

FIGURA 1
MODELO DE INVESTIGACIÓN



Fuente: Elaboración propia

ciones de bajo nivel ventas internacionales y más fuerte en condiciones de un elevado nivel de ventas internacionales»

H₁₄: «El efecto positivo del uso de negocio electrónico a nivel organizativo sobre los resultados empresariales está moderado por el sector industrial, de forma que está relación será más débil en sectores con menos necesidades de procesar información como el sector de la construcción y más fuerte en otros con mayores necesidades de procesar información como los sectores de fabricación, comercial y servicios»

A continuación, en la figura 1, se representa el modelo de investigación y las relaciones objeto de estudio.

METODOLOGÍA

Recogida de datos

La población de este estudio la integran PYMEs de la Región de Murcia de diferentes sectores, incluyendo industrias manufactureras, comerciales, construcción y de servicios. Para ello, se siguió la definición de PYME ofrecida por la Comisión Europea (2003/361/CE) añadiendo la condición de que las empresas tenían que tener al menos 20 trabajadores para que exista cierta complejidad empresarial que aconseje el uso de TICs. Las compañías seleccionadas, por tanto, tenían que cumplir los siguientes criterios: $20 \leq \text{empleados} < 250$; cifra de negocio $\leq \text{€}50$ millones; y activos totales $\leq \text{€}43$ millones. Estudios previos en la materia han empleado PYMEs de al menos 20 empleados en el diseño de su

investigación (Carmeli y Shteigman, 2010; Lubatkin *et al.*, 2006). La población total de empresas siguiendo los criterios especificados fue de 2246 empresas. La selección de la muestra se realizó de forma aleatoria a partir de la base de datos SABI, que contiene los datos de contacto, financieros y contables de las empresas españolas presentes en el Registro Mercantil, con el objetivo de cumplir las cuotas de participación de empresas en la muestra cumpliendo los criterios de sector y número de empleados presentes en la población.

La recogida de información se realizó en dos fases: un estudio piloto (pre-test del cuestionario) y estudio definitivo. Para participar en el estudio piloto, se seleccionaron cinco PYMEs de diferentes sectores. A partir de sus respuestas, se hicieron pequeñas modificaciones referidas sobre todo a la clarificación de las preguntas de cara a la fase de recogida definitiva de datos. El trabajo de campo se realizó durante el año 2012. Se obtuvo una muestra final de 550 cuestionarios válidos, lo que supone un error muestral del 3,63% con un nivel de significación de 95,5%, $p=q=50$.

Medición de las variables del estudio

La selección de variables para el estudio se realizó a partir de una extensa revisión de la literatura, empleando para ello escalas previas en la literatura. Posteriormente, se utilizó un Análisis Factorial Exploratorio (AFE) y un Análisis Factorial Confirmatorio (AFC) para corroborar la idoneidad de las medidas. La mayoría de las variables, a excepción de algunas variables continuas, se midieron con una escala de Likert de 5 puntos, que iba desde totalmente de acuerdo (1) a totalmente en

TABLA 1
FIABILIDAD Y VALIDEZ CONVERGENTE

Variable	Cargas Factoriales ^a	Estadístico-t	Alfa de Cronbach	FC y VME
Integración tecnológica				
IT1	0,80	--	0,72	FC = 0,74
IT2	0,73	11,01		VME = 0,59
<i>RRHH comprometidos</i>				
RHC2	0,80	--		
RHC1	0,71	16,27	0,84	FC = 0,86
RHC3	0,73	17,04		VME = 0,55
RHC4	0,75	15,77		
RHC6	0,71	15,17		
<i>Uso Negocio Electrónico</i>				
UNE5	0,79	--		
UNE1	0,85	23,92	0,91	FC = 0,91
UNE3	0,78	21,41		VME = 0,66
UNE4	0,83	19,82		
UNE2	0,79	19,49		
<i>Innovación Empresarial</i>				
IE5	0,74	--		
IE4	0,73	22,86	0,86	FC = 0,87
IE3	0,75	14,74		VME = 0,57
IE1	0,72	14,18		
IE2	0,80	14,13		
<i>Resultados Empresariales 1</i>				
RE1	0,90	--	0,89	FC = 0,92
RE2	0,95	17,51		VME = 0,86
<i>Resultados Empresariales 2</i>				
RE9	0,77	--	0,86	FC = 0,87
RE10	0,94	16,58		VME = 0,74
<i>Resultados Empresariales 3</i>				
RE6	0,94	--	0,87	FC = 0,93
RE5	0,89	29,77		VME = 0,81
RE7	0,85	18,03		

^a Todas las cargas factoriales son significativas al nivel $p < 0,01$; FC: fiabilidad compuesta;
Los indicadores no significativos fueron eliminados (UNE6 y RE8)
(--): Indicadores empleados para fijar la escala
VME: varianza media extraída; na: no aplicable a variables de un solo ítem.

Fuente: Elaboración propia

desacuerdo (5). En el apéndice se ofrece una versión detallada sobre las escalas de medición de las variables del estudio.

La mayoría de las variables fueron operacionalizadas como constructos multi-ítem. El constructo sobre el grado de uso de negocio electrónico a nivel global y organizativo, basado en las medidas de Zhu y Kraemer (2005) y Zhu *et al.* (2006), consiste de seis ítems que evalúan el nivel de uso tecnologías de Internet en la empresa para apoyar procesos de negocio a lo largo de la cadena de valor: diseño de productos o servicios, compra de materias primas, fabricación de productos o prestación de servicios, ventas de productos o servicios, distribución de productos o servicios, servicio postventa a clientes. El constructo de innovación empresarial evalúa el nivel de obtención de nuevos productos, servicios y procesos empresariales, así como el esfuerzo en innovación. Para medir este constructo se emplearon cinco ítems de estudios previos: Lee y Choi (2003), López-Nicolás y Meroño-Cerdán (2011) y Manu (1992). El desempeño organizativo se midió comparando los resultados de la empresa en relación con los de los competidores de la en base a diez ítems

empleados en estudios previos (Aragón-Correa *et al.*, 2008; Chen *et al.*, 2009; Judge y Douglas, 1998; Quinn y Rohrbaugh, 1983).

Otras variables de esta investigación se operacionalizaron directamente a partir de variables observadas. La competencia horizontal de rivales existentes y de productos substitutivos se mide a partir de dos conceptos de los cinco propuestos en el modelo de las cinco fuerzas (Porter, 1985), tal y como se ha realizado en estudios previos (Thong, 1999; Zhu *et al.*, 2004). A partir de los trabajos de Zhu *et al.*, (2006) y Zhu y Kraemer (2005), el nivel de tecnología Web disponible mide el número de tecnologías que la empresa tiene de las siguientes: sitio web, intranet y extranet. Por último, por lo que se refiere al alcance internacional de la empresa, se incluyeron dos ítems basados en Zhu *et al.* (2006) que miden el alcance internacional a través de las ventas y compras internacionales de la empresa.

Validación de instrumentos de medida

Para evaluar la adecuación de las variables empleadas en el modelo de investigación, realizamos un

TABLA 2
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS Y VALIDEZ DISCRIMINANTE

Variables	M.	DS													
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1. Tecnología disponible	2,34	0,63	na												
2. Integración tecnológica	2,66	1,16	0,034	0,591											
3. Conocimientos tecnológicos	0,02	0,05	0,013	0,002	na										
4. Ventas Internacionales	12,5	24,8	0,003	0,001	0,002	na									
5. Compras internacionales	8,67	20,2	0,005	0,006	0,000	0,103	na								
6. RRHH comprometidos	3,90	0,77	0,014	0,005	0,006	0,001	0,001	0,554							
7. Rivalidad competidores	4,23	0,97	0,000	0,014	0,000	0,001	0,001	0,007	na						
8. Rivalidad Sustitutivos	2,66	1,29	0,002	0,038	0,001	0,006	0,001	0,001	0,005	na					
9. Uso de negocio electrónico	3,13	1,09	0,110	0,278	0,003	0,012	0,017	0,004	0,001	0,039	0,812				
10. Innovación Empresarial	3,17	0,94	0,081	0,001	0,023	0,015	0,022	0,104	0,007	0,008	0,048	0,568			
11. Resultados Empres. 1	3,10	0,88	0,020	0,007	0,003	0,003	0,001	0,058	0,011	0,003	0,033	0,111	0,861		
12. Resultados Empres. 2	3,68	0,91	0,002	0,014	0,000	0,001	0,002	0,180	0,004	0,004	0,026	0,058	0,059	0,745	
13. Resultados Empres. 3	3,91	0,83	0,018	0,019	0,007	0,001	0,001	0,122	0,004	0,005	0,079	0,093	0,049	0,285	0,811

M: media de la variable; DS: desviación estándar; Los valores de la diagonal representan la Varianza Media Extraída; La varianza compartida se muestra en el triángulo inferior de la matriz; na: no aplicable a variables de un solo ítem.

Fuente: Elaboración propia

AFE de componentes principales con rotación Varimax con todas las variables del modelo, mediante el software IBM SPSS (versión 22.0), con la condición de que los autovalores de los factores extraídos fueran superiores a la unidad. El AFE arrojó unos resultados satisfactorios: KMO= 0,858, varianza total explicada= 72,8%, cargas factoriales > 0,50 (Hair *et al.*, 1999). A continuación, para validar los factores del modelo de investigación se realizó un AFC por el método de máxima verosimilitud, mediante el software IBM Amos (versión 22.0). A través de este análisis, se valoró el ajuste del modelo, la fiabilidad y la validez de las escalas. Los resultados del modelo de medida presentaron un buen ajuste ($\chi^2(223) = 413,204$; RMSEA= 0,039; CFI= 0,97; IFI= 0,97; GFI= 0,95).

