la última posición entre los países de la OCDE en el porcentaje de titulados superiores en áreas de ciencia y tecnología (14 por 100), muy por debajo del nivel medio de la OCDE (24 por 100).

En lo que se refiere al número de graduados en ciencia y tecnología por 100.000 activos, España también se encontraba algo rezagada, alcanzando unas cifras (419) inferiores a la media de la OCDE.

Posibles causas de dichas diferencias se pueden encontrar en aspectos que guardan relación con la ineficiencia interna de estos estudios (reducida tasa de graduados en titulaciones técnicas en relaciones con otras especialidades),



COLABORACIONES

| CUADRO 4<br>GRADUADOS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA |                                              |      |                                                             |         |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------|---------|
|                                               | Porcentaje graduados en ciencia y tecnología |      | Graduados en ciencia y tecnología por 100.000 activos 25-34 |         |
|                                               | 1988                                         | 2000 | 1988                                                        | 2000    |
| Australia .....                               | 22                                           | 21   | 739                                                         | 1.303   |
| Austria.....                                  | 18                                           | 30   | 179                                                         | 392     |
| Bélgica.....                                  | 33                                           | 26   |                                                             | 862 (1) |
| Canadá.....                                   | 18                                           | 22   | 644                                                         | 822     |
| República Checa .....                         |                                              | 32   |                                                             | 544     |
| Dinamarca .....                               | 26                                           | 23   | 509                                                         | 924(1)  |
| Finlandia.....                                | 32                                           | 34   | 688                                                         | 1.363   |
| Francia.....                                  | 40                                           | 30   | 722                                                         | 1434    |
| Alemania .....                                | 29                                           | 34   | 605                                                         | 693     |
| Hungría .....                                 |                                              | 16   |                                                             | 775     |
| Islandia.....                                 |                                              | 19   |                                                             | 546     |
| Irlanda .....                                 | 27                                           | 31   | 873                                                         | 1.340   |
| Italia .....                                  | 16                                           | 27   | 240                                                         | 433(2)  |
| Japón .....                                   | 26                                           | 29   | 844                                                         | 1.048   |
| Corea .....                                   |                                              | 42   |                                                             |         |
| México .....                                  |                                              | 25   |                                                             |         |
| Holanda.....                                  | 25                                           | 18   | 366                                                         | 569     |
| Nueva Zelanda.....                            | 21                                           | 20   | 602                                                         | 1.388   |
| Noruega .....                                 | 15                                           | 14   |                                                             | 597     |
| Polonia .....                                 |                                              | 19   |                                                             | 743     |
| Portugal.....                                 | 24                                           | 20   | 204                                                         | 507(1)  |
| República Eslovaca.....                       |                                              | 27   |                                                             |         |
| España.....                                   | 14                                           | 26   | 419                                                         | 1.077   |
| Suecia.....                                   | 24                                           | 30   | 399                                                         | 902     |
| Suiza .....                                   |                                              | 25   |                                                             | 32      |
| Turquía.....                                  | 23                                           | 29   |                                                             | 569     |
| Reino Unido.....                              |                                              | 28   |                                                             | 1353    |
| Estados Unidos .....                          | 19                                           | 18   | 725                                                         | 878     |
| OCDE .....                                    | 24                                           | 26   | 547                                                         | 917     |

NOTAS:  
(1) El dato corresponde a 1995.  
(2) El dato corresponde a 1993/94.  
Fuente: OCDE (1991, 1997, 1998, 2001 y 2002) y elaboración propia.

con el comportamiento de la demanda educativa (mayor concentración de alumnos en otras titulaciones) y con las políticas de oferta de plazas por tipos de estudio (políticas de *numerus clausus* más rígidas en carreras técnicas) (Calero y Bonal, 1999).

En el año 2000, se puede verificar que España ha incrementado el porcentaje de titulados superiores en áreas de ciencia y tecnología (26 por 100), cifra igual que el nivel medio de la OCDE (26 por 100). Sobresalen las cifras alcanzadas por Corea, Finlandia y Alemania. Sin, embargo, en los últimos lugares del Cuadro 4 se hallan, incluso por debajo de España, otros países industriales con elevadas tasas de escolarización superior, como Estados Unidos, Canadá, Australia y Nueva Zelanda (entre 18 por 100 y 22 por 100 de graduados en ciencia y tecnología).

De estos datos se podría deducir que con la expansión de los sistemas universitarios se observa una cierta tendencia a que los programas técnicos (especializados y costosos) experimentan un crecimiento menos veloz que el conjunto del sistema (San Segundo, 1999).

