

DISPERSIÓN SALARIAL Y CAMBIO TECNOLÓGICO EN LA INDUSTRIA ESPAÑOLA

V. XAVIER TORRES
Servicio de Estudios del BBVA

En este trabajo se analiza la evolución del empleo y de los salarios en la industria española, diferenciando a los trabajadores por su nivel de cualificación. Siguiendo una metodología similar a la habitualmente utilizada en la literatura sobre cambio tecnológico sesgado, se concluye que la complementariedad entre el capital y el trabajo cualificado es importante para explicar el aumento de la prima salarial de los trabajadores cualificados en el período 1980-1992.

Palabras clave: dispersión salarial, cambio tecnológico, complementariedad capital-cualificación.

(JEL J2, J3, O3)

1. Introducción

En los últimos años se ha producido, en muchos países desarrollados, un aumento de la dispersión salarial que ha favorecido a los trabajadores relativamente más cualificados. En Estados Unidos, por ejemplo, el cociente entre los salarios de los trabajadores cualificados y el resto de trabajadores (al que a partir de ahora se denominará salario relativo del trabajo cualificado) aumentó a una tasa anual del 1.51% en la década de los ochenta (véase Autor, Katz y Krueger, 1998). Este fenómeno se produjo en un contexto de aumento continuado de la oferta

Este trabajo constituye una versión revisada de la tesina del Programa de Estudios de Postgrado 1997-1999 del Centro de Estudios Monetarios y Financieros (CEMFI). Agradezco a Samuel Bentolila su excelente labor en la supervisión de este trabajo. Asimismo, he recibido útiles sugerencias de Manuel Arellano, Claudio Michelacci, Javier Suárez y de dos evaluadores anónimos; también agradezco al Programa de Investigaciones Económicas de la Fundación Empresa Pública la cesión de los datos de la Encuesta Industrial. Por último, quiero agradecer los comentarios de Pedro Albarrán, Ignacio Carnicero, Jordi Flores, Maurici Lucena, Montse Martínez y Pablo Sola, que sin duda han contribuido a mejorar el resultado final. Todos los errores que subsistan son de mi entera responsabilidad.

relativa de trabajo cualificado, por lo que es necesario un incremento de la demanda relativa para explicarlo.

La evidencia empírica muestra que existe correlación positiva entre la prima salarial del trabajo cualificado y distintas variables relacionadas con el cambio tecnológico, como la intensidad de uso del capital, el gasto en I+D y el uso de ordenadores en los centros de trabajo¹.

Muchos economistas han señalado que una posible explicación de este fenómeno es la complementariedad relativa entre el capital y el trabajo cualificado.

El objetivo de este trabajo es analizar este fenómeno en el caso de la industria española. Para ello, dado que no se dispone de datos desagregados sobre el nivel educativo de los trabajadores, se aproxima el nivel de cualificación por la ocupación que desempeñan los mismos, de manera que se divide a los trabajadores en dos grupos, según estén o no relacionados directamente con los procesos productivos. Se identifica al primer grupo con trabajo de baja cualificación mientras que se considera al segundo trabajo cualificado.

Atendiendo a esta división, se utilizan datos sectoriales del período 1980-1992 para analizar la evolución de la composición del empleo y el comportamiento del salario relativo de ambos grupos. Posteriormente, con el objetivo de establecer la existencia de complementariedad entre el capital y la cualificación, se realizan dos tipos de análisis.

Por una parte, siguiendo una metodología no estructural similar a la utilizada por Autor, Katz y Krueger (1998), se analiza la relación entre la remuneración relativa² de los trabajadores cualificados y variables que aproximan el cambio tecnológico, como el cociente capital-trabajo y el gasto en I+D. La relación positiva entre estas variables se puede considerar evidencia a favor de la existencia de complementariedad entre el capital y la cualificación y de cambio tecnológico sesgado. En segundo lugar, se realiza un análisis estructural en el que, suponiendo una forma funcional de la tecnología de producción, se estima directamente la elasticidad de sustitución entre el capital y los dos tipos de trabajo. Como se verá, los resultados de ambos tipos de análisis son

¹ Autor, Katz y Krueger (1998) y Machin y Van Reenen (1998) son dos ejemplos recientes.

² Se define la remuneración relativa como el cociente entre la remuneración total percibida por los cualificados y la recibida por los no cualificados.

coherentes con la existencia de complementariedad entre el capital y la cualificación.

La estructura de este trabajo es la siguiente: en el segundo apartado se presenta brevemente un modelo que permitirá profundizar en los conceptos de cambio tecnológico sesgado y complementariedad entre el capital y la cualificación. A continuación, en las secciones 3 y 4, se presentan los datos y se comentan las características más relevantes de su evolución. En la sección 5 se realizan los dos tipos análisis anteriormente descritos para establecer la relación entre la remuneración relativa del trabajo cualificado y la complementariedad entre el capital y la cualificación. Por último, en la sección 6 se presentan las conclusiones.

2. Marco teórico

Generalmente se interpreta la relación positiva entre la dispersión salarial a favor de los trabajadores cualificados y la intensidad de uso del capital como evidencia a favor de la existencia de complementariedad relativa entre el capital y la cualificación. Si aumenta la utilización del capital en los procesos productivos de las empresas, bien sea por innovaciones tecnológicas o por disminuciones del precio relativo de este factor, la complementariedad entre el capital y la cualificación hará que se incremente la demanda relativa de trabajo cualificado, lo cual, dejando todo lo demás constante, se traducirá en un aumento del salario relativo de este grupo de trabajadores.

Krusell *et al.* (2000) formalizan este argumento mediante un modelo relativamente simple, en el que la tecnología de producción tiene elasticidad de sustitución constante y existen tres factores de producción: capital físico (α), trabajo cualificado (β) y trabajo no cualificado (γ). En este trabajo se utilizará una función de producción muy similar a la propuesta por estos autores, de la forma $m = Z_1(\beta \gamma \alpha)^{\beta \gamma}$

³Krusell *et al.* (2000) discuten distintas maneras de permitir que la elasticidad de sustitución entre el capital y ambos tipos de trabajo sea distinta. En su análisis utilizan una especificación del tipo $m = Z_1(\beta \gamma \alpha)^{\beta \gamma}$, aunque usaron la misma que se adopta en este trabajo en una primera versión de su artículo. Argumentan el cambio afirmando que la segunda se ajusta mejor a sus datos y se apoyan en ciertos trabajos según los cuales la elasticidad de sustitución entre el trabajo cualificado y el no cualificado es mayor que la existente entre el capital y el trabajo cualificado. Sin embargo, la evidencia empírica sobre este punto no ofrece una respuesta unívoca, dado que en otros estudios se halla la relación contraria entre estas elasticidades (ver Hamermesh, 1993).

