

TIC, cualificación, organización y productividad del trabajo: un análisis empírico sobre las nuevas fuentes de la eficiencia empresarial en Cataluña

Joan Torrent-Sellens
Estudios de Economía y Empresa, e Instituto Interdisciplinario de Internet (IN3)
Universidad Oberta de Cataluña (UOC)
Av. Tibidabo 39-43, 08035, Barcelona (España)
Teléfono: +34 932542108, Fax: +34 934176495
e-mail: jtorrent@uoc.edu

Pilar Ficapal-Cusí
Estudios de Economía y Empresa
Universidad Oberta de Cataluña (UOC)
e-mail: pficapal@uoc.edu

Resumen

A partir de los datos para una muestra representativa del tejido productivo privado en Cataluña (1.283 empresas) y en sintonía con la evidencia empírica internacional, en este trabajo se analizan las nuevas fuentes co-innovadoras (usos TIC, nuevas formas de organización y cualificación del trabajo) de la productividad empresarial. Los resultados obtenidos nos han permitido identificar un patrón competitivo caracterizado por la decisiva contribución del capital físico productivo. Además, una segmentación del tejido empresarial nos sugiere la existencia de dos patrones competitivos claramente diferenciados. En las empresas intensivas en el uso de la tecnología y el conocimiento (alrededor de una quinta parte del total) la explicación de su nivel de productividad se basa en el capital físico productivo, los nuevos conjuntos de prácticas de organización del trabajo, y las complementariedades entre éstas y el uso de las TIC. Por el contrario, en la gran mayoría de empresas catalanas (el 80% restante que no usa intensivamente la tecnología y el conocimiento) no se ha encontrado evidencia que corrobore la existencia de nuevas fuentes co-innovadoras en la explicación de su potencial de crecimiento a largo plazo.

Palabras clave

Usos TIC; cualificación del trabajo; nuevas formas de organización del trabajo; productividad del trabajo; empresa catalana.

Código JEL

J24; L22; O32

ICT, skills, organisation and labour productivity: An empirical analysis of new firm's efficiency sources in Catalonia

Abstract

Using survey data on a representative sample of the productive private Catalan network (1,238 firms) and in line with the international empirical evidence, this research paper analyzes the new co-innovative (ICT uses, skilled labour and new forms of work organization) productivity sources. The results have enabled us to identify a competitive pattern marked by the decisive contribution of physical productive capital. In addition, a segmentation of the business sample suggests the existence of two distinct patterns in productivity sources. In technology and knowledge intensive-firms (about one fifth of the total) the sources of productivity level is bases on physical productive capital, new work organizations systems and complementarities between then and the use of ICT. By the rest of Catalan firms (80% who do not use technology and knowledge intensive) has not found evidence to corroborate the existence of new co-innovation sources in the explanation of their long term potential growth.

Keywords

ICT uses; labour skills; new forms of work organisation; labour productivity; Catalan firms.

1. Introducción

En la actualidad los tejidos empresariales de todo el mundo afrontan una situación difícil, de crisis económica. A las tensiones globales en el sistema financiero, muchas economías, entre ellas las de las regiones españolas, suman una crisis productiva propia, la crisis en su modelo de crecimiento. La diagnosis es clara: en términos generales el modelo de crecimiento, las fuentes de productividad, de muchas regiones del planeta, entre ellas las españolas, no son las más adecuadas para la competencia ante el advenimiento de los mercados globales basados en el conocimiento (Pérez *et al.*, 2006; Torrent, 2008).

En este contexto de cambio, el estudio de la productividad es fundamental porque es el indicador representativo, básico, que nos explica el potencial de crecimiento a largo plazo de una economía. Como ha demostrado en reiteradas ocasiones la teoría económica y la evidencia empírica disponible (Reig *et al.*, 2007; Capello *et al.*, 2008), el nivel y el crecimiento de la productividad cuenta con dos fuentes básicas: la intensificación/dependencia del capital (dotación capital por trabajador u hora trabajada), y la eficiencia con que se combinan los factores de producción, o productividad total de los factores (PTF). Debido a la presencia de rendimientos decrecientes, la simple acumulación de factores –o, modelos extensivos de crecimiento- acaba por debilitar las fuentes de la expansión económica a largo plazo. Sólo cuando la acumulación de factores se complementa con mejoras en la PTF el modelo de crecimiento se convierte en intensivo y, por consiguiente, en sostenible en el largo plazo. De este modo, una economía eficiente y competitiva dispondrá de unas fuentes sólidas, intensivas, innovadoras, de crecimiento, mientras que una economía ineficiente y poco competitiva tendrá, al final, problemas de crecimiento a largo plazo y, por lo tanto, de bienestar material de la sociedad a la que representa.

La evidencia empírica ha constatado la existencia de nuevas fuentes co-innovadoras, basadas en el establecimiento de relaciones de complementariedad entre el uso intensivo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), el cambio organizativo y la formación del trabajo, en la explicación de la eficiencia empresarial (Bresnahan *et al.*, 2002; Arvanitis, 2005; Draca *et al.*, 2007). Precisamente, a continuación nos proponemos abordar el análisis de las vinculaciones entre las tecnologías digitales, y la cualificación, organización y productividad del trabajo, con el objetivo de contrastar un modelo de determinantes de la eficiencia laboral en las empresas. La disposición de una base de datos para una muestra representativa de 1.283 empresas en Cataluña es especialmente útil para nuestro propósito. En primer lugar, porque nos permitirá analizar las fuentes de la eficiencia para el conjunto de un tejido productivo privado,

con empresas y actividades de producción muy heterogéneas. Y, en segundo lugar, porque los resultados obtenidos son, en buena medida, extrapolables. El conjunto del tejido productivo privado en Cataluña presenta unas características intrínsecas muy definidas, como la presencia mayoritaria de empresas de dimensión reducida, poco intensivas en el uso de la tecnología y el conocimiento, débilmente innovadoras, con un bajo nivel de formación del trabajo, unos usos de las TIC mejorables y con importantes problemas de eficiencia y competitividad (Vilaseca y Torrent, 2004). Sin duda, ésta es también la situación en otros territorios, con lo que la metodología de análisis y los resultados obtenidos pueden ser útiles para la investigación sobre las fuentes de la eficiencia y el crecimiento empresarial en otros países, regiones, sectores de actividad y grupos de empresas en todo el mundo.

El artículo consta de seis apartados. Tras esta breve introducción, en la que hemos situado la problemática y justificado el interés de la investigación, a continuación abordaremos el marco analítico sobre las nuevas interpretaciones de la competitividad, en especial las referentes al contexto regional. Después se revisará, brevemente, la evidencia empírica disponible acerca de los nuevos determinantes co-innovadores de la eficiencia en la empresa. Seguidamente, ya estaremos en disposición de plantear las hipótesis de trabajo, la fuente de información y sus variables, el modelo a contrastar y su corroboración empírica. Cerrarán el artículo las principales conclusiones obtenidas en el análisis, la discusión de resultados, la bibliografía utilizada, y algunos anexos con información complementaria de interés.

2. Nuevos fundamentos de la competitividad: un breve estado de la cuestión

Desde la perspectiva agregada, la literatura económica ha abordado la problemática de la competitividad y sus divergencias desde cuatro principales líneas de análisis (Fagerberg, 2002; Caselli y Tenreyro, 2004). En los modelos de contabilidad del crecimiento (Solow, 1957; Barro *et al.*, 1995), es posible alcanzar la convergencia en competitividad a través del mayor crecimiento relativo de la productividad marginal del capital. En las teorías del crecimiento económico endógeno (Romer, 1990; Grossman y Helpman, 1991; Aghion y Howitt, 1998), la existencia de factores endógenos, que promueven el progreso técnico en las economías avanzadas, podría perpetuar el mantenimiento de diferencias entre territorios. En la aproximación del cambio estructural (Pasinetti, 1989; Caselli y Coleman, 2001) se señala que el proceso de crecimiento económico y la convergencia en competitividad están estrechamente vinculados con las transformaciones estructurales que se les asocian. Finalmente, las nuevas teorías del comercio internacional (Krugman, 1995;

Ventura, 1997, Venables, 2005) subrayan la importancia de la apertura internacional en la explicación del crecimiento y la competitividad económica. En este contexto, cabe señalar que las aproximaciones más recientes al concepto de competitividad se realizan desde una perspectiva amplia, que va más allá de la tradicional capacidad que las economías tienen para penetrar en los mercados exteriores (Reig *et al.*, 2007). Esta aproximación a la competitividad, entendida como la capacidad que una economía tiene para crecer en el largo plazo, nos conduce, inevitablemente, a preocuparnos por las fuentes del crecimiento económico y la productividad.

Desde la perspectiva regional, tradicionalmente, la literatura se ha preocupado por el análisis de las fuentes del crecimiento económico regional a través de dos familias de modelos: las teorías de crecimiento regional y las teorías de desarrollo regional (Capello, 2006). Las primeras, con fundamento macroeconómico, analizan el impacto de la localización sobre el crecimiento económico del territorio. Las segundas, con un enfoque más microeconómico, se focalizan en la investigación sobre las fuentes tangibles e intangibles del proceso de crecimiento. En este segundo contexto, se ha ido consolidando una literatura que analiza los fundamentos de la competitividad regional en términos de factores endógenos de desarrollo, en especial el análisis de las economías dinámicas de aglomeración, es decir, el conjunto de externalidades territoriales que actúan sobre la capacidad de empresas y regiones para innovar (Vázquez-Barquero, 2007). . El espacio abstracto se convierte en un espacio real de naturaleza cognitiva, en el sentido que los flujos de información, comunicación, conocimiento e innovación se fundamentan en procesos cognitivos territoriales, como los flujos locales de aprendizaje, la proximidad espacial, las relaciones de red, y la interacción, creatividad y habilidad de recombinação de los agentes locales (Camagni y Capello, 2006).

Desde la perspectiva empresarial, la competitividad, entendida como la capacidad que una empresa tiene para ampliar su cuota de mercado, también se ha visto modificada por la naturaleza cambiante de las fuentes del crecimiento económico. La literatura ha constatado que la naturaleza intangible de la acumulación se constituye en un elemento primordial, una nueva fuente, de valor empresarial (Brynjolfsson *et al.*, 1998; Hand y Lev, 2003; Vilaseca *et al.*, 2003). Algunas investigaciones han propuesto la catalogación de cuatro elementos que, junto con la infraestructura física, determinarían la ventaja competitiva de las empresas en la actualidad (Bueno-Campos, 2002). El capital humano integra al conjunto de capacidades, habilidades y conocimientos de los trabajadores y directivos en la empresa, y a todas las inversiones destinadas a garantizar que los atributos de las personas se adapten a las necesidades de la actividad empresarial. El

capital estructural comprende todas las inversiones realizadas para la mejora de la experiencia y la calidad de la organización, bien sea a través de los procesos bien sea a través de la gestión. El capital relacional incluye los esfuerzos realizados para la mejora de la eficiencia de la gestión de las comunicaciones, y transacciones con los clientes y proveedores de la empresa. Y, finalmente, el capital tecnológico recoge las inversiones dirigidas hacia la optimización de los procesos de innovación y la infraestructura tecnológica digital.

Ante estas nuevas interpretaciones de la competitividad, un análisis de los determinantes co-innovadores de la productividad para una muestra representativa de empresas en un territorio se antoja como relevante, en el sentido que aporta evidencia sobre las nuevas fuentes de ventaja competitiva.