Por otra parte, en 1999, se constata que España ha aumentado el número de graduados en ciencia y tecnología en la población activa, alcanzando unas cifras (1077) superiores a la media de la OCDE (917). Caben reseñar los elevados valores logrados por países como Francia (1434), Nueva Zelanda (1388), Finlandia (1363), Reino Unido (1353), Irlanda (1340) y Australia (1303).

En los últimos quince años ha tenido lugar un incremento del número de alumnos universitarios matriculados en estudios técnicos, propiciado por la creación de 14 universidades públicas en el período 1985-1995, que han originado una modificación en la oferta de plazas de estudio en las ingenierías.

Sin embargo, el crecimiento del número de graduados en ciencia y tecnología se ve constreñido por la baja productividad de las escuelas técnicas (de 3 y 5 años). De esta forma, por ejemplo, en los años noventa, las escuelas de ingeniería industrial tienen más de 40.000 alumnos matriculados, no llegando a graduarse más de 2.700 por año (San Segundo, 1999). Estos problemas de productividad de nuestras universidades pueden

representar un obstáculo para mejorar la posición competitiva de España.

Igualmente, según Espina (1997 y 2000), pueden constituir un lastre para el potencial de crecimiento y de innovación español durante las próximas décadas, debido a la complementariedad entre las nuevas tecnologías y el empleo de recursos humanos de alta cualificación.

#### 4. Conclusiones

En la literatura académica han aparecido numerosos argumentos teóricos y evidencias empíricas que sostienen la idea de que la mejora del capital humano en ciencia y tecnología estimula la innovación, lo que se refleja en un incremento de la productividad y el crecimiento económico.

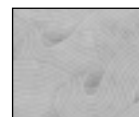
El análisis de la situación relativa del capital humano en ciencia y tecnología de España en el seno de la OCDE pone de manifiesto que en el período 1988-2000 se han registrado avances significativos.

En el año 2000, España tiene un porcentaje de titulados en ciencia y tecnología similar al de la OCDE y un número de graduados en ciencia y tecnología en la población activa superior a la media de la OCDE, mejorando notablemente la situación en relación con el año 1988, en el que las cifras que alcanzaban ambos indicadores estaban muy por debajo de la media de la OCDE.

Sin embargo, debe hacerse un esfuerzo para incrementar la productividad de las titulaciones técnicas, muy baja si la comparamos con otras especialidades, lo que se debe traducir en un mayor número de científicos y tecnólogos, lo que redundará positivamente en el crecimiento de la economía española.

#### Bibliografía

1. BANCO MUNDIAL (1998): *El conocimiento al servicio del desarrollo. Informe sobre el desarrollo mundial*, Banco internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial. Ed. Mundi Prensa.
2. CALERO, J. y BONAL, X. (1999): *Política educativa y gasto público en educación. Aspectos teóricos y una aplicación al caso español*, Ediciones Pomares-Correidor. Colección Educación y Conocimiento. Barcelona.



COLABORACIONES

3. ESPINA MONTERO, A. (1997): «La formación técnica postsecundaria y la competitividad de la economía española», *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, números 77-78, páginas 69-115.
4. ESPINA MONTERO, A. (2000): «Recursos humanos, formación tecnológica superior y sistema de profesiones», en SAEZ FERNANDEZ, F. (coord.): *Formación y empleo*, páginas 155-339. Fundación Argentaria.
5. JONES, Ch. (2002): «Sources of U.S. economic growth in a world of ideas», *American Economic Review*, volumen 92, número 1, páginas 220-239.
6. MC. MAHON, W. (1984): «The relation of education and R&D to productivity growth», *Economics of Education Review*, volumen 3, número 4, páginas 299-313.
7. MURPHY, K.; SHLEIFER, A. y VISHNY, R. (1991): «The allocation of talent: implications for growth», *Quarterly Journal of Economics*, volumen 106, número 2, páginas 503-530.
8. OCDE (1997): *Education at a glance. OECD Indicators 1997*, Centre for Educational Research and Innovation, OCDE.
9. OCDE (2003): *Education at a glance. OECD Indicators 2002*, Centre for Educational Research and Innovation, OCDE.
10. SAN SEGUNDO GOMEZ DE CADIÑANOS, M. J. (1999): «Algunos déficit en capital humano de una economía en convergencia», *Economistas*, número 80, páginas 333-340.
11. WOLFF, E. N. (2000): «Human capital investment and economic growth: exploring the cross-country evidence», *Structural Change and Economic Dynamics*, número 11, páginas 433-472.



COLABORACIONES