Una posible interpretación de esta forma funcional es que los procesos de producción se realizan utilizando capital y trabajo no cualificado, mientras que el trabajo cualificado se encarga de organizarlos y supervisarlos (Bentolila y Saint-Paul, 1999). Por lo tanto, la tecnología de producción tiene la forma:

$$n_{\xi} = \left[\tilde{Z}_{\xi} \left(\frac{k}{\xi} \right)^{\alpha} + (1 - \alpha) \xi \left(\frac{w}{\xi} \right)^{\beta} \right]^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}} \quad [1]$$

donde n_{ξ} es la producción en el año ξ , k y w representan el capital, el trabajo cualificado y el no cualificado, respectivamente. \tilde{Z}_{ξ} y ξ son parámetros tecnológicos que se pueden interpretar como la proporción de actividades productivas realizadas por cada factor. Los parámetros α y β definen las elasticidades de sustitución entre el capital, el trabajo cualificado y el trabajo no cualificado. En concreto, $\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}$ es la elasticidad de sustitución entre el capital y el trabajo cualificado, mientras que $\frac{\beta}{1-\alpha-\beta}$ es la elasticidad de sustitución entre el capital y el trabajo no cualificado. Existirá complementariedad relativa entre el capital y la cualificación si $\alpha > \beta$ (o alternativamente $\alpha > \beta$).

Si se iguala el salario al producto marginal, se puede expresar el logaritmo de la prima a favor de los trabajadores cualificados como,

$$\log \left(\frac{k}{\xi} \right) = \log \left(\frac{1 - \tilde{Z}_{\xi}}{\tilde{Z}_{\xi} (1 - \alpha) \xi} \right) + \left(\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \right) \log \left[\frac{\xi}{(1-\alpha)\xi} \left(\frac{w}{\xi} \right)^{\beta} + 1 \right] + (1 - \alpha) \log \left(\frac{w}{\xi} \right) \quad [2]$$

La ecuación [2] permite separar dos componentes que se pueden identificar con cambio tecnológico. Por una parte, variaciones en \tilde{Z}_{ξ} y ξ son cambios en la tecnología de producción que afectan a la productividad marginal de cada tipo de trabajo. Por otra parte, el segundo sumando recoge la complementariedad entre el capital y la cualificación. Si se cumple la hipótesis de complementariedad relativa ($\alpha > \beta$), aumentos del cociente capital-trabajo no cualificado provocarán incrementos del salario relativo de los trabajadores cualificados.

3. Elección y procedencia de los datos

La estrategia básica de este trabajo consistirá en dividir a los trabajadores en dos grupos diferenciados por su nivel de cualificación y analizar su comportamiento en términos relativos. Para ello, dado que

en España no existe información desagregada sobre el nivel de estudios de los trabajadores, se utilizan datos de 65⁴ sectores de la Encuesta Industrial (EI) que comprenden el período 1980-1992⁵⁶. En esta encuesta se distinguen dos grupos de trabajadores: obreros y empleados. Se incluye en el primer grupo a todos aquellos trabajadores que están directamente relacionados con el proceso de producción, mientras que se considera empleados al resto de trabajadores. Se dispone de datos sobre número de trabajadores, horas trabajadas y salarios para cada grupo, además de otras variables como el *stock* de capital, la producción y la variación de existencias.

En este trabajo se identifica a los obreros con el trabajo no cualificado y a los empleados con el trabajo cualificado (por lo que se deberá tener en cuenta que se está utilizando una aproximación al interpretar los resultados). Este criterio de división ha sido ampliamente utilizado en la literatura sobre cambio tecnológico sesgado⁷ y, aunque se trata de una medida imperfecta, resulta una aproximación razonable al nivel de preparación de los trabajadores. De hecho, la Encuesta de Población Activa (EPA) incluye datos agregados sobre el nivel de estudios de los trabajadores, distinguiéndolos por su ocupación. En el período 1980-1992 se observa que más del 76 % de los empleados tiene al menos estudios secundarios, mientras que esto ocurre sólo con el 24 % de los obreros.

También se utilizan datos sobre gasto en I+D, que proceden de la Encuesta sobre Actividades de I+D de las Empresas elaborada por el INE, sobre importaciones y exportaciones, procedentes de la base de datos del Banco de España, y sobre convenios colectivos, del Boletín de Estadísticas Laborales elaborado por el Ministerio de Trabajo.

⁴La EI incluye 89 sectores pero se han eliminado aquellos para los que la mayoría de observaciones no están disponibles.

⁵La Encuesta de Estrategias Empresariales incluye datos sobre cualificación de los trabajadores por sectores. Sin embargo, tanto el número de observaciones como la longitud del período disponible parecen demasiado cortos para captar los efectos del cambio tecnológico.

⁶Aunque la EI se empezó a elaborar en 1978, no fue hasta 1980 que se realizó la distinción entre "empleados" y "obrerros". En el año 1992 cambió el diseño de esta encuesta, por lo que no se dispone de datos comparables con el resto de la muestra a partir de ese año.

⁷Berman, Bound y Machin (1998) y Machin y Van Reenen (1998) son dos ejemplos recientes.