3. TIC, organización, cualificación y productividad del trabajo: evidencia empírica

Un conjunto creciente de investigaciones señalan que las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se configuran como la infraestructura básica del proceso de transición hacia la economía y la sociedad del conocimiento (Castells, 2000; 2004; Torrent, 2004; Vilaseca y Torrent, 2005). La consolidación de las TIC como tecnologías de utilidad general (Jovanovic y Rousseau, 2006; Albers, 2006; Banegas, 2008), es decir, como una fuente de eficiencia empresarial y crecimiento económico a largo plazo, se constituye en uno de los principales rasgos distintivos de la actividad económica en la actualidad (OCDE, 2003; Van Ark *et al.*, 2003; Jorgenson y Vu, 2007). Esto es así, tanto por su contribución directa sobre los avances de productividad y el crecimiento económico (Núñez, 2001; Jorgenson *et al.*, 2005; Mas y Quesada, 2005; Vilaseca y Torrent, 2006; Jorgenson *et al.*, 2008; Myro y Velázquez, 2008) como por su contribución indirecta a través de la generación de innovaciones complementarias que mejoran la eficiencia (PTF) de la economía (Vilaseca *et al.*, 2007; Torrent y Ficapal, 2008).

Desde la perspectiva de análisis del impacto de las TIC sobre la eficiencia empresarial, la evidencia empírica disponible corrobora como: 1) las tasas de retorno de la inversión digital son relativamente más elevadas que las realizadas en otros componentes físicos; 2) esto es así porque, en muchas ocasiones, la inversión y los usos digitales vienen acompañados por otros esfuerzos, generalmente, la mejora del capital humano y el cambio en las estructuras organizativas (Bresnahan *et al.*, 2002; Arvanitis, 2005; Quirós y Rodríguez, 2008). Es, precisamente, en este proceso de co-innovación que el impacto transformador de la inversión y el uso digital sobre los resultados de la actividad empresarial se hace más evidente (Greenan *et al.*, 2002; Brynjolfsson y Hitt, 2003; Pilat, 2006).

En una investigación de referencia para la industria manufacturera de EE.UU., Black y Lynch (2001; 2004) certifican la decisiva importancia de las TIC y los sistemas de innovación en el puesto de trabajo en la explicación de la eficiencia empresarial, en particular cuando realiza en establecimientos con presencia de sindicatos que protegen la seguridad del trabajo. Sin dejar este contexto empresarial, Bresnahan *et al.* (2002) evidencian que las empresas intensivas en el uso de las TIC y con una elevada implantación de los procesos de innovación en el puesto de trabajo (formación, adiestramiento, descentralización y autonomía en la toma de decisiones) presentan un nivel de productividad del trabajo superior a las empresas que no innovan en estos aspectos. Además, el impacto sobre la productividad laboral es prácticamente nulo cuando la innovación digital o la organizativa están poco presentes en la actividad empresarial. Brynjolfsson y Hitt (2003) identifican un conjunto de nuevas prácticas organizativas en la empresa (libertad de información y comunicación, derechos en la toma de decisiones, incentivos vinculados al rendimiento, e inversión en formación y adiestramiento) que, conjuntamente con la innovación digital, son determinantes en la explicación del crecimiento de la productividad. Por último, Atrostic y Nguyen (2005) encuentran un impacto positivo sobre la productividad del trabajo en aquellas empresas que usan intensivamente las redes informáticas y de telecomunicaciones.

En base a las investigaciones realizadas para las empresas de Estados Unidos, otro conjunto de trabajos también ha intentado contrastar las relaciones de causalidad entre la co-innovación y la eficiencia empresarial en otros territorios y grupos de empresas de todo el mundo. En Australia, Gretton *et al.* (2004) encuentran un impacto positivo de los usos empresariales de las TIC, las nuevas formas de organización y la cualificación del empleo sobre la productividad para una muestra de empresas de este país.

Para un panel de empresas del Reino Unido y Francia, Caroli y Van Reenen (2001) evidencian como la vinculación entre la innovación en el puesto de trabajo y la productividad de la empresa se vuelve más evidente a medida que el sistema de relaciones laborales evoluciona hacia el establecimiento de prácticas conjuntas en la toma de decisiones y la resolución de problemas entre empresarios y trabajadores. Otro conjunto de investigaciones para los establecimientos y empresas del Reino Unido (Bloom *et al.*, 2005; Clayton *et al.*, 2007) encuentran un significativo impacto de la inversión y el uso de las TIC sobre la productividad empresarial, aunque con diversa intensidad. Los impactos más relevantes se producen en las empresas multinacionales y en la industria intensiva en el uso de la tecnología. En este mismo sentido, ahora para una muestra de empresas en Alemania, Italia y el Reino Unido, Matteucci *et al.* (2005) corroboran un

fuerte impacto de la inversión en TIC sobre la productividad industrial, mientras que en los servicios las mejoras de eficiencia se producen, básicamente, a través del uso del ordenador por parte de los trabajadores.

En Italia, Leoni (2008) ha evidenciado que la inversión y uso de las TIC permitirían en las empresas la puesta en marcha de cambios en los procesos de producción, la estrategia, las estructuras organizativas y sus relaciones externas; pero, recíprocamente, la inversión y el uso digital requerirían de cambios en la organización de la empresa para su implantación efectiva. Cristini *et al.* (2003) concluyen que: a) las TIC y el cambio organizativo no determinan incrementos del valor añadido si se adoptan independientemente; b) las TIC determinan un incremento significativo de la productividad del trabajo en la empresa sí y sólo sí se combinan con la adopción de prácticas que favorezcan la delegación de responsabilidades y una mayor autonomía de los trabajadores y, más generalmente, prácticas que transformen las técnicas de trabajo; y c) se aprecia un efecto complementario muy significativo sobre la productividad del trabajo en aquellas empresas donde interactúan la extensión de la formación y el adiestramiento y la introducción de las TIC. Por último, Becchetti *et al.* (2003) analizan el impacto de la inversión de los componentes TIC (hardware, software y telecomunicaciones) sobre la productividad de las pequeñas y medianas empresas en Italia. Sus resultados destacan la importancia de la inversión en software, mientras que la inversión en telecomunicaciones incidiría en la generación de innovaciones de producto y proceso.

En Suiza, Arvanitis (2005) corrobora el establecimiento de efectos positivos entre algunas de las nuevas prácticas de organización (equipos de trabajo, delegación de competencias y contacto con el cliente) y la productividad del trabajo. Además, la construcción de un indicador conjunto de prácticas de innovación en el puesto de trabajo determina un efecto positivo sobre la productividad, pero claramente inferior al efecto del indicador co-innovador de usos TIC y capital humano. Finalmente, no se identifica una relación de complementariedad entre estos dos últimos componentes y la organización del trabajo. En la misma línea, y en un trabajo comparativo para empresas suizas y griegas, Arvanitis y Loukis (2009) certifican la importancia de la inversión en capital físico, humano, tecnológico digital y organizativo en la explicación de la productividad, aunque se constata un mayor impacto sobre la eficiencia de las nuevas fuentes co-innovadoras en las empresas suizas.

En Alemania, un conjunto de trabajos, basados en diversas muestras temporales a las empresas de su industria, también han confirmado la existencia de relaciones de dependencia entre la productividad del trabajo y los procesos de innovación tecnológica digital y organizativa; aunque, nuevamente, sólo se

encuentra evidencia de relaciones de complementariedad en la explicación de la eficiencia laboral en el terreno de la co-innovación entre las TIC y el capital humano (Bauer y Bender, 2003; Hempell, 2005; Hempell y Zwick, 2008).

En España, Hernando y Núñez (2004) demuestran que: a) la inversión en inputs TIC ha tenido una contribución positiva y significativa en la explicación del crecimiento del output y la productividad empresarial (cercana a una tercera parte del total); y b) que esta contribución ha sido superior en la segunda mitad de la década de los noventa. Otros trabajos (López-Sánchez, 2004; López-Sánchez *et al.*, 2006) también nos sugieren una influencia positiva y creciente del impacto de las TIC sobre el crecimiento de la productividad empresarial a medida que aumenta su implantación, en especial su inversión y el uso de Internet en el trabajo. Sin embargo, la baja intensidad del uso de Internet en los procesos laborales nos sugiere un largo camino por recorrer en las mejoras de eficiencia de la empresa española. En este sentido, Fernández-Menéndez *et al.* (2008) encuentran evidencia, aunque modestamente creciente, del impacto del uso de las TIC en la cadena de aprovisionamiento sobre la eficiencia técnica en las empresas españolas. De hecho, la debilidad del impacto de las TIC sobre la productividad empresarial queda claramente corroborada cuando se introduce el efecto específico de la empresa y del tiempo. Badescu y Garcés-Ayerbe (2009) no encuentran relación causal entre la inversión en TIC y las mejoras en la productividad empresarial, como resultado del desfase temporal existente entre el proceso de capacitación digital, y su retorno en términos de eficiencia. De hecho, la baja intensidad en el uso de las TIC por parte de las empresas parece que se consolida como una de las causas principales del menor impacto relativo de las tecnologías digitales sobre el crecimiento económico en España (Mas y Quesada, 2005), evidencia que también ha sido contrastada en investigaciones para algunas de sus regiones (Erauskin-Iurrita, 2008).

4. Una aproximación empírica a las nuevas fuentes co-innovadoras de la productividad del trabajo en las empresas catalanas

Acabamos de constatar que la inversión y el uso de las TIC no se generalizan en avances de productividad hasta que las empresas y sus trabajadores alcanzan las competencias tecnológicas, formativas, organizativas, laborales y culturales necesarias. Precisamente, y en este contexto, a continuación abordaremos el análisis de las fuentes co-innovadoras de la productividad del trabajo para las empresas catalanas.

4.1. Hipótesis de trabajo

En sintonía con lo contrastado por la evidencia empírica internacional, nuestra primera hipótesis de trabajo se conforma como sigue: *el establecimiento de conjuntos de prácticas de usos TIC, nuevas formas organizativas, y la cualificación de los trabajadores son determinantes en la explicación de la productividad del trabajo en las empresas.*

Además, también se ha encontrado evidencia que concluye que la inversión y el uso de las TIC acaban generando aumentos sostenidos de la productividad si se combinan con cambios organizativos y aumentos en la capacitación de la fuerza de trabajo. En este sentido, planteamos nuestra segunda hipótesis de trabajo: *la interacción entre los componentes tecnológicos digitales, organizativos y de cualificación del trabajo produce efectos sinérgicos (relaciones de complementariedad o procesos de co-innovación) que explican la productividad del trabajo en las empresas.*

Por otra parte, y cómo también se ha señalado, el impacto de los procesos de co-innovación sobre la eficiencia laboral no es independiente del esquema de relaciones laborales y de la cultura innovadora imperante en las empresas. En este sentido, la tercera hipótesis de trabajo a contrastar es: *el establecimiento de unas relaciones laborales, basadas en la seguridad en el trabajo y en la flexibilidad de la jornada laboral, conjuntamente con la presencia de una cultura organizativa innovadora, complementan a los componentes tecnológicos digitales, organizativos y de cualificación, así como a sus relaciones de complementariedad, en la explicación de la eficiencia laboral de las empresas.*

Por último, pretendemos contrastar si las nuevas fuentes co-innovadoras ejercen un impacto diferencial sobre la productividad empresarial en función de la intensidad de uso de la tecnología y el conocimiento que la empresa disponga. En este contexto, nuestra cuarta hipótesis de trabajo a contrastar es: *en las empresas ubicadas en los sectores de actividad que usan más intensivamente la tecnología y el conocimiento, las fuentes co-innovadoras (TIC, nuevas formas organizativas y cualificación del trabajo) determinan un impacto sobre la productividad del trabajo superior al de las empresas ubicadas en los sectores que usan menos intensivamente la tecnología y el conocimiento.*

4.2. Modelos a contrastar

Para el contraste de nuestras hipótesis de investigación utilizaremos dos modelos: 1) un modelo básico que recogerá los impactos individuales sobre la productividad de sus fuentes; y 2) un modelo compacto que recogerá los impactos conjuntos sobre la productividad de sus fuentes y sus relaciones de complementariedad (co-innovación). Para llegar a la especificación de estos dos modelos, partiremos de una función de producción empresarial, que cumple los supuestos clásicos de concavidad (productos marginales positivos, productividad marginal decreciente, rendimientos constantes a escala y sin factores no hay producción) y que es del tipo Cobb-Douglas. Es decir,

$$Y_i = A_i K P_i^\alpha L_i^\gamma I_i^\mu \quad (1)$$

Dónde Y_i es el nivel de facturación de la empresa i ; $K P_i$ es la dotación de capital físico productivo de la empresa i ; L_i es la dotación de trabajo en la empresa i , I_i es la dotación de gastos de producción (gastos intermedios) de la empresa i ; α , γ , y μ representan las elasticidades del capital físico productivo, el trabajo y los gastos intermedios sobre el nivel de facturación de la empresa i ; y A_i es el indicador de eficiencia de la actividad en la empresa i . Precisamente, es en este indicador de eficiencia donde incorporaremos las variables de las hipótesis de co-innovación. En este término se recogerán los impactos, individuales, conjuntos y complementarios, de la innovación empresarial no asociados directamente con los factores de producción (Bresnahan *et al.*, 2002; Arvanitis, 2005; Clayton *et al.*, 2007).