En la tabla 1 se muestran los resultados de fiabilidad y validez del modelo de medida. Para evaluar la fiabilidad de los constructos se emplearon dos formas de acuerdo con Churchill (1979) y Fornell y Larcker (1981): la fiabilidad compuesta y la varianza media extraída. Todos los constructos tienen una fiabilidad compuesta por encima del punto de corte de 0,70 como sugiere Straub (1989). Por su parte, los valores del Alfa de Cronbach son superiores a 0,7. De igual

forma, el valor de la varianza media extraída para cada uno de ellos excede el límite inferior de 0,5 que establecen Fornell y Larcker (1981). Por tanto, podemos concluir que la fiabilidad de estos constructos es adecuada. La validez convergente se verificó a través del estadístico *t* para cada carga factorial. Dos indicadores (UNE6 y RE8) correspondientes a los constructos «Desempeño organizativo (medidas de percepción)» y «Uso de negocio electrónico a nivel global y organizativo» resultaron ser no significativos. Después de eliminar estos indicadores, todas las cargas factoriales resultaron ser significativas como se muestra en la tabla 1. Así, podemos decir que existe una validez convergente aceptable. La validez discriminante se verificó atendiendo al criterio propuesto por Fornell y Larcker (1981): comparación de varianza media extraída y la varianza compartida de los constructos (ver tabla 2). Los resultados mostraron que existe validez discriminante.

Los constructos han sido validados adecuadamente atendiendo a los tests estadísticos de fiabilidad y validez. Por tanto, los estadísticos de bondad de ajuste y las medidas de fiabilidad y validez permiten confirmar el modelo de medida propuesto como válido.

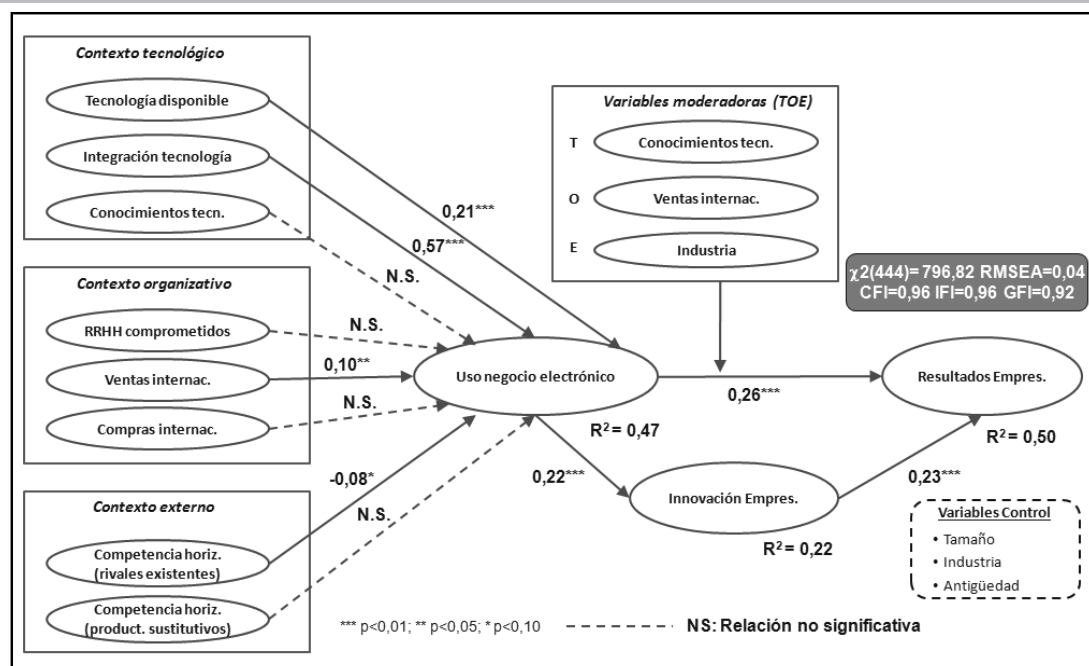
TABLA 3
RESULTADOS EMPRESARIALES COMO CONSTRUCTO DE SEGUNDO ORDEN

Constructo de primer orden	Primer orden			Segundo orden		
	Indicator	Cargas Factoriales ^a	Estadístico-t	Cargas Factoriales ^a	Estadístico-t	FC y VME
Resultados Empresariales 1	RE1	0,93	--	0,67	--	FC = 0,75 VME = 0,51
	RE2	0,92	14,53			
Resultados Empresariales 2	RE9	0,76	--	0,75	6,88	
	RE10	0,93	15,87			
Resultados Empresariales 3	RE6	0,94	--	0,72	7,39	
	RE5	0,89	29,53			
	RE7	0,75	17,98			

^a Todas las cargas factoriales son significativas al nivel $p < 0,01$; (--): Indicadores empleados para fijar la escala
FC: fiabilidad compuesta; VME: varianza media extraída.

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 2
RESULTADOS DEL MODELO ESTRUCTURAL



Fuente: Elaboración propia

El constructo de resultados empresariales consta de varias dimensiones, por lo que se procedió a analizar si puede medirse como un constructo de segundo orden. Para ello, se realizó nuevamente el AFC pero incluyendo esta vez el constructo de resultados empresariales como un constructo de segundo orden. La tabla 3 muestra que el constructo de resultados empresariales puede medirse como un constructo de segundo orden que consta de tres dimensiones: resultados financieros, resultados con clientes, y resultados sobre moral de empleados. Estas dimensiones se corresponden con tres dimensiones básicas identificadas por Quinn and Rohrbaugh (1983): el modelo racional,

el modelo de sistema abierto y el modelo de relaciones humanas.

RESULTADOS DEL CONTRASTE DE HIPÓTESIS

Este trabajo utiliza la técnica multivariante de ecuaciones estructurales basada en covarianzas empleando el método de máxima verosimilitud para el contraste de hipótesis. Los resultados del modelo estructural se muestran en la figura 2 (resultados de hipótesis). El ajuste del modelo estructural resultó ser satisfactorio ($\chi^2(444) = 796,820$; RMSEA = 0,04; CFI = 0,96; IFI = 0,96; GFI = 0,92). Por lo que respecta al contraste de hipótesis, en la

TABLA 4
EFECTOS MODERADORES DE VARIABLES TOE

Relación	Moderador		Coefficientes estandarizados	t-test
Negocio electrónico → Resultados empresariales	Conocimientos Tecnológicos	Altos	0,249***	t= 1,79*
		Bajos	0,137*	
Negocio electrónico → Resultados empresariales	Ventas internacionales	Altas	0,391***	t= 1,66*
		Bajas	0,239***	
Negocio electrónico → Resultados empresariales	Sector Empresarial	Fabricación	0,406***	t= 2,62***
		Construcción	0,016	
Negocio electrónico → Resultados empresariales	Sector Empresarial	Servicios	0,191**	t= 1,73*
		Construcción	0,016	
Negocio electrónico → Resultados empresariales	Sector Empresarial	Comercial	0,437***	t= 1,98**
		Construcción	0,016	

***p<0,01; **p<0,05; *p<0,10.

Fuente: Elaboración propia

figura 2 se muestran los coeficientes estandarizados de las relaciones.

Los resultados confirman las hipótesis H1, H2, H5, H7, H9 y H10, mientras que las hipótesis H3, H4, H6 y H8 resultaron ser no significativas. La hipótesis H11 establece que la innovación media la relación entre el grado de uso de negocio electrónico y resultados empresariales. Una variable se considera mediadora cuando al introducirla en un modelo elimina la influencia de una variable independiente sobre otra dependiente. Se llevaron a cabo tres tests estadísticos para examinar el efecto mediador de la innovación: el Sobel test, el Aroian test y el Goodman test (MacKinnon *et al.* 1995). Los resultados de los tres tests para la hipótesis H11 resultaron ser significativos al nivel $p<0,01$ (estadístico Sobel test: 3,804; estadístico Aroian test: 3,772; estadístico Goodman test: 3,837). Así, a partir de los resultados obtenidos se obtiene confirmación para el efecto mediador de la innovación. Los hallazgos apoyan un efecto mediador parcial de la innovación entre el grado de uso de negocio electrónico y resultados empresariales, puesto que el efecto del uso de negocio electrónico sobre los resultados empresariales se reduce cuando se añade la variable de innovación. Por tanto, los resultados ofrecen apoyo parcial para la hipótesis H11.

Para testar el efecto moderador de variables TOE (conocimientos tecnológicos, ventas internacionales e industria) en la relación entre el negocio electrónico a nivel organizativo y los resultados empresariales, se empleó un análisis multigrupo con la metodología de mínimos cuadrados parciales (Correia y Miranda, 2011; Sánchez-Franco y Roldán, 2005). El test compara los cambios estructurales del modelo para determinar en qué medida los coeficientes del modelo son idénticos en las 2 submuestras y determinar si existe un efecto moderador global de la variable propuesta. Se utilizó la mediana de las variables conocimientos tecnológicos y ventas internacionales para segmentar la base de datos, y así

diferenciar entre aquellos individuos que manifestaban una posición superior o inferior a la mediana respecto a las variables en cuestión.