GRÁFICO 1
Ratio de horas Empleados/Obreros

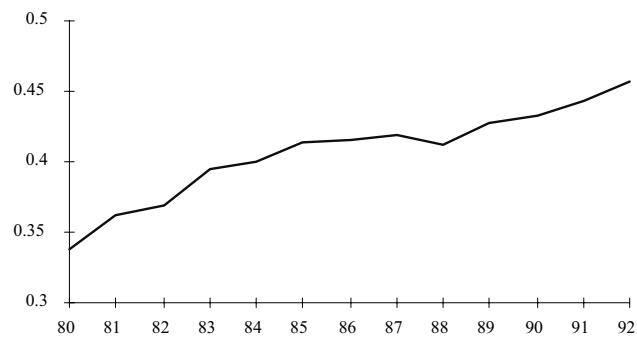


GRÁFICO 2
Logaritmo del ratio de salarios Empleados/Obreros

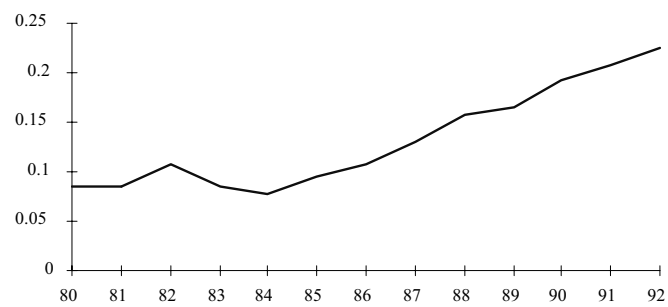
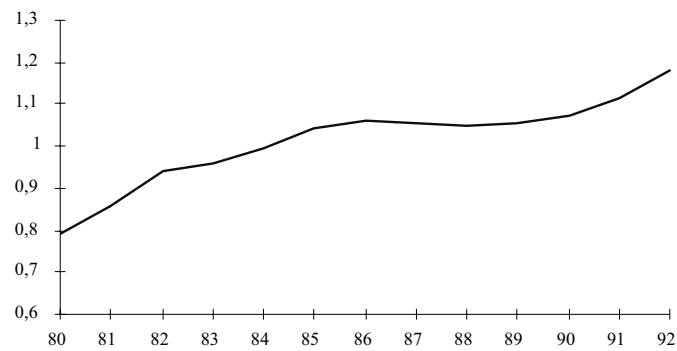


GRÁFICO 3
Logaritmo del ratio Capital/Trabajo



4. Evolución de algunas variables relevantes

En los Gráficos 1-3 aparece la evolución de algunas variables relevantes a lo largo del período estudiado. En el Gráfico 1 se observa un aumento significativo del cociente entre las horas trabajadas por empleados y por obreros, que pasa de 0.33 en el inicio del período a 0.45 en 1992, lo que implica crecimiento a una tasa media del 2.34% anual (la evolución es muy similar si se usa el número de trabajadores en lugar del de horas). En el Gráfico 2 se representa el logaritmo del salario por hora relativo, que creció a lo largo del período, siendo esta tendencia especialmente clara a partir del año 1984 (la tasa media de crecimiento entre 1980 y 1992 fue del 1.08%). Estos dos primeros gráficos muestran que la evolución de los salarios y el empleo en España es comparable a la de otros países desarrollados, en los que se ha producido un aumento significativo de la dispersión salarial, en un contexto de aumento de la oferta relativa de trabajo cualificado (véase Berman, Bound y Machin, 1998).

El aumento en la proporción de empleados parece reflejar que, también en España, se ha producido un aumento en la oferta relativa. De hecho, si se toman datos agregados sobre nivel de estudios de la población activa de la EPA, se observa un claro incremento de la media. En 1980 menos del 40% de la población activa tenía estudios secundarios (o superiores). Sin embargo, en 1992 esta cifra se situó en el 58%. En consecuencia, es posible afirmar que en la década de los 80 se produjo un importante aumento de la oferta relativa de trabajo cualificado que permite explicar, al menos en parte, el incremento en la relación entre cualificados y no cualificados en la industria española⁸.

Por tanto, una primera aproximación a los datos permite concluir que a lo largo del período estudiado se produjo un aumento en la demanda relativa de trabajo cualificado que provocó un aumento significativo del salario relativo, a pesar del incremento en la oferta.

En el Gráfico 3 aparece la evolución del ratio capital-trabajo, donde el trabajo se define como la suma de horas trabajadas por obreros y empleados. Esta variable presenta una clara tendencia creciente (la tasa media de crecimiento anual es del 3.02%), aunque ésta es menos pronunciada en períodos de expansión, debido a las fluctuaciones cíclicas en el empleo. Por lo tanto, los datos indican que en los últimos años

⁸ Arellano, Bentolila y Bover (2000) ofrecen evidencia sobre el aumento de población activa con estudios secundarios o superiores en la década de los años 80.

se ha producido un proceso de sustitución de trabajo por capital en la industria española.

La explicación del aumento de la dispersión salarial que se considera en este trabajo predice cambios organizativos y tecnológicos dentro de cada sector. La principal teoría alternativa tiene como argumento que el incremento de la competencia exterior en las últimas décadas ha provocado un trasvase de demanda de trabajo desde sectores intensivos en trabajo no cualificado (sustitutivos de importaciones procedentes de países poco desarrollados) hacia sectores intensivos en trabajo cualificado. Si este efecto fuera importante, podría ocurrir que aun habiéndose mantenido la proporción de cualificados dentro de cada sector, ésta hubiera aumentado en el total de la economía.

CUADRO 1
Cambios entre sectores y cambios dentro de los sectores

%	Cambio en las horas trabajadas			Cambio en la remuneración relativa		
	Año	Entre sectores	Intrasectorial	Total	Entre sectores	Intrasectorial
1981	0.25	0.89	1.15	0.30	1.04	1.34
1982	0.19	0.55	0.73	0.46	0.42	0.88
1983	0.11	0.90	1.01	0.03	0.85	0.89
1984	0.03	0.15	0.17	0.08	0.00	0.08
1985	0.23	0.43	0.67	0.35	0.78	1.14
1986	0.00	0.20	0.19	0.10	0.35	0.44
1987	0.13	0.03	0.15	0.00	0.62	0.63
1988	0.10	-0.48	-0.38	0.10	0.12	0.21
1989	0.07	0.64	0.71	0.18	0.82	1.00
1990	0.04	0.22	0.26	0.07	0.78	0.86
1991	0.07	0.41	0.48	0.06	0.82	0.88
1992	0.19	0.60	0.79	0.00	1.14	1.15
80-92	1.41	4.62	6.03	1.14	8.01	9.15

Cambios porcentuales de la proporción de trabajo cualificado (empleados) medido en horas trabajadas y de la participación del trabajo cualificado en la remuneración total.