En el modelo básico (efectos individuales), esta expresión toma la forma funcional:

$$A_i = \exp(\delta_0 + \delta_1 \text{ORG}_i + \delta_2 \text{CUALIF}_i + \delta_3 \text{TIC}_i + \delta_4 \text{RLAB}_i + \delta_5 \text{CULTORG}_i) \quad (2)$$

Donde, ORG_i , CUALIF_i , TIC_i , RLAB_i , y CULTORG_i representan al conjunto de variables individuales relativas a la dimensión organizativa, de cualificación, tecnológica digital, de relaciones laborales y la cultura organizativa innovadora de la empresa i .

Del mismo modo, pero ahora en un modelo compacto (efectos conjuntos y complementarios), podemos establecer los determinantes de la eficiencia empresarial a partir de nuevos indicadores que recojan las prácticas conjuntas de organización, cualificación y usos de la tecnología digital, así como sus relaciones de complementariedad. En esta segunda aproximación, la eficiencia empresarial vendría representada por la expresión:

$$A_i = \exp (\delta_0 + \delta_1 \text{SORG}_i + \delta_2 \text{SCUALIF}_i + \delta_3 \text{STIC}_i + \delta_4 \text{RLAB}_i + \delta_5 \text{CULTORG}_i + \delta_6 \text{SORGTIC}_i + \delta_7 \text{SORGCUALIF}_i + \delta_8 \text{STICCUALIF}_i) \quad (3)$$

Donde, SORG_i , SCUALIF_i y STIC_i representan a los sistemas de prácticas organizativas, de cualificación y tecnológicas digitales de la empresa i ; RLAB_i y CULTORG_i representan a las variables individuales relativas a las relaciones laborales y la cultura organizativa innovadora de la empresa i ; y SORGTIC_i , SORGCUALIF_i , y STICCUALIF_i representan la combinación de los sistemas organizativo y tecnológico digital, organizativo y de cualificación, y tecnológico digital y de cualificación de la empresa i .

Tomando logaritmos, expresando la ecuación (1) en términos de productividad del trabajo, incorporando las especificaciones planteadas para nuestro indicador de eficiencia empresarial, y renombrando los coeficientes a estimar, ya estamos en disposición de plantear las dos ecuaciones básicas a contrastar. Para el modelo básico, los determinantes de la productividad empresarial del trabajo son:

$$\text{Ln } Y_i - \text{Ln } L_i = \beta_0 + \beta_1 (\text{Ln } \text{KP}_i - \text{Ln } L_i) + \beta_2 (\text{Ln } I_i - \text{Ln } L_i) + \beta_3 \text{ORG}_i + \beta_4 \text{CUALIF}_i + \beta_5 \text{TIC}_i + \beta_6 \text{RLAB}_i + \beta_7 \text{CULTORG}_i \quad (4)$$

Para el modelo compacto, los determinantes de la productividad del trabajo en las empresas son:

$$\text{Ln } Y_i - \text{Ln } L_i = \beta_0 + \beta_1 (\text{Ln } \text{KP}_i - \text{Ln } L_i) + \beta_2 (\text{Ln } I_i - \text{Ln } L_i) + \beta_3 \text{SORG}_i + \beta_4 \text{SCUALIF}_i + \beta_5 \text{STIC}_i + \beta_6 \text{RLAB}_i + \beta_7 \text{CULTORG}_i + \beta_8 \text{SORGTIC}_i + \beta_9 \text{SORGCUALIF}_i + \beta_{10} \text{STICCUALIF}_i \quad (5)$$

4.3. Datos y variables

El análisis empírico se ha realizado a partir de la base de datos obtenida en la investigación *The Network Firm: ICTs, Productivity and Competitiveness in Catalan Firms* (Torrent y Vilaseca, 2007; Torrent *et al.*, 2008). Esta investigación utiliza como fuente de información una base de datos obtenida a partir de una encuesta a una muestra representativa (margen de error conjunto del +/- 2,2% en el caso de máxima indeterminación, $p=q=50$, y para un nivel de confianza del 95,5%) de 2.038 empresas, que realizan su actividad en Cataluña. El cuestionario, con 128 preguntas de carácter valorativo, se sometió a una fase inicial de pilotaje y fue contestado por los empresarios o directivos con una visión global del conjunto de la actividad de la empresa, a través de una entrevista presencial de una hora de duración. Las informaciones obtenidas del cuestionario fueron completadas con la información económica y financiera de las empresas de la muestra, disponibles en el Registro Mercantil de España y obtenidas a través del software SABI (Sistema de Análisis de Balances Ibéricos). El trabajo de campo se realizó entre los meses de enero y mayo de 2003.

En función de los objetivos y los datos disponibles para esta investigación, la muestra inicial fue reducida a 1.238 empresas. Para solucionar el problema de representación que suponía la reducción de datos, la muestra reducida de empresas se ponderó a partir de un factor que otorga el peso real que debería tener cada empresa en la muestra total en función de su dimensión. El anexo 1 presenta información de interés sobre el universo y la muestra de empresas analizada. En el cuadro 1 se resumen las variables e indicadores utilizados en el análisis, y el cuadro 2 muestra sus estadísticos descriptivos.

Cuadro 1. Descripción de las variables explicativas de la productividad del trabajo en la empresa

Denominación	Descripción	Escala
PTAL	Productividad del trabajo (cifra de ventas -miles euros- por trabajador equivalente a tiempo completo)	Continua (log)
GASTINT	Gastos intermedios de producción (miles de euros) por trabajador equivalente a tiempo completo	Continua (log)
KFP	Dimensión capital físico productivo	
ACTIVO	Activo total (miles de euros) por trabajador equivalente a tiempo completo	Continua (log)
ORG	Dimensión organizativa	
SORG	A partir de las siete variables dicotómicas (valores 1, existencia; y 0 no existencia) siguientes: 1) los trabajadores operativos toman las decisiones en el ámbito operativo; 2) la empresa se organiza por proyectos o procesos; 3) existencia de equipos de trabajo flexibles y adaptables; 4) control y supervisión del trabajo por objetivos/resultados; 5) los trabajadores pueden compartir e intercambiar información; 6) innovaciones en el proceso con uso de TIC en los últimos dos años; y 7) innovaciones organizativas en los últimos dos años; y a través de un análisis por componentes principales, se identifican cuatro factores (innovación: INNOV; autonomía: AUTON; interconexión: INTERC; y organización por procesos: ORGPROC). En base a estos factores se genera, por media aritmética simple, un indicador compuesto, que captura un sistema de prácticas conjuntas de nuevas formas de organización del trabajo (SORG).	Continua
CUALIF	Dimensión cualificación del trabajo	
SCUALIF	A partir de las cinco variables discretas siguientes: 1) formación reglada y/o ampliación de formación reglada de directivos (valores 1 a 6); 2) formación reglada y/o ampliación de formación reglada de no directivos (valores 1 a 6); 3) ampliación de formación técnica (continua y a medida) de directivos (valores 0 y 1); 4) ampliación de formación técnica (continua y a medida) de no directivos (valores 0 y 1); y 5) competencias digitales: incidencia de las TIC en la transformación empresarial (valores 1, 3 y 5); y a través de un análisis por componentes principales, se identifican tres factores (formación reglada: FREG; formación técnica: FTEC; y competencias digitales: COMPTIC). En base a estos factores se genera, por media aritmética simple, un indicador compuesto, que mide los esfuerzos para la mejora del capital humano en la empresa (SCUALIF).	Continua
TIC	Dimensión tecnológica digital	
STIC	A partir de las seis variables siguientes: 1) equipos de internet (valores 1 a 4); 2) sistema digital de planificación de la producción (valores 0 y 1); 3) sistema digital de planificación con proveedores/compras (valores 0 y 1); 4) sistema digital de planificación con distribuidores (valores 0 y 1); 5) porcentaje de ventas por Internet respecto al total de ventas (continua, log porcentaje); y 6) porcentaje de compras por Internet respecto al total de compras (continua, log porcentaje); y a través de un análisis por componentes principales, se identifican tres factores (redes tecnológicas en operaciones: ROP; prácticas de comercio electrónico: COMELEC; y equipos de Internet: EQUIPINT). En base a estos factores se genera, por media aritmética simple un indicador compuesto, que parametriza los usos de las TIC en la empresa (STIC).	Continua
CO-INNOVACIÓN	Relaciones de complementariedad	
SORGTIC	SORG*STIC (sistema nueva organización * sistema TIC)	Continua
SORGQUALIF	SORG*SCUALIF (sistema nueva organización * sistema cualificación)	Continua
STICQUALIF	STIC*SCUALIF (sistema TIC * sistema cualificación)	Continua
RLAB	Dimensión de relaciones laborales	
SEGURID	Modalidad de contratación indefinida por encima de la media muestral	Dicotómica (0, 1)
REMUN	Forma de remuneración	Categoría (0 a 2)
FLEXJORN	Modalidad de jornada laboral a tiempo parcial por encima de la media muestral	Dicotómica (0, 1)
CULT	Dimensión cultural	
CULTORG	Desarrollo de nuevas estructuras organizativas	Dicotómica (0, 1)

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 2. Estadísticos descriptivos de las variables utilizadas en el análisis.

Variables	Frecuencia	Porcentaje válido
Dimensión organizativa (ORG)		
Equipos de trabajo flexibles y adaptables (SI)	997	49,5
Equipos de trabajo flexibles y adaptables (NO)	1.015	50,5
Intercambio información de los trabajadores (SI)	1.795	89,7
Intercambio información de los trabajadores (NO)	207	10,3
Toma decisiones operativa de los trabajadores operativos	605	29,8
Toma de decisiones operativas de los mandos intermedios y directivos	1.423	70,2
Supervisión/ control del trabajo por objetivos/resultados	1.178	63,0
Supervisión/control del trabajo por jerarquía	693	37,0
Organización del trabajo por procesos o proyectos	588	28,9
Organización del trabajo por productos, área funcional o geográfica	1.450	71,1
Innovación de proceso con uso TIC en los últimos dos años (SI)	653	32,4
Innovación de proceso con uso TIC en los últimos dos años (NO)	1.364	67,6
Innovaciones organizativas en los últimos dos años (SI)	636	31,3
Innovaciones organizativas en los últimos dos años (NO)	1.395	68,7
Dimensión cualificación (CUALIF)		
Formación reglada directivos		
- Estudios primarios y no amplía formación reglada	79	5,4
- Estudios primarios y amplía formación reglada	11	0,8
- Estudios secundarios y no amplía formación reglada	313	21,4
- Estudios secundarios y amplía formación reglada	110	7,5
- Estudios universitarios y no amplía formación reglada	611	41,7
- Estudios universitarios y amplía formación reglada	341	23,3
Formación reglada trabajadores		
- Estudios primarios y no amplía formación reglada	406	27,7
- Estudios primarios y amplía formación reglada	117	8,0
- Estudios secundarios y no amplía formación reglada	501	34,2
- Estudios secundarios y amplía formación reglada	146	10,0
- Estudios universitarios y no amplía formación reglada	187	12,8
- Estudios universitarios y amplía formación reglada	108	7,4
Ampliación de formación técnica (continua y a medida) directivos (SI)	717	47,6
Ampliación de formación técnica (continua y a medida) directivos (NO)	790	52,4
Ampliación de formación técnica (continua y a medida) trabajadores (SI)	611	40,5
Ampliación de formación técnica (continua y a medida) trabajadores (NO)	897	59,5
Impacto de TIC en la transformación de la empresa (competencias digitales)		
- Bajo	265	17,7
- Medio	744	49,8
- Alto	486	32,5
Dimensión tecnológica digital (TIC)		
Equipos de Internet		
- Muy bajos (no conexión a Internet)	64	4,5
- Bajos (conexión a Internet con banda estrecha)	434	30,2
- Normal (conexión a Internet con banda estrecha y página Web propia)	855	59,6
- Avanzados (conexión a Internet con banca ancha y página Web propia)	82	5,7
Equipos digitales de planificación de la producción (SI)	662	44,2
Equipos digitales de planificación de la producción (NO)	837	55,8
Equipos digitales de planificación con proveedores/compras (SI)	446	29,8
Equipos digitales de planificación con proveedores/compras (NO)	1.049	70,2
Equipos digitales de planificación con distribuidores (SI)	282	21,1
Equipos digitales de planificación con distribuidores (NO)	1.056	78,9
Ventas por Internet respecto al total	241	12,5
Compras por Internet respecto al total	377	15,1
Dimensión relaciones laborales (RLAB) y cultura (CULT)		
Contrato indefinido superior a la media	933	61,5
Contrato indefinido inferior o igual a la media	585	38,5
Jornada laboral a tiempo completo	977	64,4
Jornada laboral a tiempo parcial	539	35,6
Formas de remuneración		
- No remuneración variable	539	35,5
- Sólo directivos reciben remuneración variables	492	32,4
- Directivos y trabajadores con remuneración variable	487	32,1
Innovación en nuevas estructuras organizativas en los últimos dos años (SI)	453	29,8
Innovación en nuevas estructuras organizativas en los últimos dos años (NO)	1.065	70,2

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Resultados

A continuación, y siguiendo la evidencia empírica al uso, estimaremos, para nuestra muestra de empresas y por mínimos cuadrados ordinarios, una función de la productividad aparente del trabajo ($PTAL_i$), que tiene la forma funcional expresada en la ecuación 6 y donde ε_i representa al término de error. Destacar, además, que esta expresión deriva de la ecuación 4 (modelo básico) e incorpora las nuevas variables (factores) obtenidas en los análisis de reducción de datos para los componentes organizativos, de cualificación y tecnológicos digitales de la muestra:

$$\begin{aligned} PTAL_i = & \beta_0 + \beta_1 GASTINT_i + \beta_2 ACTIVO_i + \beta_3 INNOV_i + \beta_4 AUTON_i + \beta_5 INTERC_i + \\ & + \beta_6 ORGPROC_i + \beta_7 FREG_i + \beta_8 FTEC_i + \beta_9 COMPTIC_i + \beta_{10} ROP_i + \beta_{11} COMELEC_i + \\ & + \beta_{12} EQUIPINT_i + \beta_{13} SEGURID_i + \beta_{14} REMUN_i + \beta_{15} FLEXJORN_i + \beta_{16} CULTORG_i + \varepsilon_i \end{aligned} \quad (6)$$

Como paso previo a la aplicación del análisis de regresión hemos examinado los coeficientes de correlación de las variables independientes no detectándose problemas de multicolinealidad que impidan la aplicación del modelo (cuadro 9 del anexo 2). De la estimación del modelo básico (cuadro 3) se desprende que el conjunto de variables independientes tienen un poder explicativo sobre la productividad laboral de la empresa catalana muy significativo ($p=0,000$) y que el modelo presenta un buen nivel de ajuste (R^2 corregida= 0,745). En lo referente a los coeficientes estandarizados obtenidos, son destacables las siguientes consideraciones: a) el capital productivo presenta una contribución significativa y muy relevante en la explicación del nivel de productividad aparente del trabajo en la empresa catalana; b) los coeficientes de tres de los cuatro factores organizativos son estadísticamente significativos. Los factores de interconexión en red y organización por procesos ejercen efectos positivos en la explicación de la eficiencia laboral, mientras que el factor de innovación, altamente significativo, actuaría negativamente. La autonomía en la toma de decisiones no es estadísticamente relevante; c) en lo referente a la cualificación del trabajo, se obtienen coeficientes significativos y positivos en la explicación de la productividad aparente del trabajo para los indicadores de la formación reglada (nivel y ampliación) y para las competencias tecnológicas digitales, mientras que la formación técnica (ampliación de formación continua y a medida) no es significativa, y por tanto, no relevante; d) todos los coeficientes de las variables tecnológicas digitales contempladas son significativos, aunque ejercen un impacto negativo sobre la productividad empresarial del trabajo; e) en lo referente a las relaciones laborales, observamos un impacto significativo y positivo sobre la eficiencia laboral de la seguridad en el trabajo (contratación indefinida) y de la flexibilidad horaria (jornada a tiempo parcial).

Las formas de remuneración no ejercen un efecto significativo sobre la eficiencia laboral; y f) la cultura organizativa innovadora (innovaciones que transforman la arquitectura organizativa) tiene un impacto significativo y positivo sobre la eficiencia laboral del tejido productivo privado catalán.

Cuadro 3. Los determinantes de la productividad aparente del trabajo en la empresa catalana (modelo básico)¹. 2003

	Coefficiente estandarizado	Valor t
Constante		28,181***
GASTINT (materiales por trabajador equivalente a tiempo completo; log)	0,676***	36,935
Capital físico productivo (KFP)		
ACTIVO (activo total por trabajador equivalente a tiempo completo; log)	0,224***	12,152
Organización (ORG)		
INNOV	-0,066***	-3,558
AUTON	0,020	1,369
INTERC	0,035**	2,398
ORGPROC	0,029**	2,001
Cualificación (CUALIF)		
FREG	0,101***	6,513
FTEC	-0,013	-0,882
COMPTIC	0,050***	3,174
Tecnología digital (TIC)		
ROP	-0,037**	-2,390
COMELEC	-0,049***	-3,332
EQUIPINT	-0,068***	-4,139
Relaciones laborales (RLAB)		
SEGURID	0,038**	2,526
REMUN	-0,003	-0,173
FLEXJORN	0,031**	2,094
Cultura (CULT)		
CULTORG	0,103***	6,010
n (=i)	1.283	
R ² corregida	0,745	
F	235,361	
Significación	0,000	

1. Análisis de regresión lineal múltiple por mínimos cuadrados ordinarios. Variable dependiente: PTAL, logaritmo de las ventas por trabajador equivalente a tiempo completo. Modelo básico para el conjunto de empresas catalanas de la muestra.

*** Significativo al 99% de confianza; ** significativo al 95% de confianza; * significativo al 90% de confianza.

Fuente: Elaboración propia.

Podemos afirmar que el capital físico productivo, la interconexión del trabajo en red, la organización por procesos, la formación reglada, las competencias tecnológicas digitales, y la seguridad contractual, la

flexibilidad horaria y la cultura innovadora son determinantes y positivos en la explicación del nivel de productividad aparente del trabajo en la empresa catalana. Por el contrario, la innovación en procesos y organizativa, y los indicadores relativos a la dotación y el uso de las TIC ejercen un impacto negativo sobre la eficiencia laboral de la empresa catalana. Por su parte, la autonomía en la toma de decisiones, la formación técnica y las formas de remuneración no inciden en la determinación de la productividad laboral. De hecho, estos resultados, que ponen de relieve: a) una evidencia mixta en relación al impacto de la reconfiguración organizativa y la cualificación sobre la productividad del trabajo; y b) un impacto negativo de las TIC sobre el potencial de crecimiento a largo plazo de las empresas catalanas, son claramente insatisfactorios a la luz de los datos obtenidos por la literatura internacional.

Para corroborar si, efectivamente, la eficiencia laboral en Cataluña no depende en gran medida de sus componentes organizativos, formativos y tecnológicos digitales, lo que podría significar serios inconvenientes en la sostenibilidad de su patrón de crecimiento empresarial a largo plazo, a continuación planteamos un modelo compacto que recoge el impacto conjunto de los sistemas de prácticas de organización (SORG), cualificación (SCUALIF) y tecnologías digitales (STIC), junto con sus correspondientes complementariedades (SORGTIC, SORGCUALIF, STICQUALIF). Igual que para el modelo básico, en esta aproximación también se contemplan los efectos del gasto intermedio (GASTINT), el capital físico productivo (ACTIVO), las tres variables vinculadas con las relaciones laborales en la empresa: seguridad en el trabajo (SEGURID), remuneración (REMUN) y la flexibilidad horaria (FLEXJORN), así como el indicador de cultura innovadora en organización (CULTORG). La forma funcional a estimar de la productividad empresarial y aparente del trabajo ($PTAL_i$), que tiene su origen en la expresión 5 (modelo compacto) y donde ε_i representa el término de error, se recoge en la expresión 7:

$$\begin{aligned}
 PTAL_i = & \beta_0 + \beta_1 GASTINT_i + \beta_2 ACTIVO_i + \beta_3 SORG_i + \beta_4 SCUALIF_i + \beta_5 STIC_i \\
 & + \beta_6 SEGURID_i + \beta_7 REMUN_i + \beta_8 FLEXJORN_i + \beta_9 CULTORG_i + \\
 & + \beta_{10} SORGTIC_i + \beta_{11} SORGCUALIF_i + \beta_{12} STICQUALIF_i + \varepsilon_i
 \end{aligned} \tag{7}$$

Previamente a la estimación, se ha efectuado el análisis de las correlaciones entre las variables independientes no detectándose graves problemas de multicolinealidad (cuadro 10 del anexo 2). La estimación, por mínimos cuadrados ordinarios, se ha realizado en dos fases. La primera no considera el impacto de las complementariedades (modelo 1), mientras que la segunda considera el impacto de los procesos de co-innovación (modelo 2). Además, este segundo modelo ha sido replicado para una

segmentación de la muestra de empresas en función de su intensidad tecnológica y en conocimiento (anexo 1). A partir de esta clasificación, consideraremos a las empresas intensivas en tecnología y conocimiento (modelo 3) a aquellas ubicadas en los sectores de la industria de la información, la industria de alta tecnología y los servicios intensivos en conocimiento. Por otra parte, consideraremos a las empresas menos intensivas en tecnología y conocimiento (modelo 4) a aquellas ubicadas en los sectores de la industria de baja tecnología, la industria de media tecnología y los servicios menos intensivos en conocimiento.

Los cuatro modelos, representados en el cuadro 4, presentan una notable capacidad explicativa ($p=0,000$) y su bondad de ajuste en ningún caso es inferior al 70%. En lo referente a los coeficientes obtenidos en las estimaciones, cabe realizar las siguientes consideraciones. Para el modelo compacto sin complementariedades (modelo 1): a) igual que en el modelo básico, la inversión en capital físico productivo continua ejerciendo la máxima contribución a la explicación del nivel de productividad aparente del trabajo en la empresa catalana; b) la construcción de los indicadores de nuevas prácticas conjuntas de organización, cualificación y tecnología se revela como oportuna, puesto que los tres presentan una contribución significativa en la explicación de la eficiencia laboral, aunque con signo diferenciado: los indicadores de organización y cualificación impactan positivamente sobre la productividad, mientras que el indicador tecnológico digital ejerce un impacto negativo; c) nuevamente, estas aportaciones anteriores se complementan con un impacto significativo y positivo de unas relaciones laborales basadas en la seguridad del trabajo (contratación indefinida) y en la flexibilidad del horario laboral, todo ello en un contexto favorecido por la presencia de una cierta cultura innovadora que fomente la transformación de la arquitectura organizativa de la empresa.

Para el modelo compacto con complementariedades (modelo 2) cabe destacar que: a) el coeficiente del capital físico productivo es el más relevante en la explicación de la eficiencia laboral en la empresa catalana; b) la introducción de los indicadores que captan las complementariedades entre los nuevos sistemas de prácticas de organización del trabajo, cualificación y tecnología digital se revela como oportuna, puesto que las tres combinaciones de indicadores son significativas en la explicación del nivel de productividad aparente del trabajo. Con todo, señalar la doble dirección de estas contribuciones: mientras que la interacción entre organización y tecnología digital, y entre organización y cualificación incide positivamente sobre la eficiencia laboral, la interacción entre tecnología digital y cualificación impacta negativamente sobre el nivel de productividad laboral; c) la introducción de los indicadores de complementariedad altera la contribución

de sus índices tratados individualmente. Así, mientras que en el caso organizativo, la introducción de sus complementariedades con la cualificación y la tecnología digital hace muy significativa su contribución individual, en el caso de la cualificación sucede lo contrario, puesto que la introducción de su interacción con la organización y la tecnología digital revela a esta variable como no significativa; d) estas contribuciones se combinan con una aportación significativa y positiva de unas relaciones laborales, fundamentadas en la seguridad del trabajo y la flexibilidad horaria, conjuntamente con una cultura organizativa innovadora.

Por otra parte, y con la intención de contrastar si la intensidad de uso de la tecnología y el conocimiento determinan fuentes de eficiencia empresarial distintas, hemos replicado el modelo compacto para una segmentación de empresas de la muestra. Por lo que se refiere a las empresas ubicadas en los sectores intensivos en los usos de la tecnología y el conocimiento (modelo 3), que representan poco más de una quinta parte de la muestra de empresas, son destacables las siguientes consideraciones: a) el capital físico productivo presenta la aportación más relevante en la explicación del nivel de productividad aparente del trabajo; b) los sistemas de nuevas prácticas organizativas y el conjunto de usos digitales determinan el potencial de crecimiento a largo plazo de las empresas que usan intensivamente la tecnología y el conocimiento, aunque en sentido inverso, la organización en positivo y las TIC en negativo; c) los coeficientes de las interacciones entre los sistemas de prácticas organizativas, tecnológicas digitales y de cualificación del trabajo son significativos, aunque sólo la interacción entre el componente organizativo y el tecnológico digital determinan en positivo la productividad aparente del trabajo. Por el contrario, la interacción entre tecnologías digitales y cualificación, y entre organización y cualificación presentan coeficientes negativos; y d) igual que en el modelo compacto conjunto, en las empresas ubicadas en los sectores intensivos en el uso de la tecnología y el conocimiento, las relaciones laborales, basadas en la seguridad en el trabajo y en la flexibilidad de la jornada, junto con la cultura organizativa innovadora, también determinan en positivo el potencial de crecimiento empresarial a largo plazo.

Cuadro 4. Los determinantes de la productividad aparente del trabajo en la empresa catalana (modelo compacto)¹. 2003

Coefficientes estandarizados (Valor t)	Modelo (1)	Modelo (2)	Modelo (3)	Modelo (4)
Constante	(29,112)***	(29,360)***	(11,750)***	(24,621)***
GASTINT (Gastos intermedios por trabajador equivalente a tiempo completo; log)	0,683*** (37,704)	0,681*** (37,875)	0,387*** (8,434)	0,733*** (4,378)
Capital físico productivo (KFP)				
ACTIVO (Activo por trabajador equivalente tiempo completo; log)	0,229*** (12,544)	0,232*** (12,767)	0,423*** (9,119)	0,270*** (6,464)
Organización (ORG)				
SORG	0,095*** (6,544)	0,148*** (8,273)	0,290*** (7,908)	-0,021 (-1,220)
Cualificación (CUALIF)				
SCUALIF	0,058*** (3,667)	0,023 (1,335)	0,059 (1,442)	0,033** (2,232)
Tecnología digital (TIC)				
STIC	-0,102*** (-6,468)	-0,116*** (-7,306)	-0,210*** (-5,608)	-0,058*** (-4,284)
Relaciones laborales (RLAB)				
SEGURID	0,028* (1,875)	0,029** (1,958)	0,154*** (4,527)	-0,043*** (-3,466)
REMUN	-0,001 (-0,043)	0,001 (0,043)	0,014 (0,412)	-0,016 (-1,283)
FLEXJORN	0,039*** (2,611)	0,045*** (3,055)	0,109*** (3,159)	-0,033*** (-2,654)
Cultura (CULT)				
CULTORG	0,103*** (6,010)	0,051*** (3,441)	0,075** (2,064)	0,009 (0,270)
Complementariedades (CO-INNOVACION)				
SORGTIC (SORG*STIC)	-	0,035** (2,304)	0,269*** (7,308)	-0,041*** (-3,162)
STICQUALIF (STIC*SCUALIF)	-	-0,078*** (-4,615)	-0,099*** (-2,782)	-0,012 (-0,721)
SORGCUALIF (SORG*SCUALIF)	-	0,070*** (3,949)	-0,097** (-2,420)	-0,005 (-0,326)
n (=i)	1.283	1.283	284	999
R ² corregida	0,742	0,748	0,717	0,872
F	410,258	318,925	60,521	566,085
Significación	0,000	0,000	0,000	0,000

1. Análisis de regresión lineal múltiple por mínimos cuadrados ordinarios. Variable dependiente: productividad aparente del trabajo (PTAL), logaritmo de las ventas por trabajador equivalente a tiempo completo.

Modelo (1): modelo compacto para el conjunto del tejido productivo privado de Cataluña sin indicadores de complementariedades; Modelo (2): modelo compacto para el conjunto del tejido productivo privado de Cataluña con indicadores de complementariedades; Modelo (3): modelo compacto para el conjunto de empresas ubicadas en los sectores intensivos en tecnología y conocimiento con indicadores de complementariedades;

Modelo (4): modelo compacto para el conjunto de empresas ubicadas en los sectores menos intensivos en tecnología y conocimiento con indicadores de complementariedades.

*** Significativo al 99% de confianza; ** significativo al 95% de confianza; * significativo al 90% de confianza.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, y por lo que se refiere a las empresas ubicadas en los sectores con una menor intensidad de uso de la tecnología y el conocimiento (modelo 4), que agrupan la mayor parte del tejido productivo privado en Cataluña (cuatro quintas partes del total), la estructura de los determinantes de su nivel de productividad

aparente del trabajo se caracteriza por: a) la importancia del capital físico productivo; b) una aportación significativa y positiva del componente del conjunto de prácticas de cualificación del trabajo, y una aportación significativa, pero negativa, del componente tecnológico digital; c) desde la dimensión de las complementariedades, sólo la interacción entre organización y tecnologías digitales es significativa, aunque con signo negativo; d) en lo referente a las relaciones laborales, los indicadores de la seguridad laboral y la flexibilidad de la jornada determinan significativa, pero negativamente, la eficiencia empresarial o, en otras palabras, ponen de relieve, que el patrón de crecimiento a largo plazo en la mayoría del tejido empresarial de Cataluña se caracteriza por un impacto positivo de unas relaciones laborales basadas en las modalidades de contratación no indefinidas y con una jornada laboral a tiempo completo; y f) la cultura organizativa innovadora no explica la productividad aparente del trabajo en esta agrupación de empresas.

5. Conclusiones, discusión y futuras líneas de investigación

Durante los últimos años la evidencia empírica internacional ha corroborado la existencia de nuevas fuentes co-innovadoras de la productividad empresarial, basadas en el establecimiento de relaciones de complementariedad (co-innovación) entre el uso de las tecnologías digitales, las nuevas prácticas de organización del trabajo y la cualificación de los trabajadores. A partir de los datos obtenidos para una muestra representativa del tejido productivo privado en Cataluña durante 2003, en este artículo se han analizado los determinantes de la eficiencia empresarial del trabajo.

Los resultados obtenidos nos han permitido identificar un patrón de crecimiento económico para el conjunto de empresas catalanas caracterizado por una decisiva contribución del capital físico productivo y, en menor medida, por las nuevas formas de organización del trabajo. Además, estas últimas incrementan sus efectos sinérgicos sobre la productividad cuando se combinan con la mejora del capital humano y el uso de las TIC. En el mismo sentido, señalar que las contribuciones anteriores se complementan por la importancia de unas relaciones laborales, fundamentadas en la estabilidad del trabajo y la flexibilidad de la jornada laboral, en un contexto dominado por una cultura innovadora que transforme la estructura organizativa de las empresas. Por el contrario, el patrón competitivo encontrado no se caracteriza ni por la relevancia de la cualificación del trabajo, ni por un efecto positivo de los usos TIC (ni de ninguno de sus componentes), ni tampoco por una explicación de la eficiencia a través del establecimiento de relaciones de complementariedad entre los usos de las TIC y la cualificación del trabajo. Entre otras posibles

explicaciones, este resultado pone de relieve: a) una cierta inadecuación entre los procesos de formación y capacitación del trabajo, y los requerimientos competenciales del esquema productivo; y b) un atraso en el impacto de la implantación de las TIC, bien por su bajo nivel de uso bien por el retraso en sus efectos sinérgicos sobre la eficiencia empresarial.

Buscando comportamientos diferenciados en su patrón competitivo, hemos repetido el análisis de los determinantes de la productividad empresarial en Cataluña para dos grandes sectores de actividad de su tejido productivo, los sectores intensivos en el uso de la tecnología y el conocimiento (un 22,1% de la muestra) y los sectores menos intensivos en el uso de la tecnología y el conocimiento (un 77,9% de las empresas catalanas). Los resultados obtenidos corroboran la existencia de dos patrones claramente distintos. En las empresas ubicadas en los sectores intensivos en el uso de la tecnología y el conocimiento, la explicación de su nivel de productividad se basa en el capital físico productivo, los nuevos conjuntos de prácticas de organización del trabajo, y las complementariedades entre éstas y el uso de las TIC. Estos determinantes se complementan con impacto favorable de unas relaciones laborales basadas en la seguridad en el trabajo y la flexibilidad horaria, conjuntamente con la presencia de una cultura organizativa innovadora. Por otra parte, el potencial de crecimiento de las empresas ubicadas en los sectores con una menor intensidad tecnológica y en conocimiento, se basa fundamentalmente en el capital físico productivo y, en una medida muy inferior, en las prácticas conjuntas de capacitación de la fuerza de trabajo y en unas relaciones laborales fundamentadas en la inseguridad en el trabajo y en la jornada laboral a tiempo completo. En este grupo mayoritario del tejido productivo catalán ni los usos de las TIC, ni las nuevas estructuras organizativas, ni la interacción entre las tecnologías digitales, los nuevos sistemas de organización del trabajo y las prácticas cualificación de los trabajadores ejercen efectos sinérgicos significativos y positivos en la determinación de su potencial de crecimiento.

Es posible interpretar esta débil presencia de las nuevas fuentes de productividad en la gran mayoría de empresas catalanas a través de tres razones. Primera, porque a diferencia de la evidencia encontrada en el contexto internacional, los usos de las TIC inciden negativamente sobre la eficiencia empresarial. Probablemente, este resultado paradójico nos pone de relieve buenas y malas noticias a la vez. Las buenas noticias están relacionadas con la necesidad de incorporar la dimensión temporal a la investigación. Como se ha demostrado, la materialización de efectos positivos sobre la productividad de los usos TIC necesita de un cierto período de maduración, no contemplado en esta investigación. Las malas noticias están relacionadas

con la debilidad de usos TIC en la empresa catalana, todavía muy orientados a aspectos de bajo valor añadido, como la contabilidad y la facturación, y la búsqueda de información. Segunda, porque la interacción que produce un efecto mayor sobre la productividad empresarial en el ámbito internacional, es decir la complementariedad entre los usos de las TIC y la cualificación del trabajo, en Cataluña genera, paradójicamente, un impacto negativo. Probablemente, este resultado viene a reflejar la debilidad de la capacitación de la fuerza de trabajo en Cataluña (dos terceras partes de sus trabajadores disponen de un nivel máximo de formación de educación secundaria y sólo un 20% siguen programas de ampliación de formación), y en particular la necesidad de formación en competencias digitales. Y, tercera, porque la disección del tejido productivo catalán en función de la intensidad de uso de la tecnología y el conocimiento, nos confirma la inexistencia de fuentes co-innovadoras de productividad en más de cuatro quintas partes de las empresas catalanas. Probablemente, este resultado nos pone de relieve la necesidad de adaptación y cambio estructural de la gran mayoría de las empresas catalanas al nuevo ciclo de crecimiento económico basado en: a) la inversión en activos intangibles; b) la internacionalización de las ventas y la globalización de la actividad; c) la existencia de estructuras formales y redes de cooperación en innovación; d) la capacitación constante de la fuerza de trabajo; e) las nuevas formas de organización del trabajo; y f) el uso intensivo de las tecnologías digitales y los flujos de información, comunicación y conocimiento. De hecho, los resultados preliminares de algunas segmentaciones adicionales de la muestra (dimensión por intensidad tecnológica y en conocimiento) vienen a corroborar los resultados obtenidos, en el sentido que sólo se observa causalidad en la explicación de la productividad empresarial por parte de los factores de co-innovación en aquellas estratificaciones intensivas en el uso de la tecnología y el conocimiento.

El trabajo presentado ha impuesto importantes limitaciones, en especial en lo referente a la identificación y la aproximación sectorial realizada, con carácter ex-ante, la no disposición de una serie temporal, y las propias restricciones y variables impuestas al análisis. Sin embargo, la disposición de una muestra representativa para el conjunto del tejido empresarial en Cataluña ha revelado como muy sugerente la idea de analizar los determinantes de su potencial de crecimiento. En este sentido, y considerando la importancia de este tipo de análisis para el futuro competitivo de cualquier territorio, la disposición de información para: a) otros territorios o grupos de empresas, y su posible comparación; b) una serie temporal; c) mejores indicadores; y d) nuevos criterios de agrupación de empresas, con carácter ex-post, sugieren nuevas aproximaciones. Además, la mejora del análisis realizado, en especial en lo referente a la especificación de la

función de producción y al estudio más pormenorizado de las relaciones de complementariedad entre TIC, organización y cualificación, también se constituyen en importantes líneas de mejora, dan a esta investigación un carácter preeliminar y sugieren la continuación futura de este trabajo.

6. Bibliografía

- Albers, R.M. (2006): "From James Watt to wired networks: Technology and productivity in the long run", en Mas, M.; Schreyer, P. (dir.). *Growth, capital and new technologies*, Fundación BBVA, Bilbao, 93-112.
- Aghion, P., y Howitt P. (1998): *Endogenous Growth Theory*, MIT Press, Cambridge (MA).
- Arvanitis, S. (2005): "Computerization, workplace organization, skilled labour and firm productivity: Evidence for the Swiss business sector", *Economics of Innovation and New Technologies*, 14(4):225-249.
- Arvanitis, S. y Loukis, E.N. (2009): "Information and communication technologies, human capital, workplace organization and labour productivity: A comparative study based on firm-level data for Greece and Switzerland", *Information Economics & Policy*, 21(1):43-61.
- Atrostic, B.K. y Nguyen, S.V. (2005): "IT and productivity in US manufacturing: Do computers networks matter?", *Economic Enquiry*, 43(3):493-506.
- Badescu, M. y Garcés-Ayerbe, C. (2009). "The impact of information technologies on firm productivity: Empirical evidence from Spain", *Technovation*, 22(2):122-129.
- Banegas, J. (2008): "La importancia económica de las TIC", en Banegas, J. y Myro, R. (dir.). *Impacto de las tecnologías de la información en la economía española*, Thomson Civitas, Madrid, 23-53.
- Barro, R.J., Mankiw, N.G., y Sala-i-Martin, X. (1995): "Capital Mobility in Neoclassical Models of Growth", *American Economic Review*, 85(1):103-115.
- Bauer, T.K. y Bender, S. (2003): "Technological change, organizational change, and job turnover", *Labour Economics*, 11: 265-291.
- Becchetti, L., Londono, D.A. y Paganetto, L. (2003): "ICT investment, productivity and efficiency: Evidence at firm level using stochastic frontier approach", *Journal of Productivity Analysis*, 20:143-167.
- Black, S.E. y Lynch, L.M. (2001): "How to compete: The impact of workplace practices and information technology on productivity", *Review of Economics and Statistics*, 83(3):434-445.
- Black, S.E. y Lynch, L.M. (2004): "What's driving the new economy: The benefits of workplace innovation", *Economic Journal*, 114(493):97-116.
- Bloom, N., Draca, M., Kretschmer, T. y Van Reenen, J. (2005): "IT productivity spillovers and investment: Evidence from a panel of UK firms", *CEP Discussion Paper*, 675, Londres.
- Bresnahan, T.F., Brynjolfsson, E., y Hitt, L.M. (2002): "Information technology, workplace organization and the demand for skilled labor: A firm-level evidence", *Quarterly Journal of Economics*, 117(1):339-376.
- Brynjolfsson, E. y Hitt, L.M. (2000): "Beyond computation: Information technology, organizational transformation, and business performance", *Journal of Economic Perspectives*, 14(4):23-48.
- Brynjolfsson, E. y Hitt, L.M. (2003): "Computing productivity: firm-level evidence", *Review of Economics and Statistics*, 85(4):793-808.
- Brynjolfsson, E., Hitt, L. y Yang, S. (1998): "Intangible Assets: How the Interaction of Computers and Organization Structure Affects Stock Markets Valuations", *ICIS 1998 Proceedings*, 3.
- Bueno-Campos, E. (2002): "Globalización, sociedad red y competencia. Hacia un nuevo modelo de empresa", *Revista de Economía Mundial*, 7: 23-37.
- Camacho, J.A. y Rodríguez, M. (2005). "Servicios intensivos en conocimiento e innovación regional. Un análisis para las regiones europeas", *Investigaciones Regionales*, 7: 91-111.
- Camagni, R. y Capello, R. (2006): "Knowledge-based economy and knowledge creation: The role of space", en Fratesi, U. y Senn, L. (eds.). *The economics of interconnected territories*, Springer Verlag, Berlin.
- Capello, R. (2006): "La economía regional tras cincuenta años: Desarrollos teóricos recientes y desafíos futuros", *Investigaciones Regionales*, 9: 169-192.
- Capello, R., Camagni, R., Chizzolini, B. y Fratesi, U. (2008): *Modelling regional scenarios for the enlarged Europe. European Competitiveness and global strategies*, Springer, Berlin y Heidelberg.
- Caroli, E. y Van Reenen, J. (2001): "Skill biased organizational change? Evidence form a panel of British and French establishments", *Quarterly Journal of Economics*, 116(4):1449-1492.
- Casselli, F. y Coleman, J. (2001): "The U.S. Structural Transformation and Regional Convergence: A Reinterpretation", *Journal of Political Economy*, 109(3): 584-616.
- Casselli, F.; Tenreyro, S. (2004): "Is Poland the Next Spain", *Public Policy Discussion Papers 04-8*, Federal Reserve Bank of Boston, Boston (MA).
- Castells, M. (2000): *La era de la información. Vol. 1. La sociedad red*, 2ª edición, Alianza Editorial, Madrid.

- Castells, M. (ed.) (2004): *The Network Society. A Cross-cultural Perspective*, Edward Elgar, Cheltenham (Reino Unido) y Northampton (MA).
- Clayton, T., Sadun, R. y Farooqui, S. (2007): "IT investment, ICT use and UK firm productivity", en Woulters, T. (ed.). *Measuring the new economy. Statistics between Hard-Boiled indicators and intangible phenomena*, Statistics Netherlands y Elsevier, Amsterdam, 103-126.
- Cristini, A., Gaj, A., Labory, S. y Leoni, R. (2003): "Flat hierarchical structure, bundles of new work practices and firm performance", *Rivista Italiana degli Economisti*, 2:313-330..
- Draca, M., Sadun, R., y Van Reenen, J. (2007): "Productivity and ICT: A Review of the evidence", en Mansell, R. *et al. The Oxford handbook of information and communication technologies*, Oxford University Press, Oxford y Nueva York, 100-147.
- Erauskin-Iurrita, I. (2008): "The sources of economic growth in the Basque country, Navarre and Spain during the period 1986-2004", *Investigaciones Regionales*, 12: 35-58.
- Fagerberg, J. (2002): *Technology, Growth and Competitiveness*, Edward Elgar, Cheltenham y Northampton (MA)
- Fernández-Menéndez, J., López-Sánchez, J.I., Rodríguez, A. y Santulli, F. (2008): "Inversión y uso de las TIC e internet: el impacto sobre la productividad y la eficiencia técnica de las empresas españolas" en Berumen, S. y Arriaza, K. (ed.). *Evolución y desarrollo de las TIC en la economía del conocimiento*, Ecobook-Editorial del Economista, Madrid, 117-145.
- Ficapal, P. (2008): "TIC, canvi organitzatiu i qualificació del treball. Una aproximació empírica a les fonts de la productivitat del treball de l'empresa catalana", *Tesis doctoral*, Universidad Oberta de Catalunya, Barcelona.
- Greenan, N., L'Horty, Y. y Mairesse, J. (2002). *Productivity, inequality, and the digital economy. A transatlantic perspective*, MIT Press, Cambridge (MA).
- Gretton, P., Gali, J. y Parham, D. (2004): "The effects of ICTs and complementary innovations on Australia productivity growth", en OECD (ed.): *The Economic Impact of ICT: Measurement, Evidence and Implications*, OCDE, París.
- Grossman, G.M., y Helpman, E. (1991): *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT Press, Cambridge (MA).
- Hand, J. y Lev, B. (2003): *Intangible assets. Values, measures, and risks*, Oxford University Press, Oxford y Nueva York.
- Hempell, T. (2005): "Does experience matter? Innovations and the productivity of information and communication technologies in German services", *Economics of Innovation and New Technologies*, 14(4):277-303.
- Hempell, T. y Zwick, T. (2008): "New technology, work organization, and innovation", *Economics of Innovation and New Technologies*, 17(4):331-354.
- Hernando, I. y Núñez, S. (2004): "The contribution of ICT to economic activity: A growth accounting exercise with Spanish firm-level data", *Investigaciones Económicas*, 28(2):315-348.
- Jorgenson, D.W. y Vu, K. (2007): "Information technology and the World growth resurgence", *German Economic Review*, 8(2): 122-145.
- Jorgenson, D.W., Ho, M.S. y Stiroh, K.J. (2005): *Productivity. Volume 3. Information technologies and the American growth resurgence*, MIT press, Londres y Cambridge (MA).
- Jorgenson, D.W., Ho, M.S. y Stiroh, K.J. (2008): "A retrospective look at the US productivity growth resurgence", *Journal of Economic Perspectives*, 22(1): 3-24.
- Jovanovic, B. y Rousseau, P.L. (2006): "General Purpose Technologies" en Aghion, P. y Durlauf, S.N. (eds.). *Handbook of Economic Growth*, Elsevier North-Holland, Amsterdam, 1182-1226.
- Krugman, P. (1991): *Geography and trade*. MIT Press, Cambridge (MA).
- Krugman, P. (1995): "Growing World Trade: Causes and Consequences", *Brooking Papers on Economic Activity*, 1: 327-377.
- Krugman, P. y Venables, A. (1995): "Globalization and the inequality of nations", *Quarterly Journal of Economics*, 110: 857-880.
- Leoni, R. (ed.) (2008): *Economia dell'innovazione. Disegni organizzativi, pratiche lavorative e performance d'impresa*, Edizione FrancoAngeli, Roma.
- López-Sánchez, J.I. (2004): "¿Pueden las tecnologías de la información mejorar la productividad?", *Universia Business Review*, 1:82-95.
- López-Sánchez, J.I., Minguela, B., Rodríguez, A. y Santulli, F. (2006): "Is the internet productive? A firm-level analysis", *Technovation*, 26(7):821-826.
- Lundvall, B-A. y Maskell, P. (2000): "Nation status and economic development from national systems of production to national systems of knowledge creation and learning", en Clark, G.L, Feldman, M.P. y Gertler, M.S. (eds.). *The Oxford handbook of economic geography*, Oxford University Press, Oxford.
- Mas, M. y Quesada, J. (2005): *Las nuevas tecnologías y el crecimiento económico en España*, Fundación BBVA, Bilbao.
- Matteucci, N., O'Mahoney, M., Robinson, C. y Zwick, T. (2005): "Productivity workplace Performance and ICT: Evidence from Europe and the US", *Scottish Journal of Political Economy*, 52(3):359-386.
- Myro, R. y Velázquez, F.J. (2008): "El impacto de las tecnologías de la información sobre el crecimiento económico. La experiencia española", en Banegas, J. y Myro, R. (dir.). *Impacto de las tecnologías de la información en la economía española*, Thomson Civitas, Madrid, 57-100.

- Nickell, S.J. y Van Reenen, J. (2000): "Technological innovation and economic performance in the United Kingdom", *London School of Economics Working Paper*, 51, Londres.
- Núñez, S. (2001). "Las nuevas tecnologías y su contribución al crecimiento económico español", *Economía Industrial*, 304: 61-72.
- OCDE (2002): *OECD information technology outlook. ICTs and the information economy*, OCDE, París.
- OCDE (2003): *ICT and economic growth. Evidence from OECD countries, industries, and firms*, OCDE, París.
- Passinetti, L.L. (1989): *Cambio estructural y crecimiento económico*, Pirámide, Madrid.
- Pavitt, K. (1984): "Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory", *Research Policy*, 13(6): 343-373
- Pérez, F., Maudos, J., Pastor, J.M., y Serrano, L. (2006): *Productividad e internacionalización. El crecimiento español ante los nuevos cambios estructurales*, Fundación BBVA, Bilbao.
- Pilat, D. (2006): "The impacts of ICT on productivity growth: Perspectives from the aggregate, industry and firm level", en Mas, M. y Schreyer, P. (dir.): *Growth, capital and new technologies*, Fundación BBVA, Bilbao, 113-147.
- Quirós, C. y Rodríguez, D. (2008): "Efectos de la presencia en Internet sobre la eficiencia empresarial", en Banegas, J. y Myro, R. (dir.). *Impacto de las tecnologías de la información en la economía española*, Thomson Civitas, Madrid, 101-127.
- Reig, E. et al. (2007): *Competitividad, crecimiento y capitalización de las regiones españolas*, Fundación BBVA, Bilbao.
- Romer, P.M. (1990): "Endogenous Technical Change", *Journal of Political Economy*, 98(5): s71-s102.
- Rubalcaba-Bermejo, L. y Cuadrado-Roura, J.R. (2001): "Spain: Knowledge-intensive services. A paradigm of economic change" en Wood, P. (ed.). *Consultancy and innovation. The business service revolution in Europe*, Routledge, Londres.
- Solow, R.M. (1957): "Technical change and the aggregate production function", *Review of Economics and Statistics*, 39:312-320.
- Strambach, S. (1998): "Knowledge-intensive business services (KIBS) as an element of learning regions. The case of Baden-Württemberg", *38th Congress of the European Regional Science Association*, Viena.
- Torrent, J. (2004): *Innovació tecnològica, creixement econòmic i economia del coneixement*, Consejo de Trabajo, Económico y Social de Cataluña (CTESC), Generalitat de Catalunya, Barcelona.
- Torrent, J. (2008): "TIC, conocimiento y actividad económica. Hacia la economía del conocimiento" en Berumen, S. y Arriaza, K. (ed.): *Evolución y desarrollo de las TIC en la economía del conocimiento*, Ecobook-Editorial del Economista, Madrid, 35-74.
- Torrent, J. y Vilaseca, J. (2007): "The network company in Catalonia: ICT, productivity, competitiveness, wages and returns in Catalonia's firms", *Informe de investigación*, Universidad Oberta de Cataluña y Generalitat de Cataluña, Barcelona. Disponible en http://www.uoc.edu/in3/pic/eng/network_company.html.
- Torrent, J. y Ficapal, P. (2008): "TIC, organización y productividad del trabajo. Un análisis de las fuentes co-innovadoras de la eficiencia laboral en la empresa catalana" en Fundación SEPI (ed.). *Nuevas tecnologías, nuevos mercados de trabajo*, Mundi-Prensa y Fundación SEPI, 85-127.
- Torrent, J. et al. (2008): *La empresa red. Tecnologías de la información y la comunicación, productividad y competitividad*, Ariel, Barcelona.
- Trullén, J., Lladós, J. y Boix, R. (2002): "Economía del conocimiento, ciudad y competitividad", *Investigaciones Regionales*, 1: 139-161.
- Van Ark, B., Melka, J., Mulder, M., Timmer, M. y Ypma, G. (2003): *ICT investment and growth accounts for the European Union, 1980-2000*, DG Economics and Finance, European Commission, Bruselas.
- Vázquez-Barquero, A. (2007): "Desarrollo endógeno. Teorías y políticas de desarrollo territorial", *Investigaciones Regionales*, 11: 183-210.
- Venables, A.J. (2005): *Economic Geography, Spatial Interactions in the World Economy*, Oxford University Press, Oxford y Nueva York.
- Ventura, J. (1997): "Growth and Interdependence", *Quarterly Journal of Economics*, 112(1): 57-84.
- Vilaseca, J. y Torrent, J. (2004): *ICTs and transformation in Catalan Companies*, Centro de Innovación y Desarrollo Empresarial (CIDEM), Generalitat de Cataluña, Barcelona.
- Vilaseca, J. y Torrent, J. (2005): *Principios de Economía del Conocimiento. Hacia una economía global del conocimiento*, Pirámide, Madrid.
- Vilaseca, J. y Torrent, J. (2006): "TIC, conocimiento y crecimiento económico. Un análisis empírico, agregado e internacional sobre las fuentes de la productividad", *Economía Industrial*, 360:41-60.
- Vilaseca, J., Torrent, J. y Lladós, J. (2003): "Inversión en intangibles y competitividad internacional de la gran empresa española", *Estudios de Economía Aplicada*, 21(3): 503-520.
- Vilaseca, J., Torrent, J. y Jiménez, A.I. (2007): "ICT Use in Marketing as Innovation Success Factor: Enhancing Cooperation in New Product Development Process", *European Journal of Innovation Management*, 10(2):268-288.
- Wood, P. (2002). "Services and the new economy: an elaboration", *Journal of Economic Geography*, 2: 109-114.

Anexo 1. Aproximación conceptual y características de la muestra de empresas

El universo estadístico utilizado para esta investigación está integrado por todas las empresas que, independientemente del origen de su capital y la localización de su sede central, realizan parte o la totalidad de su actividad en Cataluña. Según el Directorio Central de Empresas (DIRCE) del INE en 2003 el número total de empresas que desarrollaban actividad en Cataluña era de 515.713. La muestra de empresas ha sido organizada a partir de dos grandes cuotas muestrales: el sector de actividad económica (actividad principal de la empresa) y el tamaño (número de trabajadores).

Por lo que se refiere al sector de actividad, y con el objetivo de captar el impacto distintivo de las fuentes co-innovadoras de la productividad en las grandes ramas de producción privada de la economía catalana, hemos realizado una segmentación a partir de la intensidad tecnológica en la industria y de la intensidad en conocimiento en los servicios. Es posible justificar esta segmentación a través de dos elementos. Primero, por una cuestión teórica. Como han señalado reiteradamente las investigaciones realizadas en el ámbito de la economía regional y la geografía de la innovación (Pavitt, 1984; Krugman, 1991; Krugman y Venables, 1995; Lundvall y Maskell, 2000), las economías dinámicas de aglomeración y los flujos de innovación en un territorio se establecen a partir de los spillovers de conocimiento y, en especial, del conocimiento tácito, difícilmente asimilable a larga distancia. Ante esta realidad, la clasificación tradicional de la actividad productiva, en especial en las actividades de servicios, no es capaz de captar con detalle las fuentes de la ventaja competitiva. En este contexto, han aparecido un conjunto de investigaciones (Strambach, 1998; Wood, 2002; OCDE, 2002) que proponen una clasificación de la actividad productiva en función de la intensidad tecnológica en la industria (intensidad de I+D en el valor final de la producción) y, especialmente, en función de la intensidad de uso del conocimiento en las actividades de servicios (uso de tecnología incorporada, intensidad en I+D y cualificación del trabajo), o servicios intensivos en conocimiento (*Knowledge Intensive Services*, KIS). Precisamente, esta aproximación, ya contrastada empíricamente en el contexto español en otros trabajos para el ámbito regional (Camacho y Rodríguez, 2005), sectorial (Rubalcaba-Bermejo y Cuadrado-Roura, 2001) y urbano (Trullén *et al.*, 2002) será el que utilizaremos en esta aproximación empresarial.

Segundo, por una cuestión empírica. Ya hemos señalado que el principal objetivo de la investigación es el análisis de las fuentes co-innovadoras de la productividad empresarial para el conjunto de un tejido productivo, en nuestro caso el de Cataluña. En este sentido, la aproximación realizada obtiene

representatividad estadística global (margen de error de $\pm 2,2$) y parcial (márgenes de error inferiores a $\pm 5,7$) para seis grandes ramas de actividad, en función de la aproximación sectorial definida y las características intrínsecas (número de empresas por actividad de origen) del tejido productivo en Cataluña. En primer lugar, para la industria de la información, el núcleo digital de la economía del conocimiento. Esta gran rama de actividad agrupa al sector TIC (equipos y servicios informáticos, telecomunicaciones, microelectrónica y optoelectrónica); al sector de la formación; la investigación, el desarrollo y la innovación; y a la industria de los contenidos digitales. En segundo lugar, para la industria de baja tecnología. Agrupa a las industrias extractivas; alimentación, bebidas y tabaco; textil, cuero y calzado; madera, papel y muebles; otras manufacturas y reciclaje; al sector primario; y a las actividades de construcción. En tercer lugar, para la industria de media tecnología. Agrupa al sector metalúrgico; productos metálicos; energía y agua; caucho, plásticos, vidrio y fabricación de materiales de construcción; y construcción naval. En cuarto lugar, para la industria de alta tecnología. Agrupa a la fabricación de aeronaves y naves espaciales; productos farmacéuticos; equipos médicos y ópticos; maquinaria; equipos eléctricos; material de transporte; y a la industria química. En quinto lugar, los servicios menos intensivos en conocimiento. Esta gran rama de actividad agrupa a la actividad comercial (por mayor y detalle); hoteles y restauración; transportes y actividades postales; y otros servicios (personales, limpieza, seguridad, etc.). Finalmente, y en sector lugar, la rama de los servicios intensivos en conocimiento. Agrupa a las actividades de intermediación financiera, seguros e inmobiliarias; los servicios a la empresa; los servicios sociales y de salud; y a las actividades de asociaciones. En el cuadro 5 se presentan los códigos de la Clasificación Catalana de Actividades Económicas (CCA-93) a tres dígitos, su correspondencia con la agrupación realizada, el universo de empresas, la muestra original y los márgenes de error.

Por lo que se refiere al tamaño empresarial, y nuevamente con el objetivo de captar la realidad del conjunto productivo en Cataluña, se ha realizado una segmentación por dimensión (número de trabajadores) que contempla la riqueza de su estructura empresarial, con una presencia masiva de empresas de dimensión reducida que coexiste con un tejido importante de empresas de gran dimensión. Igual que en la aproximación sectorial, el cuadro 6 presenta la descripción de las cuotas muestrales, su universo, muestra y márgenes de error (inferiores a $\pm 5,5$). En el cuadro 7 se presenta la muestra de empresas cruzando las cuotas sectoriales y de dimensión.

Cuadro 5. Características sectoriales del universo y la muestra de empresas de la investigación.

Código CCAE-93 Rev. 3.1	Descripción	Ramas de actividad por intensidad tecnológica y en conocimiento	Universo	Muestra	Margen de error
300, 313, 321, 322, 323, 332, 333					
642, 721, 722, 723, 724, 725, 726	Sector TIC		7.848	95	
801, 802, 803, 804	Educación		5.027	34	
731, 732	I+D+i		3.466	10	
221, 222, 223, 920, 921, 922, 923					
924, 925, 926, 927	Contenidos digitales		16.363	190	
		Industria de la información	32.704	329	± 5,49
101, 102, 103, 111, 112, 120, 121					
131, 132, 141, 142, 143, 144, 145	Actividades extractivas		268	13	
151, 152, 153, 154, 155, 156, 157					
158, 159, 160	Alimentación, bebidas y tabaco		4.113	42	
171, 172, 173, 174, 175, 176, 177					
181, 182, 183, 191, 192, 193	Textil, cuero y calzado		10.445	68	
201, 202, 203, 204, 205, 211, 212					
361	Madera, papel y muebles		7.930	20	
362, 363, 364, 365, 366, 371, 372	Otras manufacturas y reciclaje		1.594	13	
011, 012, 013, 014, 015, 020, 050	Sector primario		873	8	
451, 452, 453, 454, 455, 456	Construcción		64.827	154	
		Industria de baja tecnología	90.050	319	± 5,60
271, 272, 273, 274, 275	Metalurgia		434	14	
281, 282, 283, 284, 285, 286, 287	Productos metálicos		10.346	187	
231, 232, 233, 401, 402, 403, 410	Energía y agua		331	5	
251, 252, 261, 262, 263, 264, 265	Caucho, plástico				
266, 267	vidrio y materiales construcción		3.424	103	
351	Construcción naval		290	5	
		Industria de media tecnología	14.825	314	± 5,58
353, 623	Aeronaves y naves espaciales		17	-	
242, 244	Productos farmacéuticos		244	37	
331, 334, 335	Equipos médicos y ópticos		954	23	
291, 292, 293, 294, 295, 296, 297	Maquinaria		4.692	93	
311, 312, 314, 315, 316	Equipos eléctricos		924	42	
341, 342, 343, 352, 354, 355	Material de transporte		716	25	
240, 241, 243, 245, 246, 247	Industria química		1.106	80	
		Industria de alta tecnología	8.650	300	± 5,67
500, 501, 502, 503, 504, 505, 511					
512, 513, 514, 515, 516, 517, 521	Actividad comercial				
522, 523, 524, 525, 526, 527	(por mayor y detalle)		141.479	310	
550, 551, 552, 553, 554, 555, 633	Hoteles y restaurantes		42.625	28	
601, 602, 603, 611, 612, 621, 622	Transportes y				
631, 632, 634, 640, 641	actividades postales		43.173	46	
711, 712, 713, 714, 746, 747, 748	Otros servicios				
900, 930	(personales, limpieza, seguridad, etc.)		40.182	47	
		Servicios menos intensivos en conocimiento	267.459	431	± 4,82
650, 651, 652, 660, 671, 672, 700	Intermediación financiera				
701, 702, 703	seguros y act. Inmobiliarias		29.127	137	
741, 742, 743, 744, 745	Servicios a la empresa		46.882	148	
851, 852, 853	Servicios sociales y de salud		24.723	53	
911, 912, 913	Actividades de asociaciones		753	7	
		Servicios intensivos en conocimiento	101.485	345	± 5,38
Total			515.173	2.038	± 2,22

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 6. Características de dimensión del universo y la muestra de empresas de la investigación.

Número de trabajadores	Descripción	Universo	Muestra	Margen de error
De 1 a 5 trabajadores	Microempresa	453.789	335	± 5,46
De 6 a 9 trabajadores	Pequeña empresa	26.587	352	± 5,29
De 10 a 19 trabajadores	Pequeña empresa	18.511	445	± 4,68
De 20 a 99 trabajadores	Mediana empresa	13.932	546	± 4,20
100 o más trabajadores	Gran empresa	2.345	360	± 4,85
Total		515.173	2.038	± 2,22

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 7. Muestra cruzada de empresas por sector de actividad y dimensión.

Sector/Número de trabajadores	5 o menos	De 6 a 9	De 10 a 19	De 20 a 99	100 o más	Total
Industria de la información	65	54	68	79	63	329
Industria de baja tecnología	34	56	78	107	44	319
Industria de media tecnología	45	39	83	112	35	314
Industria de alta tecnología	35	30	61	92	82	300
Servicios menos intensivos en conocimiento	98	110	104	62	57	431
Servicios intensivos en conocimiento	58	63	51	94	79	345
Total	335	352	445	546	360	2.038

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, y con el objetivo de conseguir un fiel retrato de la realidad de las empresas en Cataluña, la muestra se ha reequilibrado a partir de la elaboración de un factor de ponderación que otorga el peso real que debería tener cada cuota empresarial respecto a las encuestas finalmente realizadas. En el caso del factor de ponderación utilizado en esta investigación, éste se obtiene a través de la división de la proporción de empresas según la distribución interna por sectores de actividad en cada tramo de dimensión que nos marca el universo de empresas por la proporción de empresas entrevistadas según la distribución de sectores para cada cuota de dimensión (cuadro 8).

Cuadro 8. Factor de ponderación por cuota de dimensión.

Sector/Número de trabajadores	5 o menos	De 6 a 9	De 10 a 19	De 20 a 99	100 o más
Industria de la información	0,30053853	0,56604514	0,69609247	0,93114295	0,80592305
Industria de baja tecnología	1,60239023	1,55210119	1,64448436	1,41231777	1,71004866
Industria de media tecnología	0,16400158	0,56624550	0,47442322	0,46713501	0,81708945
Industria de alta tecnología	0,16619718	0,35040684	0,34680310	0,48604558	0,60799470
Servicios menos intensivos en conocimiento	1,83344336	1,49883778	1,49300780	2,85520686	1,71712203
Servicios intensivos en conocimiento	1,20447081	0,63949143	1,05020756	0,50280389	0,72981083

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Análisis de multicolinealidad

Cuadro 9. Matriz de correlaciones entre la productividad aparente del trabajo y sus determinantes en el modelo básico. 2003

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
PTAL																
GASTINT	0,826															
ACTIVO	0,647	0,600														
INNOV	-0,011	0,021	0,005													
AUTON	0,025	-0,004	0,014	-0,040												
INTERC	-0,011	-0,053	-0,033	0,016	-0,059											
ORGPROC	0,025	-0,023	-0,009	-0,017	-0,032	-0,091										
FTEC	-0,067	-0,057	0,041	0,183	-0,037	0,108	0,056									
FREG	0,118	0,005	0,116	0,151	-0,013	0,075	0,026	-0,067								
COMPTIC	0,096	0,091	0,032	0,270	-0,035	0,122	0,040	-0,085	0,063							
ROP	0,010	0,053	0,015	0,253	0,098	0,093	-0,077	0,032	0,154	0,164						
COMELEC	-0,032	-0,008	0,057	0,065	0,175	-0,003	-0,096	0,022	0,000	0,041	0,083					
EQUIPINT	-0,017	0,011	0,126	0,344	-0,052	0,061	-0,037	0,185	0,196	0,281	0,049	0,003				
SEGURID	0,185	0,184	0,109	0,014	0,055	0,137	-0,051	0,081	-0,008	0,113	-0,044	0,000	0,056			
FLEXJORN	0,042	-0,019	0,082	-0,068	-0,034	-0,070	0,040	0,007	0,127	-0,161	-0,096	-0,016	-0,118	-0,180		
REMUN	0,011	-0,012	0,114	0,107	-0,036	0,073	0,016	0,110	0,296	-0,046	0,154	0,036	0,183	-0,018	0,020	
CULTORG	0,145	0,089	0,103	0,500	0,141	-0,054	0,027	0,056	0,056	0,103	0,096	0,144	0,099	-0,005	-0,077	-0,053

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 10. Matriz de correlaciones entre la productividad aparente del trabajo y sus determinantes en el modelo compacto. 2003

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PTAL												
GASTINT	0,826											
ACTIVO	0,647	0,600										
REMUN	0,011	-0,012	0,114									
CULTORG	0,145	0,089	0,103	-0,053								
SEGURID	0,185	0,184	0,109	-0,018	-0,005							
FLEXJORN	0,042	-0,019	0,082	0,020	-0,077	-0,180						
SORG	0,079	-0,035	-0,003	0,066	0,080	0,094	-0,050					
STIC	-0,022	0,031	0,112	0,210	0,186	0,009	-0,130	0,051				
SCUALIF	0,087	0,023	0,112	0,211	0,129	0,112	-0,018	0,143	0,364			
SORGTIC	-0,027	-0,015	-0,060	0,069	-0,033	0,076	0,056	-0,153	0,103	0,030		
SORGCUALIF	0,030	0,066	-0,013	-0,038	0,135	-0,100	-0,014	-0,576	0,033	-0,037	0,160	
STICCUALIF	-0,082	-0,011	-0,101	-0,056	-0,147	-0,044	0,109	0,011	-0,271	-0,353	0,225	0,014

Fuente: Elaboración propia.