

## ¿Nuevas fuentes co-innovadoras de la productividad empresarial?

Joan Torrent-Sellens\*\* y Pilar Ficapal-Cusi\*\*

### Resumen

La crisis económica actual ha acentuado la necesidad de transformar el patrón de crecimiento de muchas economías en todo el mundo. En el proceso de transición hacia la economía global del conocimiento, las fuentes de productividad pivotan desde los modelos competitivos extensivos (acumulación de recursos productivos) hacia los modelos competitivos intensivos (innovación). En sintonía con la evidencia internacional, en este artículo se analizan las nuevas fuentes co-innovadoras (**usos de las Tecnologías de la Información y Comunicación –TIC-**, nuevas formas de organización del trabajo y cualificación de los trabajadores) de la productividad empresarial para todo un tejido productivo. El conjunto del sistema empresarial en Cataluña (región del norte de España) 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 y capacitación del trabajo, unos usos de las TIC mejorables y con importantes problemas de eficiencia y competitividad. Sin duda, esta es también la situación en otros territorios de la economía mundial, con lo que la metodología de análisis y los resultados obtenidos pueden ser útiles para la investigación y la promoción de las nuevas fuentes de la eficiencia y el crecimiento empresarial en otros países, regiones, sectores de actividad y grupos de empresas en todo el mundo. Los resultados obtenidos nos sugieren que para la gran mayoría de empresas catalanas no se ha encontrado evidencia que corrobore la existencia de nuevas fuentes de productividad y, por consiguiente, certifican su inadaptación para la competencia en los mercados globales del conocimiento.

**Palabras clave:** Usos TIC; **intensidad en tecnología y conocimiento**; cualificación del trabajo; nuevas formas de organización del trabajo; **fuentes co-innovadoras de la productividad empresarial**.

**Código JEL:** J24; L22; O32

### New co-innovatives sources of firm's productivity?

#### Abstract

The current economic crisis has highlighted the need to transform the growth pattern of many economies around the world. In the transition process towards the global knowledge economy, the sources of productivity pivoting from extensive competitive models (accumulation of productive resources) to intensive competitive models (innovation). In line with international evidence, this article analyzes the new co-innovative (**Information and Communication Technologies –ICT- uses**, new forms of work organization, and skilled labour) firm's productivity sources for a whole productive network. The overall productive network in Catalonia (Northern Spain region) has certain specific features, with smaller-sized companies, low intensively use of technology and knowledge, low innovation performance, low level of job training, a deficient level of IT use, and serious problems of efficiency and competitiveness. This is also the situation in other world regions; therefore the methodology and results obtained from this analysis may be valid to research and promote new sources of efficiency and business growth in other countries, regions, sectors and groups of companies around the world. The results suggest that for the vast majority of Catalan firms has not found evidence to corroborate the existence of new firm's productivity sources and, hence, certify their unsuitability for competition in knowledge global markets.

**Keywords:** ICT uses; **knowledge and technology intensity**; skilled labour; new forms of work organisation; **new co-innovation firm's productivity sources**.

---

\*\* Ph D. Joan Torrent-Sellens. Professor. Department of Economics and Business. Open University of Catalonia (UOC). Barcelona, 08035, Spain. Phone: 34-932542120. Fax: 34-934176495. E-mail: [jtorrent@uoc.edu](mailto:jtorrent@uoc.edu).

\*\* Ph D. Pilar Ficapal-Cusi. Professor. Department of Economics and Business. Open University of Catalonia (UOC). Barcelona, 08035, Spain. Phone: 34-932542104. Fax: 34-934176495. E-mail: [pficapal@uoc.edu](mailto:pficapal@uoc.edu).

## 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 la española, 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 economías del planeta no son las más adecuadas para la competencia en los mercados de la economía global del conocimiento (Torrent y Vilaseca, 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, el crecimiento económico cuenta con dos fuentes básicas: la inversión en factores productivos (capital físico, humano, tecnológico y organizativo, principalmente) y la innovación, o eficiencia con que se combinan estos factores (Vilaseca y Torrent, 2006). 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 productividad del sistema productivo (combinaciones más eficientes de los factores productivos) el modelo de crecimiento se convierte en intensivo y, por consiguiente, en sostenible en el largo plazo (Jorgenson *et al.*, 2005; Mas y Quesada, 2005; Torrent, 2006). 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.

Así pues, la investigación sobre la productividad y sus fuentes es esencial para determinar el futuro del crecimiento económico y la ventaja competitiva de cualquier economía y, por descontado, de cualquier tejido empresarial. En este artículo se propone un análisis empírico sobre las nuevas fuentes co-innovadoras de la eficiencia empresarial. Por nuevas fuentes co-innovadoras de la eficiencia se entiende el establecimiento de relaciones de complementariedad (co-innovación) entre el uso de las TIC, las nuevas formas de organización del trabajo y la cualificación de los empleados en la explicación de la productividad

empresarial (Bresnahan *et al.*, 2002; Arvanitis, 2005; Pilat, 2006). Por uso empresarial de las TIC (innovación digital), se entiende la utilización del conjunto convergente de tecnologías digitales de microelectrónica, informática (hardware y software), telecomunicaciones (en especial, Internet y la telefonía móvil), optoelectrónica, nanotecnología y biotecnología por parte de los elementos de valor de la actividad empresarial (Vilaseca y Torrent, 2005; Torrent *et al.*, 2008). Por nuevas formas de organización del trabajo (innovación en el puesto de trabajo) se entiende la estructura organizativa y de la producción que, superando los esquemas clásicos del taylorismo y la burocracia, introduce la descentralización y autonomía en la toma de decisiones, y la dilución de la jerarquía, como elementos de ventaja competitiva en las empresas (Black y Lynch, 2001; Brynjolfsson y Hitt, 2003).

Después de esta breve introducción, **se aborda** la nueva evidencia empírica disponible sobre los determinantes de la productividad, **se plantean** los objetivos y las hipótesis del trabajo, y **se explican** los resultados de un análisis realizado para el caso concreto del tejido empresarial en Cataluña (región avanzada del norte de España, con capital en Barcelona y que supone cerca del 20% del PIB español).