Para ver cuál de estas dos explicaciones es más plausible, es posible dividir la variación en la proporción de cualificados (empleados) en cambios inter e intrasectoriales utilizando la siguiente descomposición⁹:

$$d_S^w = \sum_{\epsilon} \left(\frac{w_{\epsilon}}{w} \right) + \sum_{\epsilon} \left(\frac{w_{\epsilon}}{w} \right) \epsilon \quad [3]$$

⁹Esta misma división se utiliza en otros trabajos, como por ejemplo Autor, Katz y Krueger (1998) y Berman, Bound y Machin (1998).

° $d_S^w = d_S^w \cdot d_0^w$ es el incremento en la proporción de trabajo cualificado entre un período 0 de referencia y $\tilde{S}^{\text{!}_{\text{v€S}}}$ es la proporción de trabajo cualificado sobre el total de trabajadores en el sector € en el año $\tilde{S}^{\text{!}_{\text{v€S}}}$ es la proporción media de trabajo cualificado entre los años 0 y $\tilde{S}^{\text{!}_{\text{v€S}}}$ en el sector €. $\tilde{w}_{\text{€S}}^w$ representa la proporción que los cualificados del sector € representan sobre el empleo total en el año $\tilde{S}^{\text{!}_{\text{v€S}}}$ $\tilde{w}_{\text{€S}}^w$ es la media de $\tilde{w}_{\text{€S}}^w$ entre 0 y $\tilde{S}^{\text{!}_{\text{v€S}}}$

El primer término de la ecuación [3] es la variación entre sectores y el segundo es la variación dentro de los mismos. En el Cuadro 1 se utiliza esta descomposición para analizar el aumento del peso del trabajo cualificado sobre el total de horas trabajadas y sobre la remuneración total del factor trabajo en la década de los años 80 en España. Los datos muestran que el 76 % de la variación en horas trabajadas y el 87 % del cambio en la remuneración en todo el período se debe a cambios intrasectoriales.

CUADRO 2
Cambios inter e intrasectoriales en la década 1980-1990 en algunos países de la OCDE

	Cambio en las horas trabajadas		Cambio en la remuneración relativa	
	Crecimiento empleados (%)	% Intrasectorial	Crecimiento empleados (%)	% Intrasectorial
Australia	0.36	92	0.42	92
Austria	0.16	68	0.36	76
Bélgica	0.16	96	-0.06	92
Dinamarca	0.41	87	0.64	89
España	0.46	76	0.74	87
Estados Unidos	0.30	73	0.51	76
Finlandia	0.64	79	0.70	83
Japón	0.06	123	0.14	84
Reino Unido	0.29	93	0.62	92
Suecia	0.12	60	0.07	25

Tasas de crecimiento medias anuales de proporción de horas trabajadas por los empleados y de la participación de los empleados en la remuneración total y porcentaje de estos incrementos debido a cambios intrasectoriales. Los datos de España se refieren al período 1980-1992, aunque las cifras son muy similares si se analiza la serie hasta 1990 solamente. Los datos del resto de países se han tomado de las tablas II y III de Berman, Bound y Machin (1998) y se refieren a sectores industriales.

En el Cuadro 2 se compara la evolución en España con la que se produjo en otros países de la OCDE en la década 1980-1990 (los resultados del resto de países se han tomado de Berman, Bound y Machin, 1998). Los datos muestran que la evolución en España ha sido muy similar a la que se ha producido en el resto de países. Además, si se analiza la proporción del crecimiento debida a cambios intrasectoriales se puede

observar que en la mayoría de países ésta fue mucho más importante que la de los cambios intersectoriales.

5. Estimación

El objetivo de este apartado es estudiar los determinantes de los cambios en la remuneración relativa de los trabajadores cualificados. Se realizan dos tipos de análisis: el primero de ellos tiene un carácter no estructural y su principal ventaja radica en que no es necesario imponer ninguna función de producción para realizarlo. Además, la mayoría de trabajos sobre cambio tecnológico sesgado tienen una estructura similar, lo cual permite la comparación con los resultados para otros países. Posteriormente se sigue un enfoque estructural en el que se estima directamente la elasticidad de sustitución entre el capital y ambos tipos de trabajo.

5.1. Estimación no estructural

En este apartado se relaciona el cambio en la remuneración relativa de los empleados con variaciones en el cociente capital-trabajo en los diferentes sectores de la industria española. El uso de la remuneración como variable dependiente tiene como ventaja que permite identificar aisladamente cambios en la demanda (lo cual no ocurriría en el caso de que la variable dependiente fuera el salario relativo entre ambos grupos). Si existe complementariedad entre el capital y la cualificación, entonces se esperaría que aumentos en el ratio capital-trabajo (debidos posiblemente a disminuciones exógenas del precio del capital), produjeran aumentos de la remuneración relativa de los empleados.

Para tratar de captar estos efectos se estimarán diferentes versiones de la siguiente especificación econométrica,

$$\Delta \log \left(\frac{k_{j\tilde{s}}^w}{k_{j\tilde{s}}^o} \right) = \tilde{Z} + \tilde{z}_1 \Delta \log \left(\frac{w_{j\tilde{s}}}{w_{j\tilde{s}}^o} \right) + \sum_{\tilde{s}} \tilde{z}_{\tilde{s}} X_{\tilde{s}} + \epsilon_{\tilde{s}} \quad [4]$$

donde j indica sector, \tilde{s} es el tiempo medido en años y el superíndice $\sim = \mathcal{O}$ wse refiere a empleados (cualificados) y obreros (no cualificados) respectivamente. Δ representa el incremento de la variable entre $\tilde{s} - 1$ y \tilde{s} . $k_{j\tilde{s}}^o$ y $w_{j\tilde{s}}^o$ representan el salario por hora y en número de horas trabajadas del grupo \sim , mientras que $k_{j\tilde{s}}$ es el *stock* de capital

en términos reales. $\ln \hat{w} = \ln \hat{w} + \ln \hat{w}$ es el total de horas trabajadas¹⁰. Todas estas variables están disponibles para el período que comprende desde 1980 hasta 1992 en la EI. Por último, aparecen variables ficticias temporales, que recogen los efectos comunes a todos los sectores en un mismo período de tiempo.

CUADRO 3
Estimación de la relación entre el ratio capital-trabajo y la remuneración relativa de los trabajadores cualificados. La variable dependiente es el cambio en la remuneración relativa de los empleados.