Antes de contrastar las hipótesis sobre los efectos moderadores se comprobó la invarianza de los modelos de medida, es decir, que existía un buen ajuste del modelo en cada una de las submuestras lo que permitía su comparación. Los resultados del contraste de hipótesis sobre variables TOE contingentes se presentan en la tabla 4. Los resultados corroboran que el efecto positivo del uso de negocio electrónico a nivel global y organizativo sobre los resultados empresariales está moderado por los conocimientos en TICs, el nivel de ventas internacionales y el sector de actividad.

En resumen, para en el modelo de investigación se encuentra confirmación para las hipótesis H1, H2, H5, H7, H9, H10, H11, H12, H13 y H14, mientras que no existe apoyo para las hipótesis H3, H4, H6 y H8.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El negocio electrónico es uno de los aspectos más visibles de la transformación digital de los negocios. Este trabajo centra su investigación en la PYME, donde evalúa los antecedentes y las consecuencias del negocio electrónico a nivel organizativo. Los resultados del contraste de hipótesis de los modelos de investigación nos permiten establecer algunas conclusiones importantes. En primer lugar, los estudios realizados muestran que los factores tecnológicos afectan de forma diferente al negocio electrónico a nivel global y organizativo (a lo largo de la cadena de valor). Los resultados demuestran que la tecnología Web disponible y la integración tecnológica favorecen el uso de negocio electrónico a nivel global, mientras que los conocimientos en TICs no parecen ser tan importantes cuando nos referimos al negocio electrónico a nivel global. Estos hallazgos corroboran los resultados de estudios anteriores que consideran que la capacidad tecnológica de una empresa medida

como las tecnologías disponibles y la integración de éstas tiene un efecto positivo sobre el uso y la creación de valor del negocio electrónico (Zhu *et al.*, 2004; Zhu y Kraemer, 2005) así como otros estudios más recientes que, como la presente investigación, miden de forma independientemente la tecnología disponible y la integración tecnológica (Zhu *et al.*, 2006).

Por otra parte, la influencia de los conocimientos en TICs en la empresa sobre el negocio electrónico a nivel global y organizativo no resulta significativa. De igual forma, cuando se analiza el efecto de las prácticas de recursos humanos orientadas al compromiso sobre el negocio electrónico a nivel global la relación resulta ser no significativa. Una posible explicación sobre estos resultados es que, para la adopción y uso organizativo del negocio electrónico a nivel global y organizativo, los activos tangibles basados en TICs como la integración tecnológica son si cabe más importantes. Esto puede deberse a que el negocio electrónico a nivel global comprende actividades empresariales muy diversas (fabricación, ventas, logística...) en las que la automatización de los procesos es un factor clave.

En referencia al alcance internacional, los resultados son considerados coherentes. Así las ventas internacionales tienen un impacto sobre el negocio electrónico a nivel global, mientras que las compras internacionales no parecen tener influencia sobre el negocio electrónico a nivel global. Por tanto, los resultados apoyan de manera parcial hallazgos previos, ya que éstos consideran el alcance internacional como ventas y compras internacionales conjuntamente (Zhu *et al.*, 2004; Zhu y Kraemer, 2005; Zhu *et al.*, 2006). Una posible explicación de los resultados obtenidos es que es muy posible que las PYMEs con mayor nivel de ventas internacionales enfoquen sus esfuerzos hacia la automatización de procesos electrónicos de negocio, entre los que muy posiblemente se encuentre el propio proceso de ventas, mientras que las compras internacionales ya están muy extendidas entre las PYMEs y, por tanto, no necesariamente coinciden con empresas con una elevada automatización de los procesos electrónicos.

En tercer lugar, cuando nos centramos en los factores correspondientes al entorno y sus efectos sobre el negocio electrónico a nivel global, se obtiene una relación negativa entre competencia horizontal de rivales existentes y el negocio electrónico a nivel global, así como una relación no significativa entre competencia horizontal de productos sustitutivos y negocio electrónico. Estos resultados apoyan parcialmente la literatura actual (Chan *et al.*, 2012; Zhu *et al.*, 2006), que demuestra que la competencia puede dificultar el uso de tecnologías de Internet en la empresa. En este sentido, aunque la presión externa afecta a la adopción de negocio electrónico (Del Aguila y Padilla, 2008; Wang y Ahmed, 2009), el grado de competencia no es necesariamente bueno para el uso de la tecnología. La existencia de demasiada presión competitiva lleva a las empresas a cambiar rápido de una tecnología a otra sin que exista un tiempo suficiente para usarla y rentabilizarla la anterior tecnología (Zhu *et al.*, 2004; Zhu *et al.*, 2006).

En cuarto lugar, los resultados referidos a la relación del negocio electrónico con la innovación empresarial, señalan que existe una relación positiva entre estos constructos. Dichos hallazgos apoyan las premisas de investigación existente que sugieren que los usos de las tecnologías de Internet (incluyendo la forma de compartir conocimiento) están relacionados con la innovación (Meroño-Cerdán *et al.*, 2008). Atendiendo a los posibles efectos mediadores, se confirma que la innovación ejerce un efecto mediador en la relación de negocio electrónico a nivel global y el desempeño organizativo. Estos resultados están en la línea de la literatura previa que ha examinado relaciones entre tecnologías de información, gestión de conocimiento y resultados empresariales (Lopez-Nicolas y Meroño-Cerdán, 2011; Pérez-López y Alegre, 2012), obteniendo resultados directos e indirectos entre tecnologías de información, gestión de conocimiento y resultados empresariales. A raíz de los hallazgos obtenidos, podemos concluir que el negocio electrónico a nivel global puede mejorar los resultados empresariales a través de la innovación empresarial.

Por último, los resultados obtenidos apoyan la hipótesis que establece que el efecto positivo del uso de negocio electrónico a nivel organizativo sobre los resultados empresariales está moderado por el conocimiento en TICs en la empresa. Estos resultados confirman la investigación existente que ha mostrado una relación de correlación positiva entre las habilidades en TICs y el uso eficiente de las nuevas tecnologías para la obtención de ventajas competitivas (Lee *et al.*, 1995; Mata *et al.*, 1995; Ravichandran y Lertwongsatien, 2005). Por tanto, podemos concluir que, si bien disponer de expertos en TICs no garantiza un mayor uso del negocio electrónico a nivel organizativo, disponer de expertos en TICs sí es determinante de cara a mejorar el impacto que el negocio electrónico tiene sobre el desempeño organizativo. Al mismo tiempo, los resultados obtenidos permiten confirmar que el efecto positivo del uso de negocio electrónico a nivel organizativo sobre los resultados empresariales está moderado por el nivel de ventas internacionales, de forma que esta relación será más débil bajo condiciones de bajo nivel de ventas internacionales y más fuerte en condiciones de un elevado nivel de ventas internacionales. Además, los hallazgos corroboran que el efecto positivo del uso de negocio electrónico a nivel organizativo sobre los resultados empresariales está moderado por el sector industrial, de forma que esta relación será más débil en sectores con menos necesidades de procesar información como el sector de la construcción y más fuerte en aquellos con mayores necesidades de procesar información como los sectores de fabricación, comercial y servicios. Estos resultados confirman la investigación existente (Premkumar y King, 1994; Yap, 1990; Zhu y Kraemer, 2006).

LIMITACIONES DEL TRABAJO Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo de investigación, como cualquier otro en áreas de Ciencias Sociales y de la Empresa, no está

exento de limitaciones. Primero, la muestra empleada para el estudio procede de un único país y Región. Los resultados pueden ser extrapolables en gran medida a otros países porque España y la Región de Murcia tienen un desarrollo económico y tecnológico similar al de otros países miembros de la OCDE. Sin embargo, en futuros estudios se podría intentar obtener una muestra que combine o relacione distintos países, pues así se daría una perspectiva más internacional al estudio a la vez que se podrían realizar comparaciones interesantes. Segundo, como en la mayoría de estudios en la literatura de SI, los instrumentos de medida no vienen preestablecidos. En el área de negocio electrónico el desarrollo de instrumentos de medida es todavía un procedimiento continuo de medición, prueba y refinamiento (Straub *et al.*, 2002). Aunque la fiabilidad y validez de las medidas se prueba en este trabajo, sería necesario que se llevarán a cabo más estudios que determinen la validez externa de los resultados. Además, futuros estudios podrían considerar otras variables pertenecientes al contexto organizativo como: estrategia empresarial, cultura organizativa y/o estilo de liderazgo. Tercero, para la recogida de datos se emplea el método del informante clave (*key informant*). Este método presenta el inconveniente de que se limita a una persona entrevistada por empresa. Aunque se comprobó que no existía sesgo por el método común, futuros estudios se podrían poner en marcha instrumentos de medida que contemplen la recogida de información de varias personas dentro de cada organización. Cuarto, este estudio es de naturaleza transversal, lo que hace difícil comprender cómo los factores contextuales afectan al negocio electrónico en el largo plazo y cómo la importancia de dichos factores puede cambiar en distintos momentos. En este sentido, un futuro estudio longitudinal podría ayudar a enriquecer los resultados aquí obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA

- Adamides, E. D. y Karacapilidis, N. (2006). Information technology support for the knowledge and social processes of innovation management. *Technovation*, 26(1), 50-59.
- Alavi, M. y Leidner, D.E. (2001). Review: knowledge management and knowledge management systems: conceptual foundations and research issues. *MIS Quarterly*, 25(1), 107-136.
- Aragón-Correa, J. A., Hurtado-Torres, N. E., Sharma, S. y García-Morales, V. J. (2008). Environmental strategy and performance in small firms: A resource-based perspective. *Journal of Environmental Management*, 86(1), 88-103.
- Bhatt, G. D., Gupta, J. N. D. y Kitchens, F. (2005). An exploratory study of groupware use in the knowledge management process. *Journal of Enterprise Information Management*, 8(1), 28-46.
- Bordonaba-Juste, V., Lucia-Palacios, L. y Polo-Redondo, Y. (2012). Antecedents and consequences of e-business use for European retailers. *Internet Research*, 25(5), 532-550.
- Carmeli, A. y Shteigman, A. (2010). Top management team behavioral integration in small-sized firms: A social identity perspective. *Group Dynamics: Theory, Research and Practice*, 14(4), 318-331.
- Chan, F. T. S., Chong, A. Y. L. y Zhou, L. (2012). An empirical investigation of factors affecting e-collaboration diffusion in SMEs. *International Journal of Production Economics*, 138(2), 329-344.
- Chen, J. S., Tsou, H. T. y Huang, R. K. H. (2009). Service delivery innovation: Antecedents and impact on firm performance. *Journal of Service Research*, 12(1), 36-55.
- Churchill, G. (1979). A Paradigm for Developing Better Measures of Marketing Constructs. *Journal of Marketing Research*, 16(1), 64-73.
- Collins, C. J. y Smith, K. G. (2006). Knowledge exchange and combination: The role of human resource practices in the performance of high-technology firms. *Academy of Management Journal*, 49(3), 544-560.
- Correia, S. M. y Miranda, F. J. (2011). Brand equity and brand loyalty in the internet banking context: FIMIX-PLS market segmentation. *Journal of Service Science and Management*, 4(4), 476-485.
- Damanpour, F. (1996). Organizational complexity and innovation: Developing and testing multiple contingency models. *Management Science*, 42(5), 693-716.
- Del Aguila-Obra, A. y Padilla-Melendez, A. (2008). Organizational factors affecting Internet technology adoption. *Internet Research*, 16(1), 94-110.
- Devaraj, S. y Kohli, R. (2003). Performance impacts of information technology: is actual usage the missing link?. *Management Science*, 49(3), 273-289.
- Eisenberger, R., Armeli, S., Rexwinkel, B., Lynch, P. D. y L. Roades (2001). Reciprocation of perceived organizational support. *Journal of Applied Psychology*, 86(1), 42-51.
- Fornell, C. y Larcker, F. D. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50.
- Gu, V. C., Cao, Q. y Duan, W. (2012). Unified modeling language (UML) IT adoption - A holistic model of organizational capabilities perspective. *Decision Support Systems*, 54(1), 257-269.
- He, Z. L. y Wong, P. K. (2004). Exploration vs. exploitation: An empirical test of the ambidexterity hypothesis. *Organization Science*, 15(4), 481-494.
- Judge, W. Q. y Douglas, T. J. (1998). Performance implications of incorporating natural environmental issues into the strategic planning process: an empirical assessment. *Journal of Management Studies*, 35(1), 241-262.
- Kessler, E. H. (2003). Leveraging e-R&D processes: A knowledge-based view. *Technovation*, 23(12), 905-915.
- Lee, D. y Kim, H. (2014). The effects of network neutrality on the diffusion of new Internet application services. *Telematics and Informatics*, 31(3), 386-396.
- Lee, H. y Choi, B. (2003). Knowledge management enablers, processes, and organizational performance: an integrative view and empirical examination. *Journal of Management Information Systems*, 20(1), 179-228.
- Lee, S. M., Kim, Y. R. y Lee, J. (1995). An empirical study of the relationships among end-user information systems acceptance, training, and effectiveness. *Journal of Management Information Systems*, 12(2), 189-202.
- López-Nicolás, C. y Meroño-Cerdán, A. L. (2011). Strategic knowledge management, innovation and performance. *International Journal of Information Management*, 31(6), 502-509.
- López-Nicolás, C. y Soto-Acosta, P. (2010). Analyzing ICT adoption and use effects on knowledge creation: An empirical investigation in SMEs. *International Journal of Information Management*, 30(6), 521-528.
- Lubatkin, M. H., Simsek, Z., Ling, Y. y Veiga, J. F. (2006). Ambidexterity and performance in small- to medium-sized firms: the pivotal role of top management team behavioral integration. *Journal of Management*, 32(5), 646-672.

- Lucia-Palacios, L., Bordonaba-Juste, V. y Polo-Redondo, Y. (2014). E-business implementation and performance: analysis of mediating factors. *Internet Research*, 24(2), 223-245.
- Mackinnon, D. P., Warsi, G. y Dwyer, J. H. (1995). A simulation study of mediated effect measures. *Multivariate Behavioral Research*, 30(1), 41-62.
- Manu, F. A. (1992). Innovation orientation, environment and performance: A comparison of US and European markets. *Journal of International Business Studies*, 23(2), 333-359.
- Martin, L. M. y Matlay, H. (2001). «Blanket» approaches to promoting ICT in small firms: some lessons from the DTI ladder adoption model in the UK. *Internet Research*, 11(5), 399-410.
- Mata, F. J., Fuerst, W. L. y Barney, J. B. (1995). Information technology and sustained competitive advantage: a resource-based analysis. *MIS Quarterly*, 19(4), 487-505.
- Meroño-Cerdan, A. y Soto-Acosta, P. (2007). External web content and its influence on organizational performance. *European Journal of Information Systems*, 16(1), 66-80.
- Meroño-Cerdan, A., Soto-Acosta, P. y Lopez-Nicolas, C. (2008). Analyzing collaborative technologies' effect on performance through intranet use orientations. *Journal of Enterprise Information Management*, 21(1), 39-51.
- Nahapiet, J. y Ghoshal, S. (1998). Social capital, intellectual capital, and the organizational advantage. *Academy of Management Review*, 23(2), 242-266.
- O'Sullivan, D. y Dooley, L. (2010). Collaborative innovation for the management of information technology resources. *International Journal of Human Capital and Information Technology Professionals*, 1(1), 16-30.
- Pérez-López, S. y Alegre, J. (2012). Information technology competency, knowledge processes and firm performance. *Industrial Management & Data Systems*, 112(4), 644-662.
- Popa, S., Soto-Acosta, P. y Martínez-Conesa, I. (2017). Antecedents, moderators, and outcomes of innovation climate and open innovation: An empirical study in SMEs. *Technological Forecasting and Social Change*, 118(1), 134-142.
- Popa, S., Soto-Acosta, P. y Pérez-González, D. (2016). An investigation of the effect of electronic business on financial performance of Spanish manufacturing SMEs. *Technological Forecasting and Social Change*. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.012>
- Porter, M. E. (1985). *Competitive Advantage*. New York, NY: Free Press.
- Premkumar, G. y King, W. R. (1994). Organizational characteristics and information systems planning: an empirical study. *Information Systems Research*, 5(2), 75-109.
- Quinn, R. E. y Rohrbaugh, J. (1983). A spatial model of effectiveness criteria: Towards a competing values approach to organizational analysis. *Management Science*, 29(3), 363-377.
- Ravichandran, T. y Lertwongsatien, C. (2005). Effect of information systems resource and capabilities on firm performance: a resource-based perspective. *Journal of Information Systems*, 21(4), 237-276.
- Sánchez-Franco, M. J. y Roldán, J. L. (2005). Web acceptance and usage model: a comparison between goal-directed and experiential web users. *Internet Research*, 15(1), 21-48.
- Shi, S. (2013). The use of Web2.0 style technologies among Chinese civil society organizations. *Telematics and Informatics*, 30(4), 346-358.
- Soto-Acosta, P. y Meroño-Cerdan, A. L. (2008). Analyzing e-business value creation from a resource-based perspective. *International Journal of Information Management*, 28(1), 49-60.
- Soto-Acosta, P. y Meroño-Cerdan, A. L. (2009). Evaluating Internet technologies business effectiveness. *Telematics and Informatics*, 26(2), 211-221.
- Soto-Acosta, P., Colomo-Palacios, R. y Pérez-González, D. (2011). Examining whether highly e-innovative firms are more e-effective. *Informatica*, 35(4), 481-488.
- Soto-Acosta, P., Martínez-Conesa, I. y Colomo-Palacios, R. (2010). An empirical analysis of the relationship between IT training sources and IT value. *Information Systems Management*, 27(3), 274-283.
- Soto-Acosta, P., Popa, S. y Palacios-Marqués, D. (2017). Social web knowledge sharing and innovation performance in knowledge-intensive manufacturing SMEs. *Journal of Technology Transfer*, 42(2), 425-440.
- Straub, D. W. (1989). Validating instruments in MIS research. *MIS Quarterly*, 13(2), 147-169.
- Teo, T.S.H. y Pian, Y. (2004). A model for Web adoption. *Information & Management*, 41(4), 457-468.
- Thong, J. Y. L. (1999). An integrated model of information systems adoption in small businesses. *Journal of Management Information Systems*, 15(4), 187-214.
- Tsui, A. S., Pearce, J. L. y Porter, L. W. (1997). Alternative approaches to the employee-organization relationship: Does investment in employees pay off?. *Academy of Management Journal*, 40(5), 1089-1121.
- Valkokari, K., Paasi, J. y Rantala, T. (2012). Managing knowledge within networked innovation. *Knowledge Management Research & Practice*, 10(1), 27-40.
- Wade, M. y Hulland, J. (2004). The resource-based view and information systems research: review, extension, and suggestions for future research. *MIS Quarterly*, 28(1), 107-142.
- Wang, Y. y Ahmed, P. (2009). The moderating effect of the business strategic orientation on e-commerce adoption: Evidence from UK family run SMEs. *Journal of Strategic Information System*, 18(1), 16-30.
- Wayne, S. J., Shore, L. M. y Liden, R. C. (1997). Perceived organizational support and leader-member exchange: A social exchange perspective. *Academy of Management Journal*, 40(1), 82-111.
- Yap, C. S. (1990). Distinguishing characteristics of organizations using computers. *Information & Management*, 18(2), 97-107.
- Zhu, K. y Kraemer, K. L. (2005). Post-adoption variations in usage and value of e-business by organizations: cross-country evidence from the retail industry. *Information Systems Research*, 16(1), 61-84.
- Zhu, K., Kraemer, K. L. y Xu, S. (2006). The process of innovation assimilation by firms in different countries: a technology diffusion perspective on e-business. *Management Science*, 52(10), 1557-1576.
- Zhu, K., Kraemer, K. L., Xu, S. y Dedrick, J. (2004). Information technology payoff in e-business environment: an international perspective on value creation of e-business in the financial services industry. *Journal of Management Information Systems*, 21(1), 17-54.

APÉNDICE 1

VARIABLES DEL MODELO TOE, NEGOCIO ELECTRÓNICO, INNOVACIÓN Y DESEMPEÑO ORGANIZATIVO

Variables del modelo TOE

Variable	Medición
<i>Integración tecnológica</i>	<p>Escala multi-ítem basada en Zhu <i>et al.</i> (2006):</p> <ul style="list-style-type: none"> IT₁: los sistemas y bases de datos internas en la empresa están integrados; IT₂: los sistemas y bases de datos están integrados con los sistemas y bases de datos de socios empresariales (clientes, proveedores...);
<i>Tecnología disponible</i>	<p>Escala uni-ítem adaptada en Zhu <i>et al.</i>, (2006), Zhu y Kraemer (2005) y Zhu <i>et al.</i> (2006):</p> <ul style="list-style-type: none"> TD: número de tecnologías que la empresa tiene de las siguientes: sitio web (sí/no), intranet (sí/no) y extranet (sí/no);
<i>Conocimientos en TICs</i>	<p>Escala uni-ítem utilizada por Bordonaba-Juste <i>et al.</i> (2012); Zhu y Kraemer (2005); Zhu <i>et al.</i> (2004):</p> <ul style="list-style-type: none"> CT: número de profesionales en tecnologías de información;
<i>Prácticas de recursos humanos orientadas al compromiso</i>	<p>Escala multi-ítem basada en Collins y Smith (2006), Delery y Doty (1996) y Youndt <i>et al.</i> (1996):</p> <ul style="list-style-type: none"> RHC₁: Incorporamos los intereses de nuestros empleados en la toma de decisiones; RHC₂: Nuestra empresa apoya a empleados que desean seguir formándose; RHC₃: Facilita la conciliación de vida profesional y personal; RHC₄: Establece carreras profesionales para sus empleados; RHC₅: Las promociones se basan en criterios objetivos (antigüedad, cumplimiento de objetivos...); RHC₆: Reconocemos la importancia del empleo estable; RHC₇: Se informa periódicamente a los empleados sobre las evaluaciones de su rendimiento;
<i>Competencia horizontal (Rivalidad compet.)</i>	<p>Escala uni-ítem adaptada de Thong (1999) y Porter (1985):</p> <ul style="list-style-type: none"> CH₁: Existe mucha competencia en el sector
<i>Competencia vertical (P. Substitutivos)</i>	<p>Escala uni-ítem basada en Thong (1999) y Porter (1985):</p> <ul style="list-style-type: none"> CH₂: Existe mucha competencia por parte de los productos substitutivos;

Variables de negocio electrónico e innovación

Variable	Medición
<i>Uso de negocio electrónico a nivel global y organizativo</i>	<p>Escala multi-ítem basada en Zhu y Kraemer (2005) y Zhu <i>et al.</i> (2006): Grado de uso de tecnologías de Internet para...</p> <ul style="list-style-type: none"> UNE₁: El diseño de productos o servicios; UNE₂: La compra de materias primas; UNE₃: La fabricación de productos o prestación de servicios; UNE₄: La venta de productos o servicios; UNE₅: La distribución de productos o servicios; UNE₆: El servicio postventa a clientes;
<i>Innovación empresarial</i>	<p>Escala multi-ítem basada en Lee y Choi (2003), López-Nicolás y Meroño-Cerdán (2011) y Manu (1992):</p> <ul style="list-style-type: none"> IE₁: El número de nuevos (o mejorados) productos/servicios lanzados al mercado es superior a la media de su industria; IE₂: El número de nuevos (o mejorados) procesos es superior a la media de su industria; IE₃: La dirección pone énfasis en I+D; IE₄: En los últimos cinco años se han introducido nuevas líneas de productos; IE₅: En los últimos cinco años los cambios introducidos en los productos son muy importantes;

Variables de desempeño organizativo

Variable	Medición
Desempeño organizativo (medidas de percepción)	<p>Escala multi-ítem adaptada de Aragón-Correa <i>et al.</i>, (2008); Chen <i>et al.</i> (2009); Judge y Douglas, (1998); Quinn y Rohrbaugh, (1983): Compare el desempeño de su empresa con el de la competencia respecto a los siguientes indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • RE_1: Beneficios; • RE_2: Rentabilidad; • RE_3: Productividad; • RE_4: Calidad de los productos; • RE_5: Servicio a clientes; • RE_6: Relaciones con cliente; • RE_7: Fidelidad de clientes; • RE_8: Imagen de la empresa; • RE_9: Clima laboral en la empresa; • RE_{10}: Lealtad y moral de empleados;
Desempeño organizativo (medidas de percepción)	<p>Escala multi-ítem adaptada de Aragón-Correa <i>et al.</i>, (2008); Chen <i>et al.</i> (2009); Judge y Douglas, (1998); Quinn y Rohrbaugh, (1983): Compare el desempeño de su empresa con el de la competencia respecto a los siguientes indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • RE_1: Beneficios; • RE_2: Rentabilidad; • RE_3: Productividad; • RE_4: Calidad de los productos; • RE_5: Servicio a clientes; • RE_6: Relaciones con cliente; • RE_7: Fidelidad de clientes; • RE_8: Imagen de la empresa; • RE_9: Clima laboral en la empresa; • RE_{10}: Lealtad y moral de empleados;

LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LOS SISTEMAS *LEAN* A TRAVÉS DE LA INDUSTRIA 4.0. UN CASO PRÁCTICO

FRANCISCO JAVIER ALFONSO RUIZ

Saint-Gobain Weber

EVA MARTINEZ CARO

JUAN GABRIEL CEGARRA

Universidad Politécnica de Cartagena

La metodología *Lean Manufacturing* (LM) forma parte de la cultura general de mejora continua en infinidad de empresas en todo el mundo. En *LEAN* menos es más: menos defectos, menos movimientos, menos variabilidad, menos inventario; en definitiva, menos desperdicios, persiguiendo en todo momento la reducción de los mismos para aumentar la eficiencia global de la empresa. Por otro lado, las tecnologías de la información (TIC) y su

aplicación industrial a través de la industria 4.0 (I-4.0), han permitido a las empresas organizar mejor sus recursos, contribuyendo a una mejora en la gestión de su información, una mayor flexibilidad y aumento de su capacidad funcional. A priori parece evidente que las TIC pueden ayudar a las empresas a mejorar sus resultados, sin embargo, las fricciones entre el mundo *LEAN* y las TIC son a menudo frecuentes, ya que, pese a que en ambos casos las mejoras en su aplicación son evidentes, una mala puesta en práctica puede ocasionar resultados indeseados.

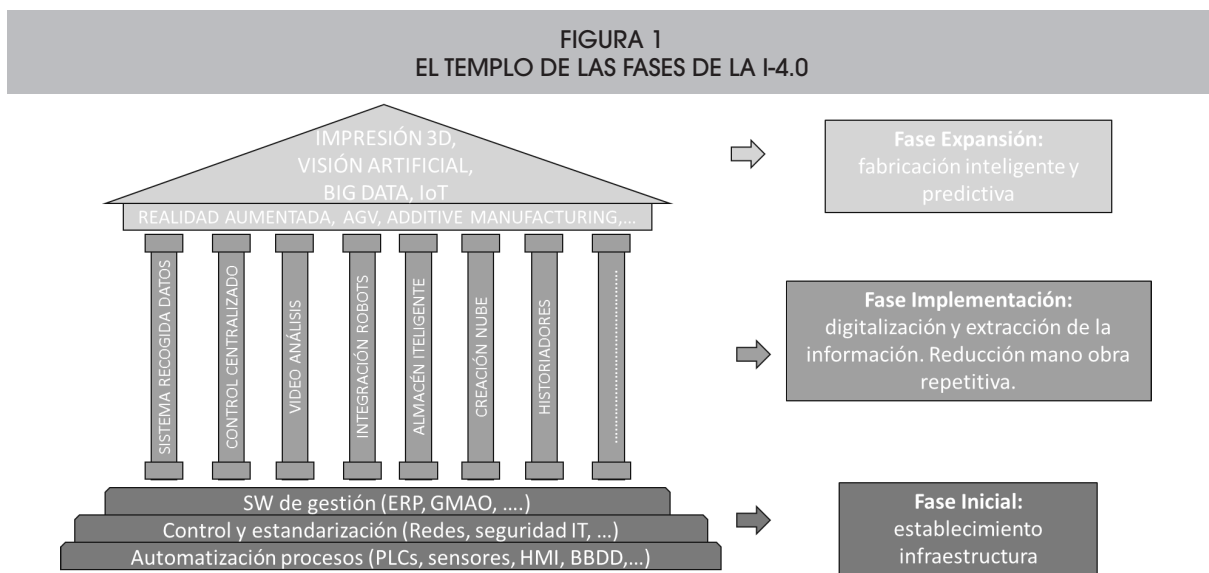
La finalidad del este artículo es agrupar las herramientas de la I-4.0 más utilizadas, para posteriormente centrarse en la interacción entre la metodología *LEAN* y la I-4.0, haciendo especial hincapié en la digitalización de estos sistemas hacia un *LEAN* digital y adaptado a la realidad futura de los entornos industriales, de manera que no sólo se eviten las fricciones entre ambos mundos, sino que se aproveche la I-4.0 para atenuar las históricas barreras de implementación de LM, potenciando y mejorando estos sistemas. Para finalizar, abordaremos un caso práctico desarrollado en

la empresa multinacional Saint-Gobain, en concreto en la división de fabricación de morteros industriales, donde se verá de forma empírica una aplicación real de digitalización de sistemas *LEAN* a través de la I-4.0, y las ganancias obtenidas en dicho proceso.

BLOQUE I. HERRAMIENTAS *LEAN* EN LA INDUSTRIA 4.0

Desde que Toyota diera a conocer al mundo su sistema de producción (*Toyota Production System* o *Lean Manufacturing*), muchas han sido las publicaciones y artículos referidos al mismo (Shah & Ward, 2002; McKone *et al.*, 2001; Womack & Jones 1996; Ohno 1988) tratando de explicar sus bondades y beneficios. No es el objeto de este estudio volver a hacer un repaso en profundidad a dicha metodología, sino más bien ver cuál es su interacción con la digitalización gradual a la que se están viendo sometidos los procesos industriales a través de la denominada I-4.0. No obstante, creemos que merece la pena recordar los principios fundamentales en los que se asienta este modelo de mejora continua.

FIGURA 1
EL TEMPLO DE LAS FASES DE LA I-4.0



Fuente: Elaboración propia

Los sistemas de fabricación *LEAN* tienen su origen en Toyota allá por la década de 1950, intentando dar respuesta a los acuciantes problemas de falta de calidad y sobrecostos de producción que atravesaba la compañía (Ohno, 1988). Dicha metodología fue recogida con posterioridad en diversas publicaciones (Sugimori *et al*, 1977; Krafcik, 1988; Womack, Jones & Ross, 1991), dando forma a lo que hoy se conoce como *Lean Manufacturing*. La metodología *LEAN* tiene como objetivo fundamental la eliminación de cualquier desperdicio (Womack, Jones & Ross, 1991), entendiendo como tal todo aquello que incurre en un gasto y no aporta ningún valor. Siempre que hablamos de beneficio o de valor, se habla desde el punto de vista del cliente.

Pese a que la bibliografía es abundante, y es relativamente sencillo encontrar consultores *LEAN*, muchas de las empresas que se embarcan en proyectos para adoptar los conceptos *LEAN* fracasan en su intento (Lucey, Bateman & Hines, 2005; Pay, 2008). Es por esto fundamental una correcta adaptación de dicha metodología a las necesidades reales de la empresa.

BLOQUE II. LA INDUSTRIA 4.0 ↓

La digitalización de los procesos industriales, y la interconexión entre los mismos, está dando lugar a un nuevo paradigma productivo que está llamado a ser la nueva revolución industrial (Rüßmann *et al*, 2016). Toda esta digitalización tecnológico-industrial se conoce como I-4.0, y cada vez son más las empresas interesadas en invertir sus activos en modernizarse e implementar los sistemas necesarios para alcanzar un nivel digital satisfactorio. Bajo nuestro punto de vista, como luego veremos explicado en el caso práctico, la I-4.0 no se puede implementar de forma integral en todos sus niveles, sino que más bien se ha de hacer por fases. A modo ilustrativo, en la figura 1 se explican las fases que, a nuestro

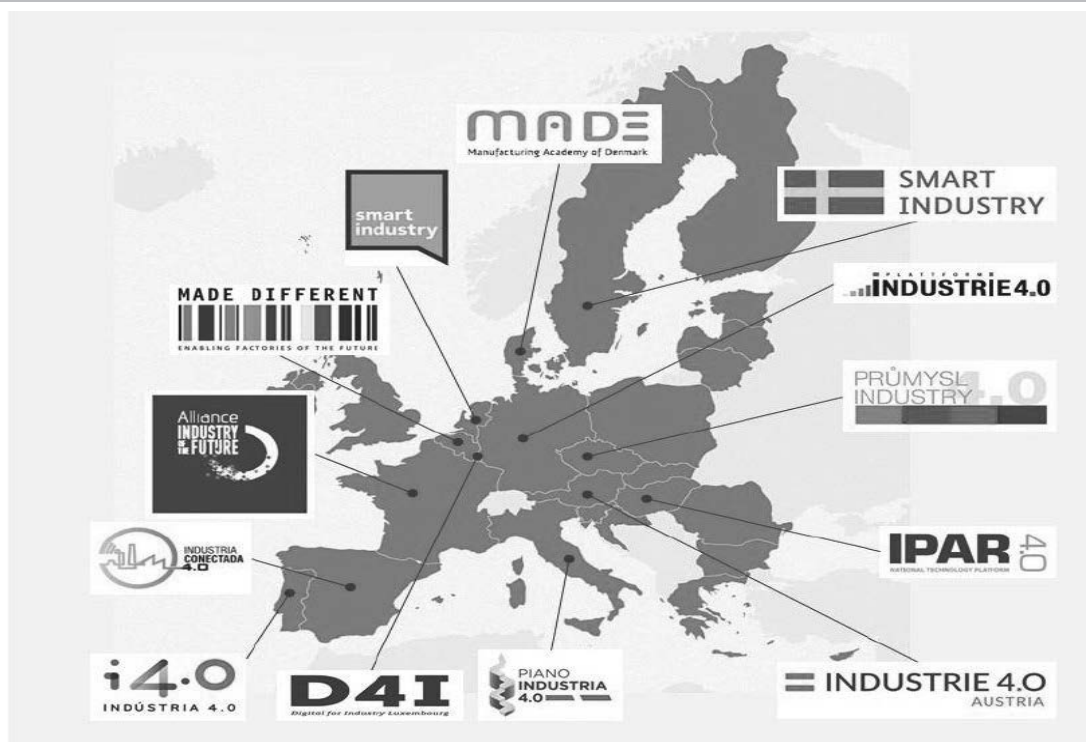
modo de ver, integran la I-4.0, y que se pueden resumir en las tres siguientes:

- **Fase Inicial:** En primer lugar, las bases del sistema, es decir, su infraestructura, que integra todas las herramientas y equipos de control y automatización de los procesos de negocio. Es una parte crítica para la futura implementación digital, en la cual se han de instaurar unas bases sólidas y con criterio normalizado de cara a poder sacar rendimiento de las siguientes fases. La fase inicial trata principalmente de *hardware* y equipos, haciendo especial hincapié en la parte de electrónica industrial y automatización de los procesos a través de la instauración de PLCs (controladores lógicos programables), programación, pantallas HMI (interfaz hombre-máquina), redes e interconexiones entre equipos, etc.; es decir, toda aquella infraestructura física encaminada a la posterior explotación de la información en fases posteriores.

La implementación de *software* básico de gestión, como MRP (planificación de requisitos de materiales) o GMAO (gestión del mantenimiento asistido por ordenador), también se integraría en esta parte, si bien a nivel de *software* habrá facetas de los mismos que serán implementadas más adelante, sobre todo en lo relativo a interconectividad y explotación de información; esta fase está más relacionada con el cambio en la operativa, pasando de un entorno clásico a un entorno digital.

- **Fase de Implementación:** En esta fase se inicia realmente la I-4.0, y es donde se saca rendimiento a todo lo implementado en la etapa anterior. Es el momento de extraer y explotar la información que ofrecen los sistemas de la infraestructura, con el objeto de analizarla y establecer acciones de mejora, y de aumentar el con-

FIGURA 2
PRINCIPALES PLATAFORMAS DE DIFUSIÓN DE LA I-4.0



Fuente: Industria Conectada

trol automático de los procesos para reducir la mano de obra repetitiva y de bajo valor añadido.

- Fase de Expansión: La parte final es aquella en la que tienen cabida las herramientas tanto actuales como futuras, y que busca la generación de sistemas autónomos capaces de interactuar con su entorno, predecir funcionamientos y actuar en consecuencia.

En el ámbito de la I-4.0, cada vez son más los países que desarrollan movimientos para fomentar y financiar su implantación. A modo de ejemplo destacamos las siguientes plataformas de difusión digital:

- España: Industria Conectada (1)
- Alemania: Plattform Industrie 4.0 (2)
- Estados Unidos: Clean Energy Smart Manufacturing Innovation Institute (3), Industrial Internet Consortium (4)
- Italia: Piano Nazionale Industria 4.0 (5)
- Francia: Industrie du Futur (6)

La figura 2 presenta un mapa donde podemos ver con mayor detalle las principales plataformas de difusión de la I-4.0 en Europa.

Parece claro que la revolución digital industrial está tomando forma, y que sin duda el impacto en la

economía mundial será de gran calado. Así, se estima que en Alemania el impacto de la I-4.0 en la productividad industrial estará en torno al 25% (Rüßmann *et al*, 2016), lo que supondrá un aumento más del 1% de PIB germano. En el caso de España, pese a no encontrarnos todavía al mismo nivel industrial que otros países europeos, se está trabajando en buena línea. En el portal «Industria conectada» podemos encontrar información diversa en la materia, así como también convocatorias de financiación para abordar proyectos de digitalización, programas de asesoramiento para empresas, incluso una herramienta de autodiagnóstico, HADA, orientada a la evaluación del nivel de implementación de la I-4.0 en nuestras empresas.

Por último, cabe destacar la importancia de la colaboración entre empresas, e incluso entre países, para el intercambio de buenas prácticas en la materia que posibiliten sinergias y aceleren la transformación digital de los procesos industriales. En este sentido, cabe destacar las buenas plataformas de difusión que han desarrollado países como EE.UU. y Alemania, a través de las cuales es posible ver de forma ágil y sencilla los proyectos relacionados con la I-4.0 que se están llevando a cabo en diversas empresas de dichos países, posibilitando la exportación de dichos proyectos a empresas de otros sectores, aumentando de esta forma la productividad y competitividad industrial nacional.

BLOQUE III. INTERACCIÓN LEAN - I-4.0 DIGITALIZACIÓN DE LOS SISTEMAS LEAN ↓

A continuación se procede a repasar los problemas y oportunidades asociados a la digitalización de los procesos industriales, sobre todo en entornos *LEAN*, estableciendo en todo momento un enfoque práctico sobre la implementación de estos sistemas, reduciendo en la medida de lo posible la problemática asociada, e intentando convertir en ventajas competitivas lo que a priori parecen amenazas. De esta forma veremos que la I-4.0 no sólo no genera fricciones con *LEAN*, sino que, si se enfoca bien, puede incluso ayudar a atenuar las históricas barreras de implementación del *Lean Management*.

Enfoque clásico: incompatibilidades entre LEAN e I-4.0. ↓

Si analizamos la bibliografía existente, nos encontramos con ciertas alusiones a la problemática, al menos a nivel teórico, en la implementación de *LEAN Management* (LM) y la I-4.0 (Piszczalski, 2000; Rüttimann & Stöckli, 2016). Y es verdad que, bajo cierto punto de vista las fricciones existen y pueden llegar a generar un fracaso en la implementación de estos sistemas si no se manejan adecuadamente.

Para empezar, ambas requieren de muchos recursos para su implantación (Moyano Fuentes *et al*, 2012), por lo que en muchas ocasiones es necesario optar por implementar LM o I-4.0, de cara a evitar el colapso de los equipos, y la inversión excesiva de tiempo y dinero. Nos encontramos también con una confrontación de base, a nivel puramente conceptual, ya que LM establece la simplicidad como forma de vida, buscando disponer de la información justa, en el momento justo, y de la motivación y participación del equipo humano en la mejora continua, haciendo que los desperdicios sean visibles para todo el mundo (Womack, 2004; Ohno, 1988). En LM menos, es más.

En este sentido la digitalización puede generar falta de visibilidad, ya que la información se gestiona y almacena de forma centralizada, (Houy, 2005; Drew, McCallum & Roggenhofer, 2004), pudiendo generarse situaciones en las que los usuarios no dispongan de la información. Otro problema asociado a la digitalización puede venir del alejamiento de los gestores de la línea de fabricación (*shop floor*) (Houy, 2005; Sharma & Pankaj, 2016), y es que la disposición de información de forma remota hace que pueda resultar apetecible establecer un control de los KPIs (*Key Performance Indicators*, o Indicadores Clave de Rendimiento) desde el despacho, alejándose de la realidad cotidiana del proceso productivo.

Además, hay que tener en cuenta los denominados fenómenos como *Gold Plating* y *Silver-bullet Syndrome* (Brass *et al*, 2016). En primero de ellos hace referencia a que durante la implementación de un proyecto de digitalización, usuarios y desarrolladores implementan funciones adicionales a las originalmente previstas,

muchas de las cuales son innecesarias y acaban generando retrasos en la implementación. Es fundamental establecer bien los objetivos desde el inicio, y dejar las posibles mejoras para versiones posteriores, una vez se haya lanzado y probado el proyecto. En cuanto al *Silver-bullet Syndrome*, se da de forma generalizada en casi todas las implementaciones, y es aquel en el que los usuarios esperan que las nuevas tecnologías van a resolver todos sus problemas, quedando evidentemente defraudados al comprobar la realidad. Es muy importante formar adecuadamente a los usuarios, y que éstos conozcan las posibilidades reales de los sistemas, así como sus limitaciones. La tecnología ayuda y simplifica el trabajo, pero no es una varita mágica que elimina todos los problemas. En ocasiones la digitalización provoca que se dificulte la visualización de los procesos, al llevarse a cabo en ordenadores, lo que supone también un factor limitante (Sharma & Pankaj, 2016). Por el contrario, bien aplicado, puede dar lugar a un mayor control al tener una visión global del sistema desde cualquier punto de la línea.

Se ha de tener en cuenta también que la implementación de las TIC industriales lleva aparejado un inicio difícil de predecir (Brass *et al*, 2016), ya que hasta que no se ponen en marcha no se puede saber cómo van a funcionar con exactitud. La fase de testeo es compleja y los cambios difíciles de ver a priori. Los cambios en los entornos digitales y programados son más complejos, y a menudo requieren de mano de obra externa, lo que puede ralentizar en exceso las modificaciones y mejoras que se propongan. Son entornos más rígidos en cuanto al cambio, y se requiere de una buena definición inicial, que resulta compleja debido a que no se sabe a ciencia cierta el funcionamiento hasta que se ejecuta (Brass *et al*, 2016). Se sigue un procedimiento de prueba y error, ya que es difícil tener en cuenta todos los factores cuando se está programando.

Enfoque moderno: I-4.0 como habilitador en LEAN Management ↓

En esta parte queremos mostrar un enfoque más actualizado en el cual las TIC industriales que generan la I-4.0 no sólo no dificultan sino que, si son bien enfocadas, pueden convertirse en elementos habilitadores en la implementación de la metodología *LEAN*. La idea fundamental radica en focalizar la I-4.0 para contrarrestar las barreras de implementación existentes en *LEAN*.

Las barreras a la hora de implementar LM son variadas, pudiendo destacar por encima de todas la falta de compromiso de la dirección, y la falta de implicación y formación de los trabajadores como las más críticas (Upadhye, Deshmukh & Garg, 2016). No obstante, como se ha anticipado antes, si la digitalización de los procesos industriales está bien enfocada las barreras de implementación del LM pueden verse atenuadas.

Para empezar, las TIC facilitan la toma de datos mejorando la capacidad de análisis y toma de decisiones. De esta forma se ofrece un entorno más dinámico en la detección temprana de problemas, y se consigue una

mayor velocidad de reacción y eliminación de fuentes de pérdida de eficiencias.

Lo anterior puede generar mayor compromiso de la dirección en la implementación *LEAN*, ya que las TIC ponen a su servicio información en tiempo real (Houy, 2005), pudiendo centrar su esfuerzo en los aspectos que consideren más importantes, y encontrando una ventaja para mejorar la eficiencia de sus equipos. No olvidemos que, principalmente, la falta de compromiso de la dirección a la hora de implementar *LEAN* viene dada por no observar un mayor beneficio en dedicar su escaso tiempo a las herramientas implementadas en vez de a su rutina habitual de trabajo. Si somos capaces de aprovechar los entornos digitales para darle un mayor valor añadido a los métodos *LEAN*, será posible un mayor compromiso por parte de la dirección.

Otra de las ventajas es que se conseguirá una mayor interacción de los directivos con el proceso productivo (Houy, 2005) ya que, al disponer de más información y conocimiento, aumentará su implicación en los problemas de la línea, pudiendo emprender acciones de mejora más y mejor relacionadas con los problemas reales de las líneas de fabricación.

La implicación de los trabajadores también es fundamental para garantizar el éxito en la implementación LM (Adler, 1993; Wickens 1987; Parker 2003; Shadur *et al.* 1995; Vidal 2007). Con la I-4.0, el operario puede interactuar más con el sistema (Ward & Zhou, 2006), analizando datos y configurando máquinas sobre la marcha, reduciendo tiempos de ajuste gracias a la automatización. Se pueden mostrar KPIs en tiempo real, y actuar en consecuencia. En otras palabras, podemos pasar de simples ejecutores de tareas rutinarias a mano de obra de alto valor añadido.

El uso masivo de pizarras en *LEAN* es sin duda una de las mayores oportunidades de mejora que ofrecen los sistemas digitales. La cantidad de información impresa usada genera un desperdicio en sí misma, que es justo lo que los sistemas *LEAN* tratan de eliminar. La digitalización también mejorará la gestión del conocimiento. Las empresas *LEAN* por norma general tienen un mayor aprovechamiento del conocimiento de los empleados (Sharma & Pankaj, 2016). Además, integrando las TIC conseguiremos que las plataformas digitales potencien este factor, facilitando el acceso a la formación.

Finalmente, si hablamos de factores externos, la relación con los proveedores pasa por ser un elemento de vital importancia para el éxito de la implementación *LEAN* y su filosofía de JIT (*just-in-time*). La interconectividad que ofrecen las TIC ayuda sin duda a que esta relación mejore notablemente.

La digitalización del *LEAN* a través de la I-4.0

Tras lo comentado anteriormente, parece claro que la aportación de la I-4.0 hará que los métodos tradicionales del *LEAN* cambien hacia otros más digitales, buscando por un lado adaptarse a la futura revolución industrial

digital y, por otro, aprovechando estas tecnologías para mejorar y pulir sus herramientas. Se ha de ser capaz de transformar en ventaja lo que a priori era un punto de fricción, y es fundamental aplicar de forma correcta las TIC, ya que una misma herramienta puede tener resultados completamente distintos en función de cómo se implemente.

Las herramientas *LEAN* clásicas están avanzando hacia el terreno digital y tal vez sea éste un modelo que se adapta mejor al carácter occidental que el importado de Toyota. Con el caso práctico que veremos a continuación se ha querido ilustrar cómo los sistemas LM de una empresa están convergiendo hacia un modelo digitalizado, optimizando y mejorando las herramientas *LEAN* ya implementadas.

BLOQUE IV. CASO PRÁCTICO

Introducción al caso práctico

El caso práctico relata la transformación digital de los sistemas *LEAN* de la empresa Saint-Gobain Weber (SGW), multinacional francesa líder mundial en la fabricación de morteros industriales, y que cuenta con 10 centros productivos y 2 centros de distribución en España. Los datos presentados en este estudio se corresponden a la situación de la empresa entre los años 2014-2017. En esta empresa se contaba con una fuerte infraestructura en materia de automatización de procesos, y posteriormente se abordó la implementación del *Lean Management*. En los últimos años, y debido al despegue en las iniciativas de I-4.0, las herramientas *LEAN* implementadas han ido evolucionando hacia sistemas más digitales, lo que ha originado una mayor efectividad y eficacia de dichas herramientas.

Antes de abordar el caso práctico, donde se verán ejemplos concretos de herramientas *LEAN* digitalizadas mediante la implementación de la I-4.0, queremos reflexionar acerca de ciertas cuestiones prácticas que se han de tener en cuenta previamente a abordar proyectos de digitalización, ya que es de vital importancia que las TIC estén bien implementadas, porque de lo contrario las ventajas comentadas anteriormente no se obtendrán.

Revisando la bibliografía existente, se deduce que las empresas con *Lean Management* implementado son más capaces de abordar la digitalización de la I-4.0 con mayores garantías de éxito que las que no lo tienen (Ward & Zhou, 2006), debido sobre todo a los hábitos adquiridos en cuanto a estandarización y trabajo en equipo, que actuarán como elementos potenciadores a la hora de abordar proyectos de digitalización. Además, visto desde otro punto de vista, se puede deducir que empresas con *LEAN* obtendrán beneficios pese a no tener I-4.0, pero empresas 4.0 sin las bases de *LEAN*, sobre todo a nivel de estandarización y metodología, es probable que no obtengan los beneficios esperados (Ward & Zhou, 2006). Bajo nuestro punto de vista, es mejor empezar con las bases del *LEAN* antes de abordar

proyectos de digitalización de niveles superiores, pero sí que creemos oportuno que la base estructural de los sistemas digitales (infraestructura de la I-4.0) se implemente en paralelo, o incluso antes que la implementación *LEAN*. Se debería de trabajar en la base del templo (fig.1), pero antes de pasar a la fase de implementación de la I-4.0, sería mejor establecer la metodología *LEAN*.

Habría que tener en cuenta también la necesidad de establecer un mapa (*roadmap*) de implementación en el cual se integren herramientas *LEAN* con I-4.0, de manera que gradualmente se implemente todo el proyecto, pero con un enfoque *LEAN* en el uso de las TIC como requisito fundamental para obtener éxito en su implantación. En el caso práctico daremos consejos de cómo abordar su implementación por fases, acometiendo inversiones y trabajando en paralelo en la metodología *LEAN*.

Es fundamental además tener recursos internos durante todo el proyecto, capaces de orientar las herramientas a la estrategia y modelo de negocio de la empresa. Éste es un error habitual en los sistemas *LEAN* e I-4.0 liderados por consultores externos, sin el apoyo necesario de recursos internos empresa.

La flexibilidad a las modificaciones de los sistemas implementados es también fundamental (Brass *et al.*, 2016). Si cada pequeño cambio requiere de peticiones a personal externo, y el operario no lo puede llevar a cabo, es sin duda una fuente potencial de fracaso. Es por tanto básico que las herramientas I-4.0 puedan ser modificables (inter-actuables) con los operarios para evitar esto.

La I-4.0 en Saint-Gobain Weber

SGW ha sido una empresa pionera en la automatización de los procesos industriales, habiendo abordado dichos proyectos desde hace casi 30 años. Dicho trabajo ha asentado las bases de lo que con posterioridad se ha denominado I-4.0, y que ha servido de plataforma para la digitalización de los procesos industriales en la actualidad. Volviendo de nuevo al templo que introdujimos en los apartados anteriores (fig.1), se ha trabajado en una base sólida que ha constituido la fase inicial de la I-4.0. Para ello, se entrevistó al responsable nacional de proyectos electrónicos con el fin de determinar las principales herramientas implementadas, entre las que están:

- Normalización: es fundamental, antes de abordar un proceso de automatización, establecer una pauta clara y bien definida en cuanto a la estandarización de los elementos a ser implementados en las distintas fábricas, ya que de lo contrario luego será casi imposible la integración de dichos sistemas. En el caso de SGW se optó por la compra centralizada y unificada de PLCs, sistemas de dosificación y resto de componentes electrónicos e informáticos (sensores, pantallas HMI, servidores, redes, etc.).

- Programación Interna. Además, en SGW se crearon nuevos programas electrónicos que comandan las líneas de fabricación, por lo que el control de la instalación es mayor, y mucho más fácil acometer modificaciones en el futuro. Éste es un punto clave en la I-4.0 ya que, si somos capaces de dominar la programación de la maquinaria implementada, será más sencilla la integración de las distintas herramientas que se adquieran en el futuro.
- Acceso remoto. Otra de los aspectos fundamentales es la accesibilidad a los distintos elementos de las líneas de producción de forma remota, pudiendo controlar, modificar y restaurar los sistemas que lo requieran sin necesidad del desplazamiento in-situ de los técnicos. En una industria conectada, éste factor constituye un elemento crítico para la mantenibilidad del sistema.

En la última década se ha ido trabajando en la siguiente etapa de la I-4.0, la conocida como fase de implementación (ver fig. 1), desarrollando sistemas capaces de extraer la información de la infraestructura establecida en la fase inicial; es decir, se han explotado las posibilidades que nos ha ofrecido el trabajo previo en materia de automatización y control de proceso. En esta ocasión se entrevistó además a distintos integrantes del equipo de ingeniería y tecnologías de la información, habiendo destacado las siguientes herramientas:

- Control centralizado de la línea mediante el uso de SCADAS (*software* de Supervisión, Control y Adquisición de Datos).
- Sistemas de recogida automática de datos de la línea (Historiadores), para posterior generación de partes de fabricación automática.
- Implementación de sistemas de Inteligencia de Negocio (*Business Intelligence*) para explotar la información obtenida y poder establecer un control remoto de los ratios de las fábricas.
- Integración del uso del video para el análisis de los procesos, a nivel de productividad y seguridad.
- Plataforma de formación *e-learning* para el conjunto de empleados de la empresa.
- Controles visuales en las líneas con alarmas ante funcionamientos anómalos.

En la actualidad se están empezando a desarrollar herramientas que se integrarían en la fase de expansión de la I-4.0, y que van sobre todo enfocadas a que los sistemas funcionen de forma autónoma, y que sean capaces de interactuar con su entorno. Podríamos destacar los siguientes ejemplos:

- Visión artificial aplicada al control de calidad del producto. Estos sistemas permiten discernir entre producto válido o no válido mediante la toma de fotografía y comparándolo con un patrón previamente definido.

- Reconfiguración automática de los parámetros de la línea en función de los datos medidos. El sistema es capaz de variar su funcionamiento si observa fallos, o si predice que va a ver uno.
- Uso de vehículos auto guiados (AGV) para la manipulación y transporte del producto acabado. Se está en fase de investigación para la implementación de estos sistemas, los cuales permitirían sustituir la mano de obra asociada a estas tareas.
- Dispositivos de realidad aumentada. Se está empezando a utilizar estos sistemas, sobre todo para mostrar a los clientes los futuros resultados derivados del uso de nuestros productos.

Herramientas LEAN digitales en Saint-Gobain Weber ▼

SGW se inició en LEAN una vez finalizada la fase inicial (ver fig. 1) de la I-4.0, es decir, con la infraestructura ya creada, pero sin haber entrado todavía en la fase de implementación. El enfoque de implementación fue el tradicional, mediante el apoyo del departamento LEAN internacional y una consultora externa especialista. Las herramientas originalmente implementadas han ido convergiendo hacia otras con un mayor peso digital, aunque manteniendo la esencia inicial. Básicamente se ha perseguido aprovechar las nuevas tecnologías para modernizar las herramientas LEAN clásicas, sobre todo en lo relacionado con el apartado documental y de análisis, buscando atenuar las históricas barreras de implementación de LM, además de reducir el tiempo dedicado a cumplimentar documentos, y compartir y expandir las mejoras implementadas entