

MEMORIAS

VIII CONGRESO IBEROAMERICANO DE SEGURIDAD INFORMÁTICA

III Taller Iberoamericano de enseñanza e innovación educativa en seguridad de la información

10-12 NOV 2015
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS
ARMADAS DEL ECUADOR - ESPE
Sangolquí, ECUADOR



Con la Organización de
ESPE - Innovativa
EMPRESA PÚBLICA



fundación
in-nova
Centro de Innovación

PONENCIAS TIBETS	246
Full Paper	246
Proyecto MESI en centro América : Los primeros pasos	247
(Héctor Jara and Alejandro Sobko)	
Desarrollo de un Sistema Experto para la valoración del Curriculum de los alumnos a partir de las competencias	254
(Luis Enrique Sánchez Crespo, Antonio Santos-Olmo Parra, Esther Álvarez González, Monica Huerta and Eduardo Fernandez-Medina).	
Cátedra en Seguridad de Datos como una aproximación desde la arquitectura empresarial	266
(Claudia Santiago).	
La importancia de las TIC y los Ingenieros en Informática para las empresas en España	272
(Antonio Santos-Olmo Parra, Luis Enrique Sánchez Crespo, Monica Huerta, Esther Álvarez González and Eduardo Fernandez-Medina).	
Valoración de las Competencias en la carrera de Ingeniería del Software para la orientación curricular de los alumnos.	279
(Luis Enrique Sánchez Crespo, Antonio Santos-Olmo Parra, David Rosado, Daniel Mellado and Eduardo Fernandez-Medina).	
Propuesta de Educación y Concientización en Seguridad Informática en Base a Paremias.	288
(Leobardo Hernández Audelo, Daniel Baltazar Alemán, Raúl Alejandro)	
Short Paper	294
Objetivos de las competencias curriculares para mejorar la orientación profesional de los alumnos.	295
(Antonio Santos-Olmo Parra, Luis Enrique Sánchez Crespo, David Rosado, Ismael Caballero and Eduardo Fernandez-Medina).	
Intercambio seguro de datos entre banco central y sistema financiero	302
(Edy Milla, Alberto Dams and Hugo Pagola).	

PRESENTACIÓN

El VIII Congreso Iberoamericano de Seguridad Informática CIBSI 2015, tuvo lugar entre los días 10 al 12 de Noviembre de 2015 en la ciudad de SanGolqui (Quito), siendo organizado por el Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de las Fueras Armadas y la Universidad Politécnica de Madrid, España, a través de la Red Temática de Criptografía y Seguridad de la Información Criptored.

Las jornadas se desarrollaron en el Auditorio de la Universidad de las Fuerzas Armadas y en el Salón de Conferencias del Edificio de Postgrado.

El evento está pensado desde la perspectiva de compartir experiencias a nivel de investigación en tecnologías de la seguridad informática, imprescindible actualmente para el desarrollo del conocimiento humano y del estado de bienestar de la sociedad. De esta manera, el propósito de CIBSI es promover y desarrollar el área de la seguridad de la Información, creando para ello un espacio tecnológico que facilite el intercambio de conocimiento y la formación de redes de colaboración en el ámbito de la investigación, el desarrollo y la innovación tecnológica.

Así mismo, se llevó a cabo el III Taller Iberoamericano de Enseñanza e Innovación Educativa en Seguridad de la Información TIBETS. Desarrollado como un espacio propio dentro del congreso CIBSI, su objetivo es la presentación de experiencias en la enseñanza y formación en seguridad de la información, innovación educativa en dichas áreas, nuevas propuestas docentes y análisis de proyectos de colaboración académica y de programas de postgrados, de forma que fomente el planteamiento de posibilidades reales de colaboraciones docentes entre países.

A partir de los objetivos antes mencionados, la participación giró en torno a los siguientes ejes temáticos: Fundamentos de la seguridad de la información; Sistemas de gestión de seguridad de la información; Riesgos, recuperación y continuidad del negocio; Normativas y legislación en seguridad; Algoritmos y protocolos criptográficos; Vulnerabilidades y criptoanálisis; Técnicas de control de acceso e identificación; Técnicas de intrusión y análisis forense; Infraestructuras de clave pública; Seguridad en redes; Hacking; Cibercriminos.

Para esta edición del CIBSI, se recibieron 49 trabajos, de los cuales solo el 30 fueron aceptados como "Full Paper". En estas actas se recogen los 24 trabajos para el congreso CIBSI y 6 para el taller TIBETS, seleccionados como "Full Paper" por un Comité de Programa compuesto por 58 especialistas de una docena de países Iberoamericanos. Así como 8 artículos que se aceptaron como "Short Paper". No se incluyen, sin embargo, la conferencia magistral inaugural de CIBSI 2015 "Seguridad de la Información, ¿en quién podemos confiar?" del D^o. David Barroso, la conferencia magistral "Metodología de Experimentación para la Ciberdefensa" de D^a. Esther Álvarez Gonzalez, y la conferencia magistral inaugural de TIBETS 2015 "Lecciones aprendidas en MESI 2.0 al horizonte de la enseñanza en ciberseguridad" del Dr. Jorge Ramió Aguirre.

Luis Enrique Sánchez Crespo

Walter Marcelo Fuertes Díaz

Jorge Ramió Aguirre



CIBSI FULL PAPER

VIII CONGRESO
IBEROAMERICANO
DE **SEGURIDAD**
INFORMÁTICA

III Taller Iberoamericano
de enseñanza
e innovación educativa
en seguridad de
la información

10-12 NOV 2015
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS
ARMADAS DEL ECUADOR - ESPE
Sangolquí, ECUADOR



Con la Organización de
ESPE - Innovativa
EMPRESA PÚBLICA



fundación
in-nova
Centro de Innovación

La importancia de las TIC y los Ingenieros en Informática para las empresas en España

A. Santos-Olmo, L. E. Sánchez, M. Huerta, E. Álvarez, E. Fernandez-Medina

Abstract – The adoption and use of ICT has a positive impact on productivity, economic growth and social welfare, since the emergence technologies bring opportunities for new business development and the improvement of existing processes. The ability to reduce costs, efficient use of resources and expand markets have contributed to citizens are benefiting from higher quality products at lower prices. However, penetration of ICT in the business environment is slowly taking place in the Spanish case, since there is no consensus between the use of ICT and increased productivity. Ignorance, lack of training in new technologies and the lack of adequate personnel are the main obstacles that companies that do not perceive the usefulness for your business considering that the technologies are not adapted to their needs they face. In this article you are given the keys to understanding how information technology and communication can help improve the productivity of enterprises, and how this increased productivity must be preceded by an increase and specialization in staff training related to ICT.

Resumen — La adopción y utilización de las TIC tiene un impacto positivo sobre la productividad, el crecimiento económico y el bienestar social, ya que las tecnologías traen consigo la aparición de oportunidades para el desarrollo de nuevos negocios y la mejora de los procesos de los ya existentes. La posibilidad de reducir costes, la utilización eficiente de recursos y de ampliar mercados ha contribuido a que los ciudadanos se estén beneficiando de productos de mayor calidad a precios más bajos. No obstante, la penetración de las TIC en el entorno empresarial se está realizando lentamente en el caso Español, ya que no existe un consenso entre el uso de las TIC y el aumento de productividad. El desconocimiento, la falta de formación en nuevas tecnologías y la falta de personal adecuado son los principales obstáculos con los que se enfrentan las empresas, que no perciben la utilidad para su negocio al estimar que las tecnologías no se adaptan a sus necesidades. En este artículo se dan las claves para entender cómo las tecnologías de la información y comunicación pueden ayudar a mejorar la productividad de las empresas, y cómo este aumento de productividad debe ir precedido de un aumento y especialización en la formación del personal relacionado con las TIC.

Keyword — European Higher Education, EHE, Degree in Computer Engineering, General Skills, Specific General Skills.

Palabras clave — Espacio Europeo de Educación Superior EEES, Grado en Ingeniería Informática, Competencias Generales, Competencias Generales Específicas.

Santos-Olmo, Departamento I+D+i, Sicaman Nuevas Tecnologías, Tomelloso (Ciudad Real), España, asolmo@sicaman-nt.com

L. E. Sánchez, Área Investigación, Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE), SanGolquí, Ecuador, luisenrique@sanchezcrespo.org

M. Huerta, Universidad Politécnica Salesiana, Proyecto Prometeo de la SENESCYT, Ecuador, mhuerta@icee.org

E. Álvarez, Fundación In-Nova, Toledo, España, ealvarez@in-nova.org

E. Fernandez-Medina, Grupo de Investigación GSyA, Universidad de Castilla-la Mancha, Ciudad Real, España, Eduardo.FdezMedina@uclm.es

I. INTRODUCCIÓN

La productividad es difícil de definir y de medir. A pesar de ello, el concepto “*productividad*” es uno de los más relevantes a la hora de determinar el buen estado de salud de una compañía o la economía de un país.

El aumento de productividad se consigue al obtener mejores resultados invirtiendo menos recursos. En ello, las nuevas tecnologías juegan un papel fundamental. Hoy en día, la disponibilidad, rapidez y flexibilidad que ofrecen las nuevas aplicaciones de telecomunicaciones a los distintos sectores empresariales favorecen la optimización de muchos de sus procesos operativos, lo que permite un incremento de la rentabilidad y competitividad.

Pero las inversiones en tecnologías de la información no revierten inmediatamente en los índices de productividad, lo que se convierte en un gran problema porque las compañías desconocen si las inversiones que están realizando tendrán realmente un impacto futuro en la productividad de su compañía, lo que conduce a que la percepción de los directivos sea que no se está obteniendo un ROI (Retorno de Inversión) adecuado.

Este problema dio lugar a la teoría denominada “*paradoja de la productividad*”, propuesta por Steven Roach en 1987 [1] y popularizada por Robert Solow (Nobel de Economía) que se enunció como “*Las computadoras están en todas partes menos en las estadísticas de productividad*”, que ponía en duda la utilidad de las aplicaciones TIC en la mejora de la productividad. Por tanto, según esta teoría los sociólogos y economistas podían estar hablando todo el día de las nuevas tecnologías, pero su influencia en el crecimiento y su peso en el aumento de la productividad específicamente no se vería reflejado en ninguna estadística.

Mas y Quesada en su libro “*Las nuevas tecnologías y el crecimiento económico en España, Bilbao, Fundación BBVA*” [2] llegan a la conclusión de que la paradoja “ocultaba” en realidad la preocupación americana por el hecho de que la productividad en Europa estaba teniendo tasas más elevadas que en EE.UU, mientras que éste último estaba realizando inversiones en TIC en unas magnitudes muy superiores a Europa.

Posteriormente Europa entró en una severa crisis de productividad, mientras que si en EE.UU la productividad de las TIC aún no se notaba era porque la nueva revolución necesitaba una masa crítica inicial para poder empezar a dar resultados. Había que llevar a cabo una primera fase de alfabetización digital en la que no se verían los aumentos de la productividad si la sociedad, si las normas, si la manera de producir no se dejaba alterar por las nuevas tecnologías. Esto

suponía una cascada de cambios regulatorios cuyos objetivos debían ser el aumento del grado de apertura de la economía, la valoración positiva de la gestión del riesgo, la aminoración de los costes de quiebra y de los hundidos y las facilidades para las nuevas especializaciones productivas en las ramas tradicionales, si es que se querían conservar sus ventajas comparativas de antaño.

A mediados de los 90, la economía americana experimentó entonces un incremento de la productividad que fue atribuido al uso de las TIC en los años anteriores, en los que fue necesario un periodo de adaptación a la tecnología de procesos productivos y administrativos.

Los trabajos de Jorgenson publicados en la American Economic Review dieron al traste con la paradoja de Solow [3]. La conclusión era clara: la ventaja inicial europea en el nivel y crecimiento de la productividad había desaparecido con la penetración de las TIC en EE.UU. Los mayores costes laborales unitarios en todas las actividades relacionadas con las TIC han llevado a la práctica exclusión de Europa de la producción de bienes relacionados con ellas.

En el año 2006, la OIT (Organización Internacional de Tecnología) advertía que la introducción de las nuevas tecnologías sería un factor decisivo en el aumento de la productividad en el sector minorista, pero al mismo tiempo afectaría a los niveles y la calidad de los empleos, ya que requeriría que los trabajadores se actualizarán y realizaran una mayor inversión en su formación.

En este artículo buscamos encontrar las bases que demuestren que la inversión en TIC produce a medio plazo un aumento de productividad en la sociedad, aunque a corto plazo es difícilmente medible, y la importancia que tiene en la sociedad la figura de las nuevas ingenierías y los nuevos puestos de trabajo que se van a generar alrededor de ellas.

En la siguiente sección del artículo se analizará la importancia del momento actual para estos nuevos perfiles y para la productividad de la sociedad, además de analizar la perspectiva europea frente a la española. En la tercera sección analizaremos el problema actual que las TIC representan para las empresas españolas. En la cuarta sección veremos la importancia que está tomando la aparición de los Ingenieros en Informática para la transformación de la sociedad. Finalmente, en la última sección describiremos las principales conclusiones obtenidas hasta el momento.

II. ESTADO DEL ARTE

A lo largo de las dos últimas décadas se han realizado cada vez más estudios, intentando analizar la vinculación entre las TIC y la productividad. En la Tabla I se puede ver uno de los estudios realizados por OCDE en 14 países europeos (incluido España) y EEUU en el periodo 1996-2002, que mostraba de forma clara y directa la relación existente entre el uso de las TIC y la productividad. Paradójicamente, estadísticas posteriores presentadas por la propia OCDE en el periodo 2001-2007 [4] (ver Tabla II), no dejaban tan clara esta relación, ya que en países como España e Italia se había producido una caída de la productividad aunque había aumentado la inversión TIC.

TABLA I. OCDE. CRECIMIENTO PRODUCTIVIDAD Y TIC (1996-2002)

Crecimiento productividad y TIC (1996-2002)		
	Crecimiento productividad (%)	Contribución de las TIC al crecimiento de la productividad (%)
Irlanda	3,76	1,90
Suecia	2,67	1,33
Finlandia	2,02	1,40
Estados Unidos	1,74	1,90
Austria	1,73	0,75
Noruega	1,71	0,68
Dinamarca	1,45	0,59
Alemania	1,38	0,67
Suiza	1,10	0,43
Reino Unido	1,08	1,21
Francia	1,00	1,21
Bélgica	0,78	0,35
Holanda	0,77	0,48
Italia	0,56	0,36
España	0,28	0,14

TABLA II. OCDE. DISTRIBUCIÓN DE LOS FACTORES DE CRECIMIENTO DEL PIB, 2001-2007

País	Trabajo	Capital TIC	Capital no TIC	Productividad Multifactorial
España	2,00	0,44	0,90	-0,04
Alemania	-0,15	0,26	0,15	1,11
Francia	0,26	0,31	0,33	0,90
Italia	0,74	0,24	0,51	-0,35

Desde entonces se han realizado muchos estudios para intentar demostrar y valorar esta relación. Entre estas investigaciones destaca la realizada en Colombia [5] para intentar cuantificar el peso que habían tenido las TIC en la transformación productiva del país, y según la cual la inversión en una empresa en TIC aumenta la productividad de un trabajador entre un 7.73% y un 18%. Igualmente, las variables relacionadas con el uso de las TIC (Internet, web, extranet, etc.) generan un incremento en la productividad global de la empresa que queda cuantificado entre un 3% y un 8%.

Actualmente, todos los sectores empresariales y sociales reconocen que las nuevas tecnologías se han convertido en un factor irremplazable para el crecimiento económico y del empleo.

Pero la inversión en tecnología no sólo trae asociado un aumento de la productividad, sino que también ha ayudado a incrementar el nivel socioeconómico de gran parte de las sociedades más desarrolladas, lo que puede ser un aliciente para el resto de los países.

Sin embargo, ese aumento de la productividad no le ha salido gratis a las empresas. La distribución de los sueldos tiene una correlación muy estrecha con la productividad de los trabajadores. Los economistas han teorizado que el creciente

uso de las TIC ha hecho que muchos trabajadores tuvieran que desarrollar nuevos conocimientos o funciones dentro de sus organizaciones.

A. *La visión europea frente a la visión española:*

A la hora de implantar las nuevas tecnologías hay dos visiones claramente enfrentadas. Por un lado, para las PYMES europeas el aumento de su competitividad y productividad es fundamental para la continuidad de sus negocios, pero estos factores no son prioritarios para las PYMES españolas, que muestran menor preocupación por los desafíos de negocio que el resto de países europeos.

De esta forma, según un estudio encargado por Cisco Systems los 19 millones de pequeñas y medianas empresas europeas están aprovechando con creciente interés las tecnologías clave de su negocio para enfrentarse a un mercado cada vez más competitivo. Según este estudio, las empresas europeas han identificado como tecnologías imprescindibles para los próximos años un acceso a Internet por banda ancha más rápido, las soluciones de movilidad, de tecnología inalámbrica y de seguridad, y la Telefonía IP. De las empresas encuestadas se obtuvieron los siguientes resultados: i) El 80% (15 millones de empresas) consideraron que las conexiones de alta velocidad serían indispensables para el desarrollo de sus negocios; ii) El 60% consideraron el acceso remoto a la red corporativa como una tecnología imprescindible en sus negocios; iii) El 75% consideraron la seguridad como un factor de éxito vital.

Frente a esta visión de las empresas Europeas, para las empresas españolas los desafíos de negocio tanto actuales como a medio plazo son la competencia (para el 49%), la identificación de nuevos mercados y el desarrollo de nuevos productos (42%) y la reputación corporativa (29%), aunque menos de la mitad de las empresas españolas muestran preocupación por alguno de estos asuntos.

A la hora de innovar, las barreras con las que se encuentran las PYMES españolas son la adaptación a las nuevas tecnologías para el 42% de las empresas, la integración con los sistemas existentes para un 30% y el coste de la tecnología para un 35%.

Al contrario que otros países del entorno occidental europeo, las PYMES españolas no muestran demasiada preocupación por los factores externos a su negocio a la hora de enfrentarse al mercado y a su competencia [6]. Destaca también que la adaptación de sus servicios o productos a la legislación es un factor fundamental tan solo para el 25% de las compañías españolas, y que sólo el 32% de las PYMES españolas cuenta con consultores externos para implantar las TIC, utilizando normalmente *personal con baja cualificación académica*, lo que eleva el número de fracasos en los proyectos TIC [7].

B. *El problema Español:*

Aunque ha quedado demostrado el importante impacto en la productividad asociado a las TIC, en el caso del tejido empresarial español no se perciben resultados reales, aun

cuando los estados están realizando enormes esfuerzos de I+D+i para intentar que las empresas se actualicen.

España figura a la cabeza de la Unión Europea en términos de inversión en equipamiento tecnológico y aplicación de los progresos técnicos, pero se mantiene a la cola en cuanto a productividad laboral según el documento presentado por el Think Tank The Lisbon Council, que mide los progresos de las 14 mayores economías comunitarias para alcanzar los objetivos de Lisboa, centrados en mejorar la competitividad de la UE. Así podemos ver que en el último informe presentado dentro de ITIF (The Information Technology & Innovation Foundation) denominado “*Raising European Productivity Growth Through ICT*”, España apenas ha modificado su posición en el proceso de aumento de productividad en el periodo de 2005-2013 [8].

Alfonso Arbaiza [9] remarca la existencia de una relación directa entre la implantación de las TIC y el aumento de la productividad, por lo que la baja implantación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en los sectores que más contribuyen al Producto Interior Bruto (PIB) nacional lastran la productividad de la economía española. El directivo va más allá al asegurar que “los importantes crecimientos de PIB de la economía española, en los que ha influido decisivamente la tecnología, contrastan con la baja productividad de nuestro país, que se situó en 2007 en la última posición de la Unión Europea en crecimiento de la productividad laboral”.

La Comisión Europea aseguró, al hilo de estos datos, que una de las principales causas que justifican que España muestre tasas tan bajas de productividad reside en la ausencia de una difusión amplia de nuevas tecnologías y *en la falta de personal adecuado en las empresas*. De esta forma, mejorar la productividad se ha convertido en un objetivo prioritario para la economía española que pasa, ineludiblemente, por el incremento del uso de las TIC y una mejor formación del personal.

Las pequeñas y medianas empresas españolas desconocen las virtudes de la innovación en sus procesos de producción. Poco a poco, se van introduciendo en este mundo aliados con organismos públicos o con multinacionales.

El 36% de las empresas españolas afirma que el desconocimiento hacia la tecnología y la falta de personal con la formación adecuada es el principal motivo por el que no se hace un mayor uso de la informática. Según Enrique Gutiérrez, la PYME no incorpora nuevas tecnologías porque no halla a nadie que le explique sus ventajas en su mismo lenguaje [10]. Por lo tanto, la solución es acercar la tecnología a las PYMES a través de *asesores con los conocimientos adecuados*, que permitan traducir el lenguaje técnico al lenguaje de negocio de la empresa.

Otros de los principales aspectos en los que España debe todavía realizar un esfuerzo considerable es en la inversión de I+D+i, ya que según las conclusiones del estudio internacional realizada por la asociación Fedit [11, 12], las empresas mejoraron un 56% sus ventas gracias a la investigación, desarrollo e innovación aportada por los centros tecnológicos, lo que ha mejorado la facturación e ingresos, creando

productos o servicios nuevos, mejorando los anteriores y aumentando su competitividad. Otros resultados destacables obtenidos en este informe, fueron:

- **Impacto técnico:** i) El 57,6% ha desarrollado nuevos producto o mejorado sustancialmente los que tenía; ii) El 38,4% ha creado nuevos servicios o mejorado los que ya tenía como resultado del trabajo del Centro Tecnológico.
- **Impacto económico:** i) El 56,6% de las empresas han mejorado sus ventas gracias al Centro Tecnológico; ii) El 48,4% ha mejorado sus beneficios gracias al trabajo del Centro Tecnológico; iii) El aumento en las ventas como resultado del trabajo del Centro Tecnológico es de 4 puntos porcentuales anuales (el 31,8% del aumento total en las ventas); iv) El aumento de los beneficios como resultado del trabajo de investigación es de 3,2 puntos porcentuales anuales (28,1% del aumento total de las ganancias).
- **Impacto en las inversiones:** i) El 60,2% ha mejorado sus inversiones internas en I+D gracias al Centro Tecnológico; ii) El 36,8% ha mejorado sus inversiones en equipos gracias al Centro Tecnológico.
- **Impacto en intangibles:** i) El 71,6% ha mejorado la formación de su personal en otras áreas gracias al Centro Tecnológico; ii) El 64,3% ha mejorado la planificación y definición de sus actividades de innovación; iii) El 78,1% ha mejorado la utilización de otras fuentes de información externas (universidades, centros de investigación públicos, consultoras, etc.) gracias al trabajo del Centro Tecnológico.

III. PRINCIPALES PROBLEMAS DE LAS EMPRESAS CON LAS TIC

A la hora de implantar las TIC en las empresas Españolas, aparecen diversos riesgos que debemos mitigar para aumentar las probabilidades de éxito. Según Rafael Fernández de Alarcón en el nº 113 de la Revista de Telecomunicaciones de Ahciet [13], las principales causas del fracaso en el aprovechamiento de las TIC en el mercado Español son:

- **Desconocimiento sobre los beneficios de las TIC:** Según un estudio realizado por Red.es, un 62% de las empresas que no tienen Internet no le ven utilidad y entre las empresas que no disponen de PC (un 22% de las empresas estudiadas): i) Un 76% no perciben su utilidad; ii) Un 40% de las empresas afirman que las nuevas tecnologías, además de ser complejas, complican las cosas; iii) Un 59% desconoce lo que las nuevas tecnologías pueden hacer para su negocio; y iv) El 41% estima que las nuevas tecnologías no se adaptan a las necesidades de su empresa o negocio.
- **Falta de capacitación de los empleados:** Es preciso que los empleados dispongan de un nivel adecuado de conocimientos tecnológicos, obviamente condicionados a las necesidades de cada puesto de trabajo, si se pretende aprovechar los beneficios que ofrece la nueva economía. Este es el mayor problema

para el aprovechamiento de las TIC por parte de las empresas, y aun cuando el Estado ha realizado enormes inversiones en planes de formación (como el Programa Forintel orientado al desarrollo de proyectos de formación en TIC en toda España, con el fin de acelerar el acceso de los trabajadores a la Sociedad de la Información), su impacto real fue muy bajo. Por lo tanto, es necesario recurrir a profesionales correctamente formados para poder solucionar este problema.

- **Necesidad de cambios en la organización del trabajo:** La mejora de productividad en las empresas como consecuencia de las inversiones en tecnología depende esencialmente de la forma en que la organización se reestructure para adaptarse a los cambios.
- **Cuantía de las inversiones en TIC:** En el estudio realizado por Red.es sobre las PYMES españolas y su interrelación con las TIC, uno de los principales motivos para no utilizar Internet fue el coste de la tecnología.

De estos cuatro factores, el que mayor peso e importancia tiene es el poder **contar con personal correctamente formado**, ya que éste puede ayudar a solucionar los otros tres problemas.

No debemos olvidar tampoco que la mejora de la productividad en una empresa casi siempre lleva asociada la mejora en el nivel de vida de sus trabajadores. En la siguiente imagen se puede ver la relación existente entre el aumento de la productividad y la mejora del nivel de vida propuesta por el Ingeniero Manuel Luis Zambrano Echenique [14] (ver Figura 1).

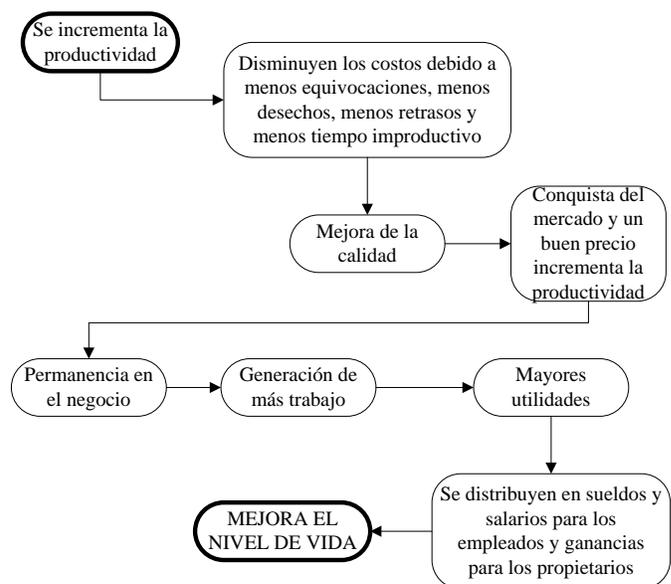


Figura 1. Relación entre el aumento de la productividad y la mejora del nivel de vida

Entre los costes más significativos que debe afrontar una empresa en su incorporación al mundo de las nuevas tecnologías podemos destacar las inversiones en capital

humano (formación permanente de sus empleados), así como la adquisición y mantenimiento de la infraestructura informática.

IV. IMPORTANCIA DEL INGENIERO EN INFORMÁTICA

Como se ha podido ver en los apartados anteriores, uno de los aspectos principales para el éxito de las TIC en las compañías es la formación del personal asociado a las mismas. En este apartado, las empresas españolas presentan un problema frente a otros países europeos, y es la baja inversión en recursos cualificados. Frente a las empresas europeas que suelen ocupar los puestos tecnológicos por personal formado específicamente para la labor que va a desempeñar, las mayor parte de las empresas españolas suelen reubicar personal de otros puestos de trabajo, aun cuando su formación no sea la adecuada, ni dichos recursos posean las competencias necesarias.

Esta forma de trabajo se traduce en una tasa de fracaso a la hora de obtener rendimientos de los proyectos TIC muy superiores a las de sus homólogos europeos. La introducción de los planes de estudio españoles dentro del nuevo espacio formativo europeo y las nuevas orientaciones de carreras como la Ingeniería Informática están haciendo que cada vez más empresas vean la necesidad de contar con profesionales cualificados para los puestos de trabajo asociados a las TIC.

Por ello, el momento actual en que se están definiendo los nuevos planes de estudio y en el que Europa se encuentra inmersa en el proceso de convergencia de la educación superior es fundamental para el futuro de algunas carreras como la Ingeniería Informática [15-17], y por tanto es muy importante ser capaces de adaptar los nuevos planes de estudio a las necesidades reales del mercado. En el caso de la Ingeniería Informática, las empresas y los profesionales están demandando perfiles cada vez más especializados, principalmente en especialidades como la Ingeniería del Software, que cuenten con varias especializaciones y que se adapten a una o varias certificaciones profesionales internacionales. Por lo tanto es muy importante que los nuevos estudios estén muy enfocados a las necesidades profesionales, sin perder el rigor científico exigible en una ingeniería, y para conseguir este objetivo es fundamental que estos nuevos planes de estudio tengan una orientación que facilite la obtención de certificaciones profesionales [18-22].

El nuevo plan de estudios de la Ingeniería Informática está básicamente compuesto de: a) un módulo de formación básica (10 asignaturas); b) un módulo de formación en informática (16 asignaturas); c) 4 módulos de formación específica (ingeniería del software, tecnologías de la información, ciencias de computación e ingeniería de computadores), con 8 asignaturas cada módulo, de los que el alumno escoge uno; y d) un conjunto de optativas.

Pero es muy importante demostrar a las empresas que las asignaturas que componen las nuevas áreas de especialización están ofreciendo realmente lo que el mercado demanda, estableciendo mapas de relación entre los contenidos de estas asignaturas y los contenidos de las principales certificaciones

profesionales (CISA, CISM, CGEIT, etc.) que el mercado está demandando. El objetivo es mostrar a las empresas que la orientación de la Ingeniería Informática es la correcta, y en consecuencia las personas formadas en dichas materias suponen por si mismas una inversión rentable y una ventaja competitiva para las compañías.

El nuevo módulo de Ingeniería del software está formado por 8 asignaturas y ha sido orientado, entre otras cosas, de forma que cada asignatura dé lugar a una o varias certificaciones profesionales y para posibilitar que los Ingenieros en Informática aporten un valor real a las compañías frente a personas de otros sectores empresariales. Las asignaturas son las siguientes: i) Ingeniería de requisitos; ii) Diseño del software; iii) Desarrollo de Bases de Datos; iv) Sistemas de Información Empresariales; v) Procesos de Ingeniería del Software; vi) Seguridad de Sistemas de Software; vii) Calidad de Sistemas Software; viii) Gestión de proyectos software.

Asimismo, según se muestra en el Programa Formativo de la Universidad Cardenal Herrera (CEU), las personas que han obtenido el título de Ingeniería en Informática son profesionales con una formación amplia y sólida que les prepara para dirigir y realizar las tareas de todas las fases del ciclo de vida de sistemas, aplicaciones y productos que resuelvan problemas de cualquier ámbito de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, aplicando su conocimiento científico y los métodos y técnicas propios de la ingeniería.

Por lo tanto el Ingeniero en Informática, según el informe de la UNESCO sobre las perspectivas de la educación en el siglo XXI, se caracteriza por:

- Estar preparado para ejercer la profesión, teniendo una conciencia clara de su dimensión humana, económica, social, legal y ética.
- Estar preparado para, a lo largo de su carrera profesional, asumir tareas de responsabilidad en las organizaciones, tanto de contenido técnico como directivo, y de contribuir en la gestión de la información y en la gestión del conocimiento.
- Tener las capacidades requeridas en la práctica profesional de la ingeniería: ser capaces de dirigir proyectos, de comunicarse de forma clara y efectiva, de trabajar en y conducir equipos multidisciplinares, de adaptarse a los cambios y de aprender autónomamente a lo largo de la vida.
- Estar preparados para aprender y utilizar de forma efectiva técnicas y herramientas que surjan en el futuro. Esta versatilidad les hace especialmente valiosos en organizaciones en las que sea necesaria una innovación permanente.

El Ingeniero en Informática es un experto en tecnología del software, en arquitectura y tecnología de los computadores, en tecnología de las redes de computadores y en equipos electrónicos, conocimientos que le capacitan para trabajar en todo tipo de empresas y en todos los departamentos de la empresa, aunque fundamentalmente se agrupan en el

departamento de informática.

Por lo tanto, los titulados en estas carreras son los más adecuados para afrontar el cambio tecnológico en las empresas al poder incorporarse sin problemas en compañías del sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Departamentos de Informática de empresas de cualquier sector con implantación de Nuevas Tecnologías, con las funciones de diseñar, desarrollar, mantener y comercializar equipos y sistemas que incorporen subsistemas informáticos y telemáticos.

Asimismo, y según el Programa Formativo de la Universidad Cardenal Herrera (CEU), las funciones propias a desarrollar por un Ingeniero en Informática son: análisis; dirección de informática y departamentos de desarrollo; dirección y organización de proyectos informáticos y centros de programación de datos; mantenimiento de infraestructuras; arquitectura, análisis y diseño de sistemas informáticos; técnico de sistemas, bases de datos y comunicaciones; consultoría técnica; auditoría informática; inteligencia artificial y nuevas tecnologías; diseño, selección y evaluación de infraestructuras de computación y lógica; optimización de métodos y medios de comunicación con el computador y los usuarios; concepción de proyectos y aplicaciones para su posterior análisis y ejecución; investigación; formación; docencia; técnicos comerciales y puestos de dirección en cualquier área empresarial con la realización de estudios de postgrado en economía.

Por lo tanto debemos destacar la importancia que el momento actual de creación de planes de estudio tiene para la Ingeniería Informática y, por tanto, para el futuro de la productividad y competitividad del tejido empresarial español, resaltando la necesidad de que los ingenieros en Informática cuenten con especialización en varias áreas y cuenten con certificaciones profesionales que les permitan poder aportar a las empresas en las que trabajen los conocimientos necesarios para que éstas puedan aprovechar con garantías las ventajas de las TIC.

V. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Puede decirse que el crecimiento de la productividad es un elemento importante del desarrollo sostenible, puesto que se basa en el principio de la eficacia económica (producir mejor con menos recursos) reduciendo todo ello en el bienestar social.

Dada la estrecha relación entre desarrollo tecnológico y productividad, es necesario convencer a las empresas de la validez de las nuevas tecnologías para su negocio, mediante actividades de divulgación y formación. Además, precisan asesoramiento que genere confianza en lo que puede ofrecerle la aplicación de nuevos servicios y aplicaciones basadas en el uso de las telecomunicaciones.

La inversión en TIC no mejorará la productividad empresarial o de la sociedad en general, a menos que **empleados** y procesos de trabajo se adecuen al uso de las mismas. No se trata sólo de que las empresas se conecten a Internet, sino de que integren de forma productiva las TIC en

sus procesos empresariales.

El factor fundamental para obtener un aumento de la productividad derivado de la implantación de TIC es contar con personal cualificado y correctamente formado, siendo de vital importancia para esto los nuevos planes de estudios asociados a la Ingeniería Informática.

De todas estas premisas que hemos visto es fácil deducir que la empresa que no logre subir al tren tecnológico perderá en gran medida su capacidad productiva y competitiva; por tanto, adquiere importancia capital que la política económica del país tenga esto en cuenta para elaborar y desarrollar medidas y estrategias destinadas a ayudar a las empresas, a que puedan aplicar a su gestión todos los avances y herramientas tecnológicas que se han ido desarrollando a lo largo de las últimas décadas y, de esta manera, no se queden fuera del mercado.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación es parte de los proyectos de innovación docente “Proceso de Reificación de las Competencias Generales y Específicas para el Grado de Ingeniería Informática y Definición de un Plan de Métricas de Evaluación de dichas Competencias”, y “Implantación y Orquestación de los Contenidos de Seguridad en el Grado en Ingeniería Informática que Favorezca en Acercamiento a las Principales Certificaciones Profesionales de Seguridad y Auditoría”, “Utilización de métricas asociadas a las competencias generales y específicas del Grado de Ingeniería Informática para ayudar a los alumnos en su orientación profesional” concedidos dentro de la 6ª y 7ª Convocatoria de Ayudas para Proyectos de Innovación Docente promovidos por el Vicerrectorado de Ordenación Académica y Formación Permanente de la Universidad de Castilla-la Mancha. También es parte de los siguientes proyectos: SIGMA-CC (TIN2012-36904) and GEODAS (TIN2012-37493-C03-01) financiados por el “Ministerio de Economía y Competitividad” (España). Y por el proyecto PROMETEO financiado por la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) del Gobierno de Ecuador.

Referencias

- [1] Roach, S.S. and M. Stanley, *America's technology dilemma: A profile of the information economy*1987: Morgan Stanley.
- [2] Mas, M. and J. Quesada, *Las nuevas tecnologías y el crecimiento económico en España*2005: Fundación BBVA.
- [3] Jorgenson, D.W. and K.J. Stiroh, *Information technology and growth*. American Economic Review, 1999: p. 109-115.
- [4] López, C.R., *Evolución reciente de la productividad en España: ¿hacia la recuperación o hacia el estancamiento?* Economía industrial, 2013(390): p. 55-66.
- [5] Alderete, M. and L. Gutiérrez, *TIC y productividad en las industrias de servicios en Colombia*. Lecturas de Economía, 2012(77): p. 163-188.
- [6] Díaz-Chao, Á., O. Miralbell-Izard, and J. Torrent-Sellens, *Information and Communication Technologies, Innovation, and Firm Productivity in Small and Medium-Sized Travel Agencies New Evidence from Spain*. Journal of Travel Research, 2015: p. 0047287515583357.

- [7] Pérez Pérez, M., et al., *Las TIC en la pymes: estudio de resultados y factores de adopción*. Economía industrial, 2006(360): p. 93-105.
- [8] Miller, B. and R. Atkinson, *Raising European Productivity Growth Through ICT*, T.I.T.I. Foundation, Editor 2014.
- [9] Pérez, L., *Entrevista a Alfonso Arbaiza, Director general de Fundetec: "tenemos que lograr que España se suba al tren tecnológico europeo y no lo pierda"*. Partida doble, 2008(204): p. 14-17.
- [10] Guevara, L.M., C. Morales Pinzón, and P.E. Gutiérrez Cardoso, *EL aprendizaje organizacional: el aporte de las tecnologías de comunicación e información*, 2012.
- [11] Modrego-Rico, A., et al., *Evaluación de los parques científicos y tecnológicos españoles*. 2009.
- [12] Fedit, *Annual Report 2010, 2011, 2012 y 2013. Technology Centers of Spain*. FEDIT, 2013.
- [13] Alarcón, R.F. and E. Trujillo, *Una Sociedad de la Información para todos*. Revista AHCIET: revista de telecomunicaciones, 2006(105): p. 6.
- [14] Zambrano, M.E., *Aumento de la Productividad y la Mejora del Nivel de Vida*. Cuadernos de la Facultad de Ingeniería e Informática, 2007(2).
- [15] ACM, *Computer science curriculum 2008: An interim revision of CS 2001*, in *Review Task Force*, R.f.t. Interim, Editor 2008, ACM.
- [16] Tripp, L., *SWEBOOK: Guide to the Software Engineering Body of Knowledge*, I.C. Society, Editor 2004: Los Alamitos, California.
- [17] Lavrischeva, E.M. *Classification of Software Engineering Disciplines*. in *Kibernetika i Sistemnyi Analiz*. 2008.
- [18] L.E. Sánchez, et al., *Ingeniería del Software: Tendencias Profesionales.*, in *I European Workshop on Computing and ICT Professionalism (EWCIP10)*, 2010: Santiago de Compostela, España. p. 529-536.
- [19] L.E. Sánchez, et al., *Papel de las certificaciones profesionales en la enseñanza universitaria de ingeniería de software en España*, in *Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software (REICIS)* 2010. p. 6-24.
- [20] L.E. Sánchez, et al., *Proceso de Reificación de las Competencias Generales y Específicas para el Grado en Ingeniería Informática y Definición de un Plan de Métricas de Evaluación de dichas Competencias*, in *XVII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JENU11)*, C.d.O.d.I.X.J.d.E.U.d.I. Informática, Editor 2011: Sevilla (España). p. 51-58.
- [21] L.E. Sánchez, et al., *Métricas para la medición de las Competencias Generales y Específicas para el Grado en Ingeniería Informática*, in *XVIII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JENU12)*, C.d.O.d.I.X.J.d.E.U.d.I. Informática, Editor 2012: Ciudad Real (España). p. 145-152.
- [22] Rosado, D.G., et al., *Content related to Computing Security on Computer Engineering Degree according to International Professional Certificates*. IEEE Transactions Latinoamerica, 2015. 13(6).



Antonio Santos-Olmo is MSc in Computer Science and is an Assistant Professor at the Escuela Superior de Informática of the Universidad de Castilla-La Mancha in Ciudad Real (Spain) (Computer Science Department, University of Castilla La Mancha, Ciudad Real, Spain), MSc in Information Systems Audit from the Polytechnic University of Madrid, and Certified Information System Auditor by ISACA. He is the Director of Software Factory departments of the company Sicaman Nuevas Tecnologías S.L. His research activities are management security system, security metrics, data mining, data cleaning, and business intelligence. He participates in the GSyA research group of the Department of Computer Science at the University of Castilla-La Mancha, in Ciudad Real (Spain). He belongs to various professional and research associations (COIICLM, ATI, ASIA, ISACA, eSEC, INTECO, etc).



Luis Enrique Sánchez is PhD and MSc in Computer Science and is an Professor at the Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE) of Latacunga (Ecuador), MSc in Information Systems Audit from the Polytechnic University of Madrid, and Certified Information System Auditor by ISACA. He is the Director of Professional Services and R&D departments of the company Sicaman Nuevas Tecnologías S.L. COIICLM board or committee member and responsible for the professional services committee. His research activities are management security system, security metrics, data mining, data cleaning, and business intelligence. He participates in the GSyA research group of the Department of Computer Science at the University of Castilla-La Mancha, in Ciudad Real (Spain). He belongs to various professional and research associations (COIICLM, ATI, ASIA, ISACA, eSEC, INTECO, etc).



Monica Karel Huerta is PhD in Telematic Engineering from Polytechnic University of Catalonia (Spain) in 2006 with the distinction of Cum-laude. Also she is MSc in Biomedical Engineering and Electrical Engineer from Simon Bolivar University (USB) in 1999 and 1994 respectively. She was Professor, Dean of Graduate Studies and Coordinator of the Doctorate in Engineering at USB. She was the founder of Networks and Telematics group in USB. She is a senior member of the IEEE, and belongs at Women in Engineering, Communications and Engineering in Medicine and Biology societies. She is currently professor at the Salesian University (Ecuador). Her research focuses on wireless networks, sensor networks, telemedicine and optical communications.



Esther Álvarez President of Private Foundation Innova and Research of the UPM. Consultant in strategic communications programs radio, mobile and wireless both public and private sectors and in civil and military. Currently a member of the board of the Delegation of COIT (Association of Telecommunications Engineers) CLM, representative of Castilla La Mancha in the groups of the free and COIT New Technologies of the National Coordinator of the Treatment Research Chair in Digital Image at the Madrid Polytechnic University of Madrid. PhD in Information Systems specializing in Business ETSI Industriales (UPM) and the Specialty Program Communications Signals, Systems and Radiocommunications Department SSR ETSI Telecomunicaciones (UPM). It Telecommunications Engineering from UPM. Specialty Communications.



Eduardo Fernández-Medina holds a PhD. and an MSc. in Computer Science from the University of Sevilla. He is associate Professor at the Escuela Superior de Informática of the University of Castilla-La Mancha at Ciudad Real (Spain), his research activity being in the field of security in databases, datawarehouses, web services and information systems, and also in security metrics. Fernández-Medina is co-editor of several books and chapter books on these subjects, and has several dozens of papers in national and international conferences (DEXA, CAISE, UML, ER, etc.). Author of several manuscripts in national and international journals (Information Software Technology, Computers And Security, Information Systems Security, etc.), he is director of the GSyA research group of the Information Systems and Technologies Department at the University of Castilla-La Mancha, in Ciudad Real, Spain. He belongs to various professional and research associations (ATI, AEC, ISO, IFIP WG11.3 etc.).