	Diferencia de tres períodos		Diferencia de doce períodos	
	1	2	3	4
Constante	0.036 (0.028)	0.036 (0.03)	0.264 (0.061)	0.321 (0.093)
Crecimiento de $\ln(\log(\hat{w}))$	0.259 (0.072)	0.243 (0.072)	0.204 (0.084)	0.149 (0.085)
$\frac{Y' \hat{w} \ln \hat{w}}{j y, \hat{w}}$		-0.022 (0.076)		-0.195 (0.256)
<i>Importaciones</i> $\frac{j y, \hat{w}}$		0.042 (0.028)		0.194 (0.08)
Dummy (83-86)	-0.001 (0.03)	-0.003 (0.031)		
Dummy (86-89)	0.029 (0.033)	0.022 (0.65)		
Dummy (89-92)	0.057 (0.03)	0.048 (1.55)		
N	260	260	65	65

Estimación por MCO de la ecuación [4] utilizando diferencias de 3 y 12 períodos. Los errores estándar aparecen entre paréntesis.

Existen distintas razones para pensar que la estimación de la ecuación [4] en primeras diferencias no es adecuada. Por una parte, utilizando frecuencias más largas se evita la influencia de factores cíclicos, que afectan especialmente a esta estimación dado que la variabilidad a corto plazo del trabajo es mucho mayor que la del capital. En segundo lugar, si las variables están medidas con error, se esperan mejores resultados al estimar en plazos más largos, dado que la correlación entre los términos de error disminuirá a medida que se prolongue el

¹⁰ Si se quisiera obtener una medida más exacta del cociente capital-trabajo sería necesario corregir las horas trabajadas por cada grupo por su eficiencia. Sin embargo, para ello sería necesario utilizar los salarios, que son endógenos en la especificación.

período temporal considerado. Un último argumento para realizar las estimaciones utilizando diferencias largas es que éstas se utilizan en la mayoría de trabajos en los que se analizan los efectos del cambio tecnológico sesgado¹¹, lo cual permitirá que los resultados sean más comparables con estimaciones realizadas para otros países.

En el Cuadro 3 aparecen los resultados de la estimación por mínimos cuadrados ordinarios de diferentes variantes de la ecuación [4]. En las dos primeras columnas se han utilizado diferencias de tres períodos mientras que en las dos últimas se han usado diferencias de 12 períodos. Los resultados de la primera especificación (columna 1) muestran que el coeficiente del ratio capital-trabajo es positivo y significativo, lo cual es coherente con la existencia de complementariedad entre el capital y el trabajo cualificado. En la columna 2 se han incluido los cocientes de importaciones y exportaciones sobre ventas como una medida de apertura de los sectores al exterior¹², que no resultan ser significativos. En estas dos primeras estimaciones se han incluido tres variables *dummy* para tratar de captar efectos temporales (el período de referencia es 1980-1983). Los coeficientes de estas variables no han resultado ser significativamente distintos de cero en ningún caso.

En las columnas 3 y 4 se ha repetido la estimación utilizando diferencias de 12 períodos (con lo que se dispone solamente de una observación para cada sector). De nuevo, los coeficientes estimados para el ratio capital-trabajo son positivos y significativos, lo cual confirma las conclusiones obtenidas a partir de la estimación anterior. Sin embargo, el cociente de importaciones sobre ventas pasa a tener una relación positiva y significativa con el incremento de la remuneración relativa de los empleados. Este resultado se debe principalmente al aumento de la proporción de trabajo cualificado en los sectores con mayor penetración de las importaciones, que se vieron expuestos a un importante aumento de la competencia en los años 80, lo que les obligó a aumentar su competitividad introduciendo tecnologías más intensivas en trabajo cualificado.

También se han estimado otras especificaciones en las que se incluye el cociente del gasto en I+D sobre las ventas, para tratar de captar

¹¹ Autor, Katz y Krueger (1998) y Machin y Van Reenen (1998) utilizan incrementos de 10 y 4 años.

¹² Como se ha dicho anteriormente, la principal explicación alternativa del incremento de la dispersión salarial es el aumento de la competencia de las importaciones procedentes de países poco desarrollados.

su efecto sobre la remuneración del trabajo cualificado. En todos los casos el coeficiente estimado para esta variable ha resultado no ser significativamente distinto de cero (independientemente de la longitud de las diferencias y de si se utiliza el gasto medio en el período considerado o su valor retardado). Este resultado es sorprendente si se tiene en cuenta que diversos trabajos realizados para otros países muestran una relación positiva entre esta variable y el incremento de la remuneración relativa de los trabajadores cualificados (véase Machin y Van Reenen, 1998).

Sin embargo, deben tomarse estos resultados con cierta precaución, dado que la no significatividad se podría deber a la mala calidad de los datos originales, así como a problemas derivados de la construcción de la variable. Otros trabajos, como por ejemplo Arellano, Bentolila y Bover (2000), obtienen resultados parecidos al analizar los efectos del gasto en I+D. Estos autores argumentan que la no significatividad puede deberse a los problemas de agregación derivados de la construcción de la variable y a que las empresas de nuestro país han basado su progreso tecnológico más en la asimilación de tecnologías importadas del exterior que en la generación directa de nueva tecnología a partir de las actividades de I+D.

Se han realizado otras variaciones de esta estimación, que no cambian las conclusiones principales. Se han utilizado medidas alternativas de la "intensidad de uso" del capital, como los ratios capital-obreros¹³ y capital-producto. Además, se han considerado otras variables potencialmente relevantes, como el grado de poder sindical en los distintos sectores¹⁴ (medido como la proporción de trabajadores cubiertos por convenio colectivo). El efecto de esta variable no resulta ser significativo. Por último, se ha incluido en la especificación el cambio en la tasa de crecimiento de cada grupo de trabajadores, que se esperaría que fuera importante en presencia de costes de ajuste del empleo (Bentolila y Saint-Paul, 1999). Sin embargo, la inclusión de esta variable tampoco ofrece resultados adicionales.

En resumen, los resultados del Cuadro 3 indican que los sectores en los que más ha aumentado el ratio capital-trabajo son aquellos en los que se ha producido un mayor incremento de la remuneración relativa de

¹³Esta variable debería tener una relación positiva con el incremento de la remuneración relativa si se tiene en cuenta la ecuación (2)

¹⁴Si los sindicatos intentan disminuir la dispersión de los salarios debería ocurrir que la esta variable tuviera un efecto negativo sobre la remuneración relativa.

los trabajadores cualificados. Este resultado coincide con la evidencia empírica de la que se dispone para otros países desarrollados y es coherente con la existencia de complementariedad relativa entre el capital y el trabajo cualificado.

CUADRO 4
Estimación de la variación temporal en la relación capital-cualificación. La variable dependiente es el incremento del salario relativo de los empleados.

	1	2
Constante	0.008 (0.036)	0.062 (0.014)
Tendencia	0.021 (0.01)	
Crecimiento del \bar{w} ($^{\circ} \log(\bar{w})$)	0.267 (0.071)	0.228 (0.07)
Crecimiento de \bar{w} x dummy (83-86) ($^{\circ} \log(\bar{w})_{83D86}$)		-0.03 (0.02)
Crecimiento de \bar{w} x dummy (86-89) ($^{\circ} \log(\bar{w})_{86D89}$)		-0.082 (0.032)
Crecimiento de \bar{w} x dummy (89-92) ($^{\circ} \log(\bar{w})_{89D92}$)		0.225 (0.118)
Crecimiento del PIB ($^{\circ} \log(d V)$)	-0.077 (0.291)	
N	260	260

Estimación por MCO utilizando diferencias de tres períodos. Los errores estándar aparecen entre paréntesis.

En el Cuadro 4 se presentan los resultados de una estimación en la que se han utilizado diferencias de tres períodos en la que se incluye una tendencia lineal, con el objetivo de ver cuál ha sido la evolución tendencial de la remuneración relativa del trabajo cualificado. Además se ha incluido la tasa de crecimiento del PIB para tener en cuenta las desviaciones cíclicas con respecto a esta tendencia. Si existiera cambio tecnológico sesgado se esperaría que esta tendencia tuviera un signo positivo¹⁵. Los resultados de la estimación de esta especificación aparecen en la columna 1. El coeficiente estimado de la tendencia lineal

¹⁵ Cambios en la constante de esta estimación se pueden asociar con variaciones en los parámetros \tilde{Z} y γ utilizados en el modelo teórico del apartado 2. La existencia de una tendencia creciente aproxima la existencia de cambio tecnológico sesgado en este sentido.

tiene signo positivo. Por lo tanto, si se acepta que esta variable capta los efectos del cambio tecnológico, los resultados indican que éste ha evolucionado en favor de los empleados a lo largo del período estudiado.

El capital físico es una agregación de elementos heterogéneos que incluye desde instrumentos altamente sofisticados hasta máquinas de uso sencillo. Sin embargo, la literatura sobre cambio tecnológico sesgado subraya la importancia de la incorporación de nuevas tecnologías al proceso productivo, dado que parece lógico pensar que éste es el tipo de capital con un mayor grado de complementariedad con el trabajo cualificado. En este sentido, el cambio tecnológico está incorporado en el capital. En consecuencia, si ha existido un proceso de incorporación de nuevas tecnologías en la industria española es posible que la relación de complementariedad entre el capital y la cualificación haya cambiado a lo largo del tiempo. De hecho, la literatura muestra que esta relación ha aumentado en los últimos años, en los que el proceso de cambio tecnológico ha sido más rápido, especialmente por la introducción de las nuevas tecnologías de la información¹⁶.

En la columna 2 del Cuadro 4 se han incluido en la estimación interacciones de la relación capital-trabajo con variables ficticias temporales, con el objetivo de recoger posibles cambios en la relación de complementariedad. El coeficiente del cociente capital-trabajo sigue siendo positivo y significativo. Por lo que respecta a los términos interaccionados, sólo el que se refiere al último período (1989-92) resulta tener signo positivo, por lo que parece que en el período final de la muestra aumentó el efecto de los incrementos en el ratio capital-trabajo sobre la remuneración relativa de los empleados.

Sería deseable realizar una estimación que captara conjuntamente los efectos que recogen las columnas 1 y 2, con el objetivo de identificar al mismo tiempo cambios en la tendencia a largo plazo y cambios en la relación de complementariedad entre el capital y el trabajo cualificado. Sin embargo, ello no es posible, debido a que no se dispone de un período temporal lo suficientemente largo para incluir ambas características en la estimación conjuntamente.

¹⁶ Autor, Katz y Krueger (1998) resaltan la importancia de la introducción masiva de los ordenadores en el puesto de trabajo como factor explicativo del aumento de la dispersión salarial en Estados Unidos en la década de los 80.

5.2. Estimación estructural

Como ya se ha visto en la sección 2, el supuesto de complementariedad relativa implica que la elasticidad de sustitución entre el capital y el trabajo cualificado es menor que entre éste y el trabajo no cualificado. El objetivo de este apartado es estimar directamente estas elasticidades, a partir de una versión simplificada del modelo de la sección 2. Más concretamente, se supone que la función de producción tiene la siguiente forma:

$$m_{jS} = \left[\tilde{Z}_{jS} \left(\frac{k_{jS}^w}{k_{jS}^w} + \left(\frac{w_{jS}}{w_{jS}^w} \right)^{\rho} \right)^{\frac{1}{\rho}} + (1 - \tilde{Z}_{jS}) \left(\frac{w_{jS}}{w_{jS}^w} \right)^{\rho} \right]^{\frac{1}{\rho}} \quad [5]$$

donde el subíndice j indica el sector y el resto de parámetros tienen la misma interpretación que en la ecuación [1]. Nótese que en esta función no aparece el término ρ que en la ecuación (1) pondera al capital y al trabajo no cualificado¹⁷. Calculando el cociente de productos marginales, tomando logaritmos y reordenando se obtiene,

$$\log \left(\frac{k_{jS}^w}{k_{jS}^w} \frac{w_{jS}^w}{w_{jS}^w} \right) = \log \left(\frac{1 - \tilde{Z}_{jS}}{\tilde{Z}_{jS}} \right) + \left(\frac{\rho}{\rho} \right) \log \left[\left(\frac{w_{jS}}{w_{jS}^w} \right)^{\rho} + 1 \right] + \log \left(\frac{w_{jS}}{w_{jS}^w} \right) \quad [6]$$

Se ha estimado esta ecuación por mínimos cuadrados no lineales, bajo el supuesto de que \tilde{Z} es constante. Para ello, se han utilizado los datos anuales de la EI sobre salarios, *stock* de capital y horas trabajadas por obreros y empleados para cada uno de los sectores. Los coeficientes estimados son $\hat{\rho} = 0.067$ (0.04) y $\hat{\rho} = 0.012$ (0.038).

A partir de estos resultados se han obtenido las elasticidades de sustitución estimadas entre el capital y los empleados ($\hat{\sigma} = 1.01$) y entre el capital y los obreros ($\hat{\sigma} = 1.01$). Recuérdese que si existe complementariedad relativa entre el capital y el trabajo cualificado se debe cumplir que $\hat{\sigma} < 1$. A partir de estos resultados se han estimado las desviaciones típicas de estos coeficientes transformados $\hat{\sigma}$ y $\hat{\sigma}$ que son 0.109 y 0.213 respectivamente. Estos resultados permiten rechazar con un nivel de confianza del 95% la hipótesis nula $\hat{\sigma} = 1$.

¹⁷ Este parámetro se ha excluido para facilitar la estimación, dado que su inclusión acentúa la no linealidad de la especificación haciendo más difícil obtener conclusiones a partir de los datos disponibles. Nótese que esta función tiene una discontinuidad cuando $\rho = 0$, que no ha afectado a la estimación de los parámetros.

No se dispone de otras estimaciones de estos coeficientes en el caso de la economía española. Sin embargo, las elasticidades que se obtienen son comparables en magnitud a las obtenidas en otros estudios sobre sustitución entre el capital y grupos de trabajadores divididos por su cualificación, realizados para otros países (Véase Katz y Murphy, 1992 y Hamermesh, 1993). Estos resultados confirman la conclusión obtenida en el apartado anterior: la complementariedad relativa entre el capital y el trabajo cualificado es importante para explicar el aumento de la remuneración relativa de los trabajadores cualificados (empleados) en España en la década de los años 80.

Como se ha visto en el apartado 2 de este trabajo, existen dos formas alternativas de permitir la existencia de diferentes elasticidades de sustitución entre el capital y ambos tipos de trabajo. Con el objetivo de comprobar la robustez de esta estimación a cambios en la función de producción, se ha realizado esta misma estimación utilizando una función alternativa, muy similar a la utilizada por Krusell *et al.* (2000). Los resultados de esta estimación son coherentes con los obtenidos anteriormente y confirman la existencia de complementariedad entre el capital y la cualificación¹⁸.

Además, se han realizado distintas estimaciones en las que se relaja el supuesto de que \tilde{Z} es constante, suponiendo que sigue una tendencia a lo largo del tiempo (lineal o cuadrática). Los resultados sobre las elasticidades de sustitución no se ven afectados por esta modificación. Si existe cambio tecnológico sesgado a favor de los trabajadores cualificados, entonces se esperaría que \tilde{Z} disminuyera a lo largo del tiempo. Sin embargo, no se ha obtenido ninguna conclusión sobre la evolución de la tecnología (\tilde{Z}_t), dado que los coeficientes de estas tendencias resultan ser no significativos. Una posible interpretación de este resultado es que no se ha producido cambio tecnológico sesgado en este sentido en la economía española. Una segunda posibilidad es que la especificación que se utiliza para esta estimación dificulte la medición de estos cambios. Dada la estructura de la función de producción, el parámetro \tilde{Z} indica la proporción de capital y trabajo no cualificado que se utiliza en la producción, con lo cual no es posible distinguir el efecto de ambos factores por separado. Por último, es posible que las tendencias lineales o cuadráticas no sean una manera suficientemente sofisticada

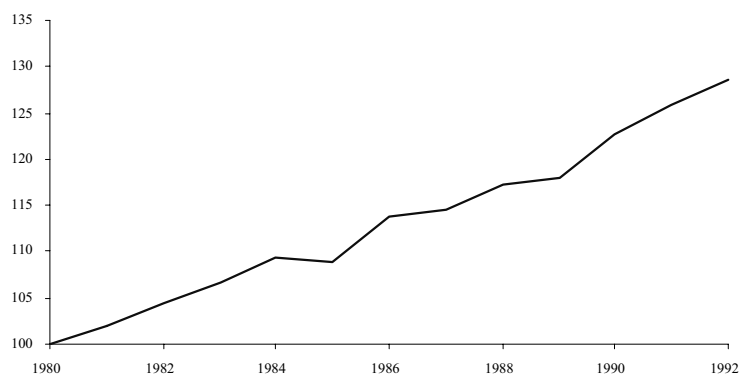
¹⁸Si se estima la función $m_s = \left[\tilde{Z}_s (\alpha_s + (1 - \alpha_s)^\eta)^{1/\eta} + (1 - \tilde{Z}_s) (\alpha_s^\eta)^{1/\eta} \right]^{1/\eta}$. Los resultados de la estimación de α_s y η son 0.54 (0.041) y 0.34 (0.05) respectivamente.

de captar la variación en \tilde{Z} a lo largo del tiempo. Por esta razón, con el objetivo de ver si han existido cambios en este parámetro, se realiza a continuación un ejercicio similar al llevado a cabo por Autor, Katz y Krueger (1998). Si se define $X_{\xi} \% \log \left(\frac{1D\tilde{Z}_{\xi}}{Z_{\xi}} \right)$, entonces a partir de la ecuación [7] se obtiene

$$X_{\xi} = \log \left(\frac{k \frac{w}{s} \frac{w}{s}}{k \frac{w}{s} \frac{w}{s}} \right) \cdot \left(\frac{! \cdot \cdot}{!} \right) \log \left[\left(\frac{-\xi}{\xi w} \right)^! + 1 \right] \cdot \log \left(\frac{\cdot \frac{w}{s}}{\xi w} \right) \quad [7]$$

donde X_{ξ} se obtiene sustituyendo las variables por sus valores y los parámetros $!$ y \cdot por sus valores estimados. En el Gráfico 4 aparece la evolución de la variable X_{ξ} que, como se puede observar, presenta una tendencia claramente creciente, lo cual es coherente con la existencia de cambio tecnológico sesgado a favor de los trabajadores cualificados. Por supuesto, las conclusiones de este ejercicio deben ser tomadas con cierta precaución, dado que ha sido imposible identificar estos efectos en la estimación.

GRÁFICO 4
Evolución de la variable Dt (1980=100)



6. Conclusiones

Los datos analizados en este trabajo muestran que tanto la composición del empleo como la prima salarial a favor de los trabajadores cualificados han tenido en España una evolución muy similar a la de otros países desarrollados, caracterizada por la coincidencia de aumentos en la oferta de trabajo cualificado e incrementos en el salario relativo de este factor.

En segundo lugar, se ha visto que la mayor parte de estos cambios fueron debidos a variaciones dentro de los sectores y no entre éstos, por lo que las explicaciones basadas en el incremento de la competencia exterior resultan insuficientes para explicar el aumento en el salario relativo de los trabajadores cualificados.

En tercer lugar, se encuentra una relación positiva entre incrementos en la remuneración relativa de los trabajadores cualificados e incrementos del cociente capital-trabajo, lo cual es coherente con la existencia de complementariedad relativa entre el capital y el trabajo cualificado. Los resultados de la estimación directa de las elasticidades de sustitución entre el capital y ambos tipos de trabajadores van en esta misma dirección. Además, la magnitud de éstas es similar a la hallada en estudios realizados para otros países.

No se ha podido encontrar una evidencia clara a favor de la existencia de cambio tecnológico sesgado, entendido como variaciones en la tecnología que aumentan la productividad relativa del trabajo cualificado. Sin embargo, tanto la tendencia de la remuneración relativa a largo plazo, como el cambio implícito en el parámetro tecnológico obtenido a partir de la estimación de las elasticidades de sustitución, son coherentes con la existencia de cambios en este sentido.

Apéndice 1. Sectores de la Encuesta Industrial Empleados.

8 Agua	54 Azúcar
11 Producción y transformación de minerales no férricos	55 Cacao, chocolates y confitería
13 Minerales de construcción de tierra cocida	57 Productos de alimentación diversos
15 Hormigón y derivados del cemento	58 Alcoholes
16 Piedra natural, abrasivos y otros minerales no metálicos	59 Licores
17 Vidrio y sus manufacturas	62 Cerveza
18 Productos cerámicos	63 Bebidas analcohólicas
19 Petroquímica y química orgánica	64 Tabaco
20 Química inorgánica	65 Preparación, hilado y tejido
21 Materiales plásticas y caucho	66 Géneros de punto
22 Fibras artificiales y sintéticas	67 Acabados textiles
23 Abonos y plaguicidas	68 Alfombras y otros
24 Pinturas, barnices y tintas	69 Curtidos
25 Aceites esenciales y aromas	70 Cuero
26 Otros productos químicos	71 Calzado
27 Productos farmacéuticos	72 Confección en serie
28 Jabones, detergentes y perfumería	73 Confección a medida
29 Material fotográfico	74 Peletería
30 Otros productos químicos de consumo	76 Industria de la madera
31 Fundaciones metálicas	77 Industria del corcho
32 Forja y otros tratamientos de metales	78 Junco, caña, cestería, brochas y cepillos
33 Carpintería metálica	79 Muebles de madera
34 Artículos metálicos	80 Pasta papelera, papel y cartón
35 Talleres mecánicos	81 Transformación de papel y cartón
37 Maquinaria industrial	82 Artes Gráficas y edición
38 Máquinas de oficina	83 Transformación del caucho
39 Maquinaria y material eléctrico	84 Transformación de materias plásticas
40 Material electrónico	85 Joyería y bisutería
46 Instrumentos de precisión y óptica	86 Instrumentos de música
50 Conservas vegetales	87 Laboratorios fotográficos
51 Conservas de pescado	88 Juegos y juguetes
52 Molinería	89 Manufacturas diversas
53 Pan, bollería y similares	

En este trabajo se han utilizado 65 de los 89 sectores de la EI, dado que en el caso de los 24 restantes la mayoría de las observaciones no están disponibles (para más detalles ver Segura *et al.*, 1989). Para ver la correspondencia con los sectores de la Encuesta sobre Actividades de I+D ver Torres (2000).

Referencias

- Arellano, M., S. Bentolila y O. Bover (2000): "The Distribution of Earnings in Spain during the 1980s: The Effects of Skill, Unemployment, and Union Power", Banco de España *Working paper* no.0015. De próxima aparición en: D. Cohen, T. Piketty and G. Saint-Paul, eds., *The New Economics of Rising Inequalities*, CEPR and Oxford University Press.
- Autor, D. L. Katz y A. Krueger (1998): "Computing Inequality: Have Computers Changed the Labor Market?", *Quarterly Journal of Economics*, 113, pp. 1169-1214.
- Bentolila, S. y G. Saint-Paul (1999): "Explaining Movements in the Labor Share", *CEMFI Working paper*, 9905.
- Berman, E. , J. Bound y Z. Griliches (1994): "Changes in the Demand for Skilled Labor within U.S. Manufacturing Industries", *Quarterly Journal of Economics*, 89, pp. 367-398.
- Berman, E. , J. Bound y S. Machin (1998): "Implications of Skill-biased Technological Change: International Evidence", *Quarterly Journal of Economics*, 113, pp. 1245-1280.
- Bound, J. y G. Johnson (1992): "Changes in the Structure of Wages in the 1980s: An Evaluation of Alternative Explanations", *American Economic Review*, 82, pp. 371-392.
- Hamermesh, D. (1993), *Labor demand*, Princeton, New Jersey, Princeton University Press.
- Krusell, P., L. Ohanian, J. Ríos-Rull y G. Violante (2000): "Capital-skill complementarity and inequality: a macroeconomic analysis", *Econometrica*, 68, 5, pp. 1029-1053.
- Machin, S. y J. Van Reenen (1998): "Technology Changes and Skill Structure: Evidence from Seven OECD Countries", *Quarterly Journal of Economics*, 113, pp. 1215-1244.
- Segura, J. *et al.* (1989), *La industria española en la crisis 1978/1984*, Madrid, Alianza Economía y finanzas.

Torres, V. X. (2000): “Dispersión salarial y cambio tecnológico en la industria española”, CEMFI, Tesina 0001.

Abstract

This paper analyses the evolution of wages and employment in the Spanish manufacturing sector, grouping workers according to their skills. Following the skill-biased technological change literature, I find evidence for a positive association of capital intensity with the wage-bill share of skilled workers in the period 1980-1992.

Keywords: Wages dispersion, technological change, capital-education complementarity.

*Recepción del original, abril de 2000
Versión final, noviembre de 2001*