La disposición de una base de datos para una muestra representativa de 1.283 empresas en Cataluña es especialmente útil para **el propósito de la investigación**. Al menos por dos razones. En primer lugar, por que la información disponible **permite** analizar al conjunto de fuentes co-innovadoras de la productividad para todo un tejido empresarial, con empresas y actividades de producción muy heterogéneas. Y, en segundo lugar, por que los resultados obtenidos son en buena medida extrapolables. El conjunto del sistema empresarial en Cataluña presenta unas características intrínsecas muy definidas, como la presencia mayoritaria de empresas de dimensión reducida, débilmente innovadoras, con un bajo nivel de formación y capacitación del trabajo, unos usos de las TIC **claramente** mejorables, y con importantes problemas de eficiencia y competitividad.

**Además, la mayoría del tejido productivo en Cataluña muestra baja intensidad en: i) la utilización de la tecnología por parte de la actividad industrial; y ii) el uso del conocimiento por parte de la actividad de servicios. Esta aproximación a la actividad económica, alternativa a la clasificación tradicional, nos permite captar con detalle las nuevas fuentes de la ventaja competitiva en la economía del conocimiento. En este contexto, varias y contratadas investigaciones (Wood, 2002; OCDE, 2002) proponen una nueva clasificación de la actividad productiva**

en función de: i) la intensidad tecnológica en la industria (intensidad de I+D sobre el valor final de la producción); y ii) la intensidad de uso del conocimiento en las actividades de servicios (intensidad de uso de la tecnología incorporada, intensidad en I+D y cualificación del trabajo sobre el valor final de la producción). El grado de utilización de la tecnología define la intensidad tecnológica en la industria, y el grado de utilización del conocimiento define la intensidad en conocimiento de los servicios.

Este grupo mayoritario de empresas convive con la presencia de grandes empresas, más modernas pero menos flexibles, con cuotas de mercado muy relevantes y un importante grado de apertura internacional (Vilaseca y Torrent, 2004).

Sin duda, esta es también la situación en otros territorios de la economía mundial, con lo que la metodología de análisis y los resultados obtenidos pueden ser útiles para la investigación y la promoción de las nuevas fuentes de la eficiencia y el crecimiento empresarial en otros países, regiones, sectores de actividad y grupos de empresas en todo el mundo. Cierran el artículo las principales conclusiones obtenidas, la discusión de los resultados y algunas implicaciones prácticas para la toma de decisiones en la empresa.

## **2. TIC, co-innovación y productividad empresarial: evidencia empírica**

El análisis del impacto de las TIC sobre la eficiencia empresarial pone de relieve que las tasas de retorno de la inversión digital son relativamente más elevadas que las realizadas en otros componentes físicos cuando ésta se acompaña con otros esfuerzos co-innovadores, generalmente, la mejora del capital humano y el cambio en las estructuras organizativas (Brynjolfsson y Hitt, 2000, 2003; OCDE, 2003; Fuentelsaz *et al.*, 2005). Así pues, se puede afirmar que, en la actualidad, buena parte de la explicación de la eficiencia empresarial depende de la dotación de los factores productivos y la eficiencia con que se combinan, de las mejoras en la calidad de los recursos humanos y de la relación entre el uso de las TIC y la organización del trabajo (Pilat, 2006).

En este contexto, un conjunto de trabajos han contrastado las relaciones de causalidad entre la innovación en el puesto de trabajo, la cualificación de los empleados, y la inversión y uso de las TIC en la explicación de la productividad para diferentes grupos de empresas en todo el mundo (Draca *et al.*, 2007),

causalidad que también ha sido evidenciada en otras investigaciones para el rendimiento o el éxito empresarial (Piñeiro, 2006; Gargallo y Galve, 2007).

En una investigación de referencia para la industria manufacturera de EE.UU., Black y Lynch (2001; 2004) certifican la importancia decisiva de las TIC y los sistemas de innovación en el puesto de trabajo, en especial la que se realiza en establecimientos con presencia de sindicatos que protegen la seguridad del trabajo, en la explicación de la eficiencia empresarial.

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 del 7% superior a las empresas que no innovan en estos aspectos. Además, **sí la innovación digital y la organizativa no actúan coordinadas y en la misma dirección el impacto sobre la productividad empresarial es prácticamente nulo**. 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, 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 del 3,7% sobre la productividad del trabajo en aquellas empresas que se usan intensivamente las redes informáticas y de telecomunicaciones.

Por otra parte, y 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 innovación y la cualificación del puesto de trabajo, el uso de las TIC y la eficiencia empresarial en otros territorios y grupos de empresas. En Australia, Gretton *et al.* (2004) encuentran un impacto positivo de los usos empresariales de las TIC 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) se evidencia que 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 hacia 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 en diversa intensidad. Los impactos más relevantes se producen en las empresas multinacionales y en la **industria intensiva en el uso de las TIC**. 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 TIC requerirían cambios en la organización 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 dónde 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 incide 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 del trabajo, pero claramente inferior al efecto del indicador conjunto de usos TIC y de 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 reciente trabajo comparativo para empresas suizas y griegas, Arvanitis y Loukis (2009) certifican la importancia de la**

inversión en capital físico, humano, TIC 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 co-innovación TIC y organizativa; aunque, nuevamente, sólo se encuentra evidencia de las relaciones de complementariedad en la explicación de la eficiencia laboral en el terreno de la combinación 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) el uso de las TIC como factor de producción ha tenido una contribución positiva y significativa en la explicación del crecimiento de la facturación y la productividad empresarial (cercana a una tercera parte del total); y b) que esta contribución ha sido superior a partir de la segunda mitad de la década de los noventa. Otros trabajos (López-Sánchez, 2004; López-Sánchez *et al.*, 2006) también 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 el trabajo sugiere un largo camino por recorrer en las mejoras de eficiencia de la empresa española. En este sentido, Fernández *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.

### 3. Objetivos e hipótesis de trabajo

Se acaba 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. En este sentido, durante los últimos años han aparecido un conjunto de trabajos empíricos que abordan el análisis de los nuevos determinantes de la productividad empresarial. En concreto, y para amplios

conjuntos de empresas en todo el mundo, estos trabajos se preguntan por el impacto sobre la eficiencia de: a) la inversión y el uso de las TIC; b) el establecimiento de prácticas innovadoras complementarias, en especial, las nuevas formas de organización del trabajo, la calidad del capital humano y la estructura de las relaciones laborales; y c) la existencia de relaciones de complementariedad (co-innovación) entre las TIC, las nuevas arquitecturas organizativas y la capacitación del trabajo.

Aunque la heterogeneidad de las 15 investigaciones revisadas en el ámbito internacional sugiere a comparar con cierta cautela, es posible llegar a un conjunto de tres conclusiones tentativas en relación al impacto individual y colectivo (co-innovación) de las nuevas fuentes de eficiencia empresarial. En primer lugar, la mayoría de investigaciones analizadas (12) captan un efecto positivo de la inversión y el uso de las TIC sobre la productividad empresarial del trabajo. Del mismo modo, las 6 investigaciones que consideran a las nuevas arquitecturas organizativas como fuente de eficiencia empresarial obtienen resultados positivos y significativos. En segundo lugar, y por el contrario, la evidencia relativa al impacto sobre la eficiencia de la calidad del capital humano es mixta, puesto que algunos trabajos (5 en concreto) encuentran una relación significativa y positiva, mientras que otros (4 investigaciones) no encuentran significatividad en este componente. Y, en tercer lugar y en relación a las relaciones de complementariedad (co-innovación), todo parece indicar que se distinguen dos patrones de influencia. En los trabajos para EE.UU. y Australia se encuentran relaciones de complementariedad en la explicación de la productividad empresarial entre: i) el cambio organizativo y las TIC; y ii) la cualificación del empleo y las TIC. En cambio, en los trabajos realizados en el ámbito europeo la mayoría de interacciones encontradas en la explicación de la productividad empresarial del trabajo tienen su origen en la complementariedad entre la cualificación del trabajo y las TIC. En este sentido, cabe señalar que la incidencia sobre la productividad empresarial de los procesos de co-innovación, captados a través del establecimiento de conjuntos de relaciones de complementariedad entre las TIC, el cambio organizativo y la calidad del trabajo, está más desarrollada en las empresas del ámbito de EE.UU. y Australia, que en las empresas del ámbito europeo.

En lo referente a las investigaciones revisadas para el ámbito español (4 trabajos), y su comparación con los resultados obtenidos en el contexto internacional, algunas consideraciones. Primera, la evidencia relativa al impacto sobre la productividad de la inversión y el uso de las TIC es mixta. Aunque

algunas investigaciones concluyen un efecto moderadamente favorable, la introducción de variables específicas que consideran la estructura de la empresa y el paso del tiempo, corrigen este impacto, ya de por sí modesto. Así pues, en España no se corrobora un impacto muy relevante de las TIC sobre la productividad empresarial. Segunda, la inexistencia de investigaciones, que capturen el impacto de los procesos de co-innovación sobre la productividad de la empresa, nos impide la comparación internacional.

Precisamente, y con los objetivos de: 1) contrastar cuál ha sido el papel de las nuevas fuentes explicativas de la productividad para el caso concreto de la empresa catalana; y 2) discutir los resultados obtenidos en comparación con la evidencia disponible, se propone un análisis de relación causal, con las siguientes dos hipótesis de trabajo:

- Primera hipótesis. *El establecimiento de: a) conjuntos de prácticas de usos TIC, nuevas formas organizativas, y la cualificación del empleo; b) relaciones de complementariedad entre los componentes TIC, organizativos y de cualificación (co-innovación); c) unas relaciones laborales, basadas en la seguridad en el trabajo y la flexibilidad de la jornada; y d) la presencia de una cultura organizativa innovadora, son determinantes en la explicación de la productividad del trabajo en las empresas.*

- Segunda hipótesis. *En las empresas ubicadas en las ramas de actividad industrial que usan más intensivamente la tecnología y en las ramas de servicios intensivas en conocimiento, las nuevas fuentes co-innovadoras determinan un impacto sobre la productividad del trabajo superior al de las empresas ubicadas en las ramas de actividad industrial menos intensivas en tecnología y en las ramas de servicios menos intensivas en conocimiento.*

## **4. Las nuevas fuentes co-innovadoras de la productividad: una aproximación empírica**

### **4.1. Modelo a contrastar**

Con el objetivo de contrastar empíricamente el impacto de las nuevas fuentes co-innovadoras sobre la productividad empresarial, la literatura internacional ha utilizado una ampliación de los modelos tradicionales de contabilidad del

crecimiento que, a partir de una función de producción, relacionan la acumulación de factores productivos (capital por trabajador o intensificación del capital) y la eficiencia con que se combinan (productividad total de los factores) con la productividad del trabajo. La ampliación de los modelos tradicionales consiste en incorporar las fuentes de co-innovación al componente de eficiencia de la función de producción planteada. Ésta es una aportación relevante, puesto que en el análisis de los determinantes de productividad se utilizan indicadores compuestos de usos TIC, organización y cualificación del trabajo, así como sus relaciones de complementariedad. Ello nos permite considerar elementos que van más allá de la pura inversión en capital y que contemplan el uso y la transformación efectiva de la actividad empresarial. Por ejemplo, en el caso de las TIC, la inversión en estas tecnologías no es señal inequívoca de mejoras de eficiencia. Para que éstas se produzcan, los productos y servicios TIC deben ser efectivamente utilizados, lo que se captura a partir de indicadores de uso. En este sentido, para optimizar su efectividad los indicadores de uso deben ser tratados desde una perspectiva sistémica. Es decir, deben utilizarse como un conjunto de prácticas conjuntas e ir más allá de la pura consideración de indicadores individuales. De ahí, la utilización de técnicas estadísticas de reducción de datos (análisis factorial) y la construcción de indicadores compuestos (análisis clúster) a partir de estos factores (sistemas de prácticas conjuntas y relaciones de complementariedad o co-innovación).

Para el contraste de las hipótesis de investigación se utilizará un modelo explicativo que recoge el impacto sobre la productividad empresarial del trabajo de: a) el capital físico productivo; b) las nuevas formas de organización del trabajo; c) la cualificación de los empleados; d) los equipos y usos de las TIC; e) las relaciones de co-innovación entre las TIC, la nueva arquitectura organizativa y la cualificación del trabajo; f) las relaciones laborales; y g) la cultura organizativa innovadora. Para llegar a la especificación de este modelo, se parte de una función de producción empresarial, que cumple los supuestos clásicos de concavidad (productos marginales crecientes, 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  $i$ ;  $A_i$  es el indicador de eficiencia (productividad total de los factores) de la actividad en 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  $i$ ,  $l_i$  es la dotación de gastos de producción (gastos intermedios) de la empresa  $i$ ; y  $\alpha$ ,  $\gamma$ , y  $\mu$  representan las elasticidades del capital físico productivo, el trabajo y los gastos intermedios sobre el nivel de facturación de la empresa  $i$ . Precisamente, y siguiendo la literatura al uso (Clayton *et al.*, 2007), es en este indicador de eficiencia dónde se incorporaran las variables de las hipótesis de co-innovación. En este término se recogen los impactos, conjuntos y complementarios, de la innovación empresarial no asociados directamente con los factores de producción.  $A_i$  toma la forma funcional presentada en la expresión 2:

$$A_i = \exp(\delta_0 + \delta_1 \text{SORG}_i + \delta_2 \text{SCUALIF}_i + \delta_3 \text{STIC}_i + \delta_4 \text{RLAB}_i + \delta_5 \text{CULTORG}_i + \delta_6 \text{SORGTIC}_i + \delta_7 \text{SORGCUALIF}_i + \delta_8 \text{STICQUALIF}_i) \quad (2)$$

Dónde,  $\text{SORG}_i$ ,  $\text{SCUALIF}_i$  y  $\text{STIC}_i$  representan a los sistemas de prácticas organizativas, de cualificación y de usos TIC de la empresa  $i$ ;  $\text{RLAB}_i$  y  $\text{CULTORG}_i$  representan a las variables individuales relativas a las relaciones laborales y la cultura organizativa innovadora de la empresa  $i$ ; y  $\text{SORGTIC}_i$ ,  $\text{SORGCUALIF}_i$ , y  $\text{STICQUALIF}_i$  representan la combinación de los sistemas organizativo y uso TIC, organizativo y de cualificación, y de uso TIC y cualificación de la empresa  $i$ .  $\delta_i$ , para  $i=0..8$ , representan las elasticidades (coeficientes) de los distintos componentes explicativos del indicador de eficiencia.

Tomando logaritmos, expresando la ecuación (1) en términos de productividad del trabajo, incorporando las especificaciones planteadas para el indicador de eficiencia empresarial, y renombrando los coeficientes a estimar, ya se está en disposición de plantear la ecuación básica a contrastar. En efecto, en el modelo, los determinantes de la productividad empresarial del trabajo se presentan en la expresión 3:

$$\ln Y_i - \ln L_i = \beta_0 + \beta_1 (\ln KP_i - \ln L_i) + \beta_2 (\ln l_i - \ln L_i) + \beta_3 \text{SORG}_i + \beta_4 \text{SCUALIF}_i + \beta_5 \text{STIC}_i + \beta_6 \text{RLAB}_i + \beta_7 \text{CULTORG}_i + \beta_8 \text{SORGTIC}_i + \beta_9 \text{SORGCUALIF}_i + \beta_{10} \text{STICQUALIF}_i \quad (3)$$

Dónde,  $\beta_i$ , para  $i=0..10$ , representan las elasticidades (coeficientes) de los distintos componentes explicativos de la productividad empresarial.

## 4.2. 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). Esta investigación, que analiza las

transformaciones de los resultados empresariales en Cataluña a raíz de los usos de las TIC, 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 (realizan su actividad en Cataluña). El trabajo de campo se realizó entre los meses de enero y mayo de 2003. En función de los requerimientos del trabajo de investigación, la muestra inicial fue reducida y ponderada, nuevamente, para un conjunto de 1.238 empresas.

Por lo que respecta a la variable dependiente, la productividad empresarial del trabajo (PTL), ésta ha sido aproximada a través del logaritmo la cifra de ventas de la empresa dividida por el número de trabajadores equivalentes a tiempo completo. El numerador de este ratio se ha construido a partir de la información disponible en la cuenta de pérdidas y ganancias de la empresa (cifra de ventas). El denominador se ha construido considerando la participación del trabajo a tiempo completo y a tiempo parcial en la empresa, y expresando el número de trabajadores en términos equivalentes a tiempo completo.

Por lo que se refiere a las variables independientes, se ha procedido como sigue. En primer lugar, se ha recogido un indicador del gasto intermedio de explotación de la empresa, necesario para la conversión en valor añadido del indicador de ventas utilizado para captar el numerador del índice de productividad. Esta variable se ha denominado GASTINT. En segundo lugar, se ha captado la influencia del capital físico productivo sobre la productividad del trabajo a través de una variable que recoge el activo total de la empresa (ACTIVO). Estas dos variables, igual que la variable dependiente son continuas y se expresan en forma del logaritmo del numerador dividido por el número de trabajadores equivalentes a tiempo completo. En tercer lugar, se han utilizado un grupo de variables relativas al diseño organizativo (ORG), otro grupo de variables sobre la cualificación del trabajo (QUALIF), y un último conjunto de variables relacionadas con la incorporación y el uso aplicado de las TIC en la empresa. Siguiendo la literatura al uso (Bresnahan *et al.*, 2002; Black y Lynch, 2004), y en lo referente a la dimensión organizativa, se han identificado hasta siete variables que inciden en: 1) la autonomía de la toma de decisiones por parte los trabajadores operativos de la empresa; 2) la organización por procesos o proyectos; 3) los equipos de trabajo flexibles y adaptables; 4) el control y la supervisión del trabajo por objetivos/resultados; 5) la libertad de información y comunicación; 6) las innovaciones de proceso con el uso de las TIC; y 7) las innovaciones organizativas. En lo referente a la dimensión de la cualificación, se

han identificado hasta cinco variables que recogen: 1) la formación reglada y/o ampliación de formación reglada de los directivos de la empresa; 2) la formación reglada y/o ampliación de formación reglada de los trabajadores no directivos; 3) la ampliación de formación técnica (continua y a medida) por parte de los directivos; 4) la ampliación de formación técnica (continua y a medida) de los trabajadores no directivos; y 5) las competencias digitales, captadas a través de la incidencia de las TIC en la transformación empresarial. Finalmente, en lo referente a la dimensión de usos TIC, se han contemplado hasta seis variables relativas a: 1) los equipos de Internet; 2) la existencia de un sistema TIC de planificación de la producción; 3) la disposición de un sistema TIC de planificación con proveedores/compras; 4) la disponibilidad de un sistema TIC de planificación con distribuidores; 5) el porcentaje de ventas por Internet respecto al total de ventas; y 6) el porcentaje de compras por Internet respecto al total de compras.

En cuarto lugar, y a partir de los indicadores individuales recogidos en la dimensión organizativa, de cualificación y usos TIC, se han construido indicadores compuestos que recogen los sistemas de prácticas conjuntas en la dimensión organizativa (SORG), de cualificación del trabajo (SCUALIF) y usos TIC (STIC). Para la construcción de estos indicadores se han utilizado técnicas estadísticas de reducción de datos (análisis de componentes principales), a partir de los cuáles se han identificado los factores que, por media aritmética, dan lugar al indicador compuesto en cada uno de los tres ámbitos. En quinto lugar, y bajo el epígrafe de los procesos de CO-INNOVACIÓN, se han generado, por multiplicación simple, indicadores que recogen las relaciones de complementariedad entre la dimensión organizativa y de uso TIC (SORGTIC), la organizativa y de cualificación (SORGQUALIF), y la de uso TIC y cualificación (STICQUALIF). En sexto lugar, se tratan un conjunto de indicadores referidos a la gestión de los recursos humanos en la empresa, recogidos bajo un epígrafe referente a las relaciones laborales (RLAB). En esta dimensión, los indicadores escogidos tienen que ver con la contratación indefinida, la jornada a tiempo parcial y las formas de remuneración. Y, finalmente, en séptimo lugar, se contempla un indicador de la cultura organizativa de la empresa relacionada con la innovación (CULTORG). La tabla 1 recoge la denominación, descripción y tipología de variables e indicadores utilizados en el análisis, así como su ordenación agrupada en los distintos epígrafes de interés.

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

Denominación	Descripción	Escala
PTL	<b>Productividad del trabajo</b> (cifra de ventas -miles euros- por trabajador equivalente a tiempo completo <sup>1</sup> )	Continua (log)
GASTINT	Gastos intermedios de producción (miles de euros) por trabajador equivalente a tiempo completo	Continua (log)
<b>KFP</b>	<b>Dimensión capital físico productivo</b>	
ACTIVO	Activo total (miles de euros) por trabajador equivalente a tiempo completo	Continua (log)
<b>ORG</b>	<b>Dimensión organizativa</b>	
SORG	A partir de las siete variables dicotómicas <sup>2</sup> 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; se identifican cuatro factores (innovación, autonomía, interconexión y organización por procesos). 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	Continua
<b>CUALIF</b>	<b>Dimensión calificación del trabajo</b>	
SCUALIF	A partir de las cinco variables discretas siguientes: 1) formación reglada y/o ampliación de formación reglada de directivos (categórica <sup>3</sup> ); 2) formación reglada y/o ampliación de formación reglada de no directivos (categórica <sup>3</sup> ); 3) ampliación de formación técnica (continua y a medida) de directivos (dicotómica); 4) ampliación de formación técnica (continua y a medida) de no directivos (dicotómica); y 5) competencias digitales: incidencia de las TIC en la transformación empresarial (categórica <sup>4</sup> ); se identifican tres factores (formación reglada, formación técnica y competencias digitales). 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	Continua
<b>TIC</b>	<b>Dimensión uso TIC</b>	
STIC	A partir de las seis variables siguientes: 1) equipos de Internet (categórica <sup>5</sup> ); 2) sistema digital de planificación de la producción (dicotómica); 3) sistema digital de planificación con proveedores/compras (dicotómica); 4) sistema digital de planificación con distribuidores (dicotómica); 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); se identifican tres factores (redes tecnológicas en operaciones, prácticas de comercio electrónico y equipos de Internet). En base a estos factores se genera, por media aritmética simple un indicador compuesto, que parametriza los usos de las TIC en la empresa	Continua
<b>Co-innovación</b>	<b>Relaciones de complementariedad</b>	
SORGTIC	SORG*STIC (sistema nueva organización * sistema TIC)	Continua
SORGCUALIF	SORG*SCUALIF (sistema nueva organización * sistema cualificación)	Continua
STICCUALIF	STIC*SCUALIF (sistema TIC * sistema cualificación)	Continua
<b>RLAB</b>	<b>Dimensión de relaciones laborales</b>	
SEGURID	Modalidad de contratación indefinida por encima de la media muestral	Dicotómica (0, 1)
REMUN	Forma de remuneración	Categórica (0 a 2) <sup>6</sup>
FLEXJORN	Modalidad de jornada laboral a tiempo parcial por encima de la media muestral	Dicotómica (0, 1)
<b>CULT</b>	<b>Dimensión cultural</b>	
CULTORG	Desarrollo de nuevas estructuras organizativas	Dicotómica (0, 1)

1. El numerador de este ratio se ha construido a partir de la información disponible en la cuenta de pérdidas y ganancias de la empresa (cifra de ventas), mientras que el denominador se ha construido considerando la participación del trabajo a tiempo completo y a tiempo parcial en la empresa. Para solventar el problema de la sobrecomputación del trabajo y, por consiguiente de minusvaloración de la productividad, derivada de la igual consideración del trabajo a tiempo completo y a tiempo parcial, expresamos el número de trabajadores de la empresa a tiempo parcial en términos equivalentes a tiempo completo y los sumamos al número de trabajadores a tiempo completo. 2. Las variables discretas dicotómicas, toman valor 1 en caso de existencia y valor 0 en caso de no existencia. 3. Variable categórica que aproxima el stock formativo del trabajo y se define en función de los seis valores siguientes: 1) formación inicial sin estudios o estudios primarios y no se amplía formación; 2) formación inicial sin estudios o estudios primarios y se amplía formación; 3) formación inicial secundaria y no se amplía formación; 4) formación inicial secundaria y se amplía formación; 5) formación inicial universitaria y no se amplía formación; y 6) formación inicial universitaria y se amplía formación. 4. Esta variable, que originalmente tomaba valores de 0 a 10 (0, las TIC no inciden de ninguna manera en la actividad empresarial; y 10, inciden totalmente), ha sido categorizada en 3 niveles: nivel bajo, cuándo la variable original toma valores de 0 a 4; nivel medio, cuándo la variable original toma valores de 5 a 7; y nivel alto, cuándo la variable original toma valores de 8 a 10. La recodificación resultante de la nueva variable es la siguiente: nivel bajo, valor 1; nivel medio, valor 3; y nivel alto, valor 5. 5. Este indicador mide el grado de penetración de Internet en la empresa y es una variable proxy de la utilización de esta red tecnológica. Toma cuatro valores: 1) nivel muy bajo, cuándo las empresas no disponen de conexión a Internet; 2) nivel bajo, cuándo las empresas disponen de conexión a Internet con banda estrecha; 3) nivel normal, cuándo las empresas disponen de conexión a Internet con banda estrecha y de página Web propia; y 4) nivel avanzado, cuándo las empresas disponen de conexión a Internet con banda ancha y de página Web propia. 6. Variable que resume las formas de remuneración en la empresa. Toma 3 valores: 0) ni directivos ni no directivos reciben remuneración variable; 1) directivos reciben formas de remuneración variables y los no directivos no; y 2) directivos y no directivos reciben formas de remuneración variable.

Fuente: Elaboración propia.

Además, este modelo sobre las fuentes de la productividad ha sido replicado para una segmentación de la muestra de empresas. Como señala la literatura más reciente que analiza el impacto de las TIC, y sus innovaciones complementarias, sobre la productividad empresarial (Clayton *et al.*, 2007; Badescu y Garcés-Ayerbe, 2009), la introducción de variables que capten características específicas de la empresa tiende a matizar los resultados obtenidos sin su consideración. En este sentido, es plausible esperar que la introducción de un efecto empresa que capture la intensidad tecnológica sí su actividad es industrial, o la intensidad en conocimiento sí su actividad es de servicios, permita obtener patrones de comportamiento diferenciales en la explicación de sus fuentes de productividad. En este sentido, y siguiendo los trabajos de diversas instituciones internacionales (OCDE, 2002; Torrent, 2004), se ha desagregado la muestra representativa del tejido productivo catalán en función de su intensidad tecnológica y en conocimiento, captada a través del gasto en I+D en la industria y por el nivel de formación universitaria en los servicios.

A efectos del trabajo se ha segmentado el tejido productivo privado en Cataluña en seis grandes sectores de actividad: 1) la industria de la información, que agrupa al sector TIC, al sector de la formación, la investigación y el desarrollo, y a la industria de los contenidos digitales; 2) la industria de baja tecnología, que agrupa a la industria agroalimentaria, el textil, la industria de la madera, corcho y reciclaje, al sector primario y a la construcción; 3) la industria de media tecnología, que agrupa a la producción de productos metálicos, minerales no metálicos y metalurgia, y a la industria energética, del caucho, plásticos, y la construcción naval; 4) la industria de alta tecnología, que agrupa a la construcción de aeronaves y naves espaciales, la industria química y farmacéutica, la industria de maquinaria y equipos, y al material de transporte; 5) los servicios menos intensivos en conocimiento, que agrupan a la actividad comercial, la hotelería y restauración, y los transportes y actividades postales; y 6) los servicios intensivos en conocimiento, que agrupan a las actividades de intermediación financiera, seguros y inmobiliarias, los servicios a la empresa, los servicios sociales y de salud, y las actividades de asociaciones. A partir de esta clasificación, se consideran como empresas intensivas en tecnología y conocimiento 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, se consideran como empresas menos intensivas en tecnología y conocimiento a aquellas ubicadas en los sectores de la industria

de baja tecnología, la industria de media tecnología, y los servicios menos intensivos en conocimiento.

### 4.3. Resultados

A continuación, y siguiendo los análisis empíricos al uso (Arvanitis, 2005; Bloom *et al.*, 2005; Draca *et al.*, 2007), se ha estimado, para el conjunto de empresas de la muestra, y por mínimos cuadrados ordinarios, una función de la productividad empresarial del trabajo (PTL), con una forma funcional como la representada en la ecuación 4, que tiene su origen en la expresión 3 y donde  $\varepsilon_i$  representa al término de error. Los coeficientes  $\beta_i$ , para  $i=0\dots 12$ , representan las elasticidades de los distintos componentes explicativos de la productividad empresarial.

$$\begin{aligned} PTL = & \beta_0 + \beta_1 \text{GASTINT}_i + \beta_2 \text{ACTIVO}_i + \beta_3 \text{SORG}_i + \beta_4 \text{SCUALIF}_i + \beta_5 \text{STIC}_i \\ & + \beta_6 \text{SEGURID}_i + \beta_7 \text{REMUN}_i + \beta_8 \text{FLEXJORN}_i + \beta_9 \text{CULTORG}_i + \\ & + \beta_{10} \text{SORGTIC}_i + \beta_{11} \text{SORGCUALIF}_i + \beta_{12} \text{TICQUALIF}_i + \varepsilon_i \quad (4) \end{aligned}$$

Antes de abordar la descripción detallada de los resultados de la estimación, señalar que: 1) el poder explicativo del modelo es  $p=0,000$ ; y 2) el nivel de ajuste ( $R^2$  corregida) es, en ninguno de los modelos, inferior al 70%. En lo referente a los coeficientes obtenidos para el conjunto del tejido productivo (modelos 1 y 2 de la tabla 2) destacar que: a) el coeficiente del capital físico productivo es el más relevante en la explicación del nivel de productividad laboral en la empresa catalana; b) las nuevas prácticas de organización del trabajo inciden positivamente en la explicación de la eficiencia empresarial, mientras que los sistemas de usos TIC lo hacen negativamente, y la cualificación no tiene incidencia explicativa; c) la introducción de los indicadores que capturan las complementariedades co-innovadoras se revela como oportuna, puesto que las tres combinaciones de indicadores son significativas. Con todo, señalar la doble dirección de estas contribuciones: mientras que la interacción entre organización y uso TIC, y entre organización y cualificación, incide positivamente sobre la eficiencia laboral, la interacción entre uso TIC y cualificación impacta negativamente sobre el nivel de productividad laboral; y 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 innovadora que abogue por la transformación del diseño organizativo de la empresa.

**Tabla 2. Los determinantes de la productividad del trabajo en la empresa catalana<sup>1</sup>**

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)
<b>Capital físico productivo</b>				
ACTIVO (Activo por trabajador equivalente tiempo completo; log)	0,229*** (12,544)	0,232*** (12,767)	0,423*** (9,119)	0,270*** (6,464)
<b>Dimensión organizativa</b>				
SORG	0,095*** (6,544)	0,148*** (8,273)	0,290*** (7,908)	-0,021 (-1,220)
<b>Dimensión cualificación</b>				
SCUALIF	0,058*** (3,667)	0,023 (1,335)	0,059 (1,442)	0,033** (2,232)
<b>Dimensión uso TIC</b>				
STIC	-0,102*** (-6,468)	-0,116*** (-7,306)	-0,210*** (-5,608)	-0,058*** (-4,284)
<b>Relaciones laborales</b>				
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)
<b>Cultura</b>				
CULTORG	0,103*** (6,010)	0,051*** (3,441)	0,075** (2,064)	0,009 (0,270)
<b>Complementariedades (co-innovación)</b>				
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 <sup>2</sup> 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 empresarial del trabajo (PTL), logaritmo de las ventas por trabajador equivalente a tiempo completo.

Modelo (1): modelo para el conjunto del tejido productivo privado de Cataluña sin indicadores de complementariedades.

Modelo (2): modelo para el conjunto del tejido productivo privado de Cataluña con indicadores de complementariedades (co-innovación).

Modelo (3): modelo para el conjunto de empresas ubicadas en los sectores intensivos en tecnología y conocimiento con indicadores de complementariedades (co-innovación).

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

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

Fuente: Elaboración propia.

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, **se ha replicado el modelo explicativo** para una segmentación de empresas de la muestra. Por lo que se refiere a las empresas ubicadas en los sectores intensivos en el **uso** de la tecnología y el conocimiento (modelo 3 de la tabla 2), 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 del trabajo; b) los sistemas de nuevas prácticas organizativas y el conjunto de usos **TIC** 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, **usos TIC** y de cualificación del trabajo son significativos, aunque sólo la interacción entre el componente organizativo y el **uso TIC** determinan en positivo la productividad aparente del trabajo. Por el contrario, la interacción entre el **uso TIC** y **la** cualificación, y entre organización y cualificación presentan coeficientes negativos; y d) igual que en el modelo 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.

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 de la tabla 2), 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 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 de **usos TIC**; c) desde la dimensión de las complementariedades, sólo la interacción entre **organización y uso TIC** 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) las nuevas formas de organización del trabajo y la cultura organizativa innovadora no explican la productividad del trabajo en esta agrupación de empresas.

## **5. Conclusiones, discusión, e implicaciones para la toma de decisiones en la empresa**

Durante los últimos años la evidencia empírica internacional ha corroborado la existencia de nuevas fuentes co-innovadoras de la productividad empresarial. A partir de los datos obtenidos para una muestra representativa para el conjunto del tejido productivo en Cataluña **ha sido posible** caracterizar su patrón de crecimiento económico, **a través de un modelo de relación causal que encuentra los factores determinantes del nivel de productividad empresarial del trabajo.** **Para el conjunto de la muestra de empresas,** destacar la contribución decisiva del capital físico productivo y de las nuevas formas de organización del trabajo. Además, estas últimas incrementan sus efectos sinérgicos sobre la productividad cuándo se combinan con una mejora del capital humano y con el uso de las TIC. Las contribuciones anteriores se complementan por la importancia de unas relaciones laborales, fundamentadas en la estabilidad del trabajo y en 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 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. **Sin duda, estos resultados ponen de relieve dos importantes limitaciones para el futuro competitivo de las empresas analizadas.** En primer lugar, **una cierta inadecuación entre los procesos de formación y capacitación del trabajo, y los requerimientos competenciales del esquema productivo.** Y, en segundo lugar, **un atraso en el impacto del uso de las TIC sobre la eficiencia empresarial, bien por su bajo nivel de implantación bien por el retraso en sus efectos sinérgicos hacia el resto de elementos de valor de la actividad empresarial.**

**Con el objetivo de corroborar sí existen patrones de eficiencia diferenciados en la muestra de empresas, también se ha realizado un análisis de relación causal sobre los determinantes de la productividad para dos grandes sectores de actividad del tejido productivo catalán.** En función de nuevas y más atinadas clasificaciones de la actividad económica, la muestra de empresas se ha dividido

entre las empresas ubicadas en los sectores intensivos en el uso de la tecnología y el conocimiento (un 22,1% de la muestra) y las empresas ubicadas en los sectores menos intensivos en el uso de la tecnología y el conocimiento (un 77,9% del total). Los resultados obtenidos sugieren la existencia de dos patrones claramente distintos en la explicación de la eficiencia empresarial. En las empresas ubicadas en los sectores intensivos en el uso de la tecnología y el conocimiento la explicación del 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 catalanas 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. Todo ello en combinación con 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 los usos TIC, 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. En síntesis, para la gran mayoría de empresas catalanas no se ha encontrado evidencia que corrobore la existencia de nuevas fuentes co-innovadoras en la explicación de su potencial de crecimiento.

En comparación con los resultados empíricos existentes para otras muestras de empresas en el ámbito internacional, la evidencia obtenida ofrece, a priori, algunos resultados sorprendentes. En primer lugar, se constata un impacto significativo y negativo de los usos de las TIC sobre la productividad del conjunto del tejido empresarial catalán. Este resultado obedece a un doble fundamento. Primero, la naturaleza de la muestra, que no incorpora una serie temporal y capta la relación causal entre uso TIC y productividad en un mismo momento del tiempo. Y, segundo, pero también apunta el problema de la baja intensidad de los usos TIC en las empresas de menor dimensión. En efecto, el hecho que esta aproximación se base en los usos reales de las TIC (cuyas principales aplicaciones declaradas son la utilización de programas de facturación y contabilidad, y la obtención de información) y que la muestra de empresas es

mayoritariamente de menor dimensión (menos de 5 trabajadores), mientras que la evidencia disponible trabaja, generalmente, con datos de inversión (no de uso) y con muestras de empresas de más dimensión, podría explicar la obtención de este paradójico resultado.

En segundo lugar, ahora en el terreno del impacto de las relaciones de co-innovación sobre la productividad, también se constata que la interacción que produce un efecto mayor **en el ámbito del conjunto de empresas europeas analizadas**, es decir, la complementariedad entre los usos de las TIC y la cualificación del trabajo, en Cataluña genera, paradójicamente, un impacto negativo. En la explicación de esta paradoja, nuevamente, **cabe referirse** a la debilidad de los usos TIC en la empresa **catalana**, pero en esta ocasión como resultado del bajo nivel de capacitación en general (un 70% de los trabajadores de **estas** empresas disponen de un nivel máximo de formación inicial que se corresponde con la educación secundaria), y de capacitación **TIC** en particular. Y, en tercer lugar, porque la incidencia, moderadamente positiva, sobre la productividad de la interacción entre el cambio organizativo y los usos TIC, y entre el cambio organizativo y la cualificación del trabajo, debe matizarse. La estructura empresarial catalana, con una presencia mayoritaria de empresas de dimensión muy reducida (un 90% de empresas con 5 o menos trabajadores aportan cerca del 60% del valor añadido bruto privado total), y la utilización de variables para la construcción de su indicador compuesto de nuevas formas de organización del trabajo muy sensibles a esta realidad (en especial los equipos de trabajo y el intercambio de información) **sugieren** una interpretación muy cautelosa de estos resultados.

**Se ha empezado** el artículo afirmando que la actual situación de crisis económica **ha acentuado** la necesidad de transformación, **ya detectada con anterioridad**, del modelo de crecimiento, las fuentes de productividad, de muchas economías del mundo, entre ellas la española. La evidencia internacional **ha puesto** de relieve la existencia de nuevas fuentes co-innovadoras de la productividad empresarial, basadas en el establecimiento de relaciones de complementariedad entre los usos de las TIC, las nuevas formas de organización del trabajo y la cualificación del empleo, todo ello en un contexto de relaciones laborales flexibles, pero seguras, y con la presencia predominante de una cultura innovadora. Los datos existentes **confirman** que el nivel de inversión y los equipos **TIC** existentes en el aparato productivo español se sitúan, en términos generales, en la línea de los estándares europeos, con lo que el problema de eficiencia parece ubicarse en sus usos y en la generación de

innovaciones complementarias a través de estos usos. Para solventar este problema, y a tenor de los resultados de esta investigación, es imprescindible que las empresas aborden la solución a sus déficits de eficiencia de una manera integral. La inversión en TIC es condición necesaria, pero no suficiente. Son necesarios otros esfuerzos. Sin la reestructuración organizativa, la capacitación del trabajo, la reformulación de las relaciones laborales y de la gestión de recursos humanos, y la presencia de una cultura innovadora, difícilmente esta inversión generará retornos sostenidos en forma de mejoras de eficiencia. Sin duda, y como demuestra la experiencia, los tiempos de crisis son buenos momentos para la reformulación empresarial.

## 6. Referencias bibliográficas

- Albers, R.M. (2006). From James Watt to wired networks: Technology and productivity in the long run. En Mas, M. and Schreyer, P. (dir.). *Growth, capital and new technologies*. Bilbao: Fundación BBVA, 93-112.
- Atrostic, B.K. y Nguyen, S.V. (2005). IT and productivity in US manufacturing: Do computers networks matter? *Economic Enquiry*, 43(3), 493-506.
- 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.
- Badescu, M. y Garcés-Ayerbe, C. (2009). The impact of information technologies on firm productivity: Empirical evidence from Spain. *Technovation*, 22(2), 122-129.
- 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. London.
- 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.
- Caroli, E.; y Van Reenen, J. (2001). Skilled biased organizational change? Evidence from a panel of British and French establishments. *Quarterly Journal of Economics*, 116(4), 1449-1492.
- 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*. Amsterdam: Statistics Netherlands and Elsevier, 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. (ed.). *The Oxford handbook of information and communication technologies*. Oxford y Nueva York: Oxford University Press, 100-147.
- Fernández, 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*. Madrid: Ecobook-Editorial del Economista, 117-145.
- Ficapal, P. (2008). TIC, cambio organizativo y cualificación del trabajo. Una aproximación empírica a las fuentes de la productividad del trabajo en la empresa catalana. *Tesis doctoral*. Barcelona: Universidad Oberta de Cataluña.
- Fuentelsaz, L., Maicas, J.P. y Polo, Y. (2005). Hacia una gestión eficiente de las tecnologías de la información y las comunicaciones. *Universia Business Review*, 2, 40-53.
- Gargallo, A. y Galve, C. (2007). How to measure information and communication technology performance: a literature review. *Issues in Information Systems*, 8(2), 89-96.
- Gretton, P., Gali, J., y Parham, D. (2004). The effects of ICTs and complementary innovations on Australia productivity growth. En OCDE (ed.). *The Economic Impact of ICT: Measurement, Evidence and Implications*. Paris: OCDE.
- 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., Ho, M.S. y Stiroh, K.J. (2005). *Productivity. Volume 3. Information technologies and the American growth resurgence*. Londres y Cambridge (MA): MIT Press.
- Leoni, R. (ed.) (2008). *Economia dell'innovazione. Disegni organizzativi, pratiche lavorative e performance d'impresa*. Roma: Edizioni FrancoAngeli.
- 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.
- Mas, M. y Quesada, J. (2005). *Las nuevas tecnologías y el crecimiento económico en España*. Bilbao: Fundación BBVA.

- 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.
- OCDE (2002). *OECD information technology outlook. ICTs and the information economy*. Paris: OCDE.
- OCDE (2003). *ICT and economic growth. Evidence from OECD countries, industries, and firms*. Paris: OCDE.
- 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*. Bilbao: Fundación BBVA, 113-147.
- Piñeiro, C. (2006). Un estudio transversal sobre la contribución de las tecnologías de la información al éxito Empresarial. *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 15(2), 61-78.
- Torrent, J. (2004). *Innovación tecnológica, crecimiento económico y economía del conocimiento*. Barcelona: Consejo de Trabajo, Económico y Social de Cataluña (CTESC), Generalitat de Cataluña.
- Torrent, J. (2006). TIC, productividad y crecimiento económico: la contribución empírica de Jorgenson, Ho y Stiroh. *UOC Papers*, 2, 1-13.
- 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*. Madrid: Ecobook-Editorial del Economista, 35-74.
- Torrent, J. y Vilaseca, J. (2007). *The network company in Catalonia: ICT, productivity, competitiveness, wages and returns in Catalonia's firms*. Barcelona: Universidad Oberta de Cataluña y Generalitat de Cataluña.  
Disponible en [http://www.uoc.edu/in3/pic/eng/network\\_company.html](http://www.uoc.edu/in3/pic/eng/network_company.html).
- Torrent, J. y Vilaseca, J. (2008). TIC, conocimiento y productividad del trabajo. Un ejercicio de descomposición de la eficiencia sectorial de la economía española a partir del análisis Input/Output. En Fundación SEPI (ed.). *Nuevas tecnologías, nuevos mercados de trabajo*. Madrid: Mundi-Prensa y Fundación SEPI, 173-223.
- Torrent, J. et al. (2008). *La empresa red. Tecnologías de la información y la comunicación, productividad y competitividad*. Barcelona: Ariel.
- Vilaseca, J. y Torrent, J. (2004). *ICTs and transformation in Catalan Companies*. Barcelona: Centro de Innovación y Desarrollo Empresarial (CIDEM), Generalitat de Cataluña.
- Vilaseca, J. y Torrent, J. (2005). *Principios de Economía del Conocimiento. Hacia una economía global del conocimiento*. Madrid: Pirámide.
- 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.
- Wood, P. (2002). Services and the new economy: an elaboration. *Journal of Economic Geography*, 2, 109-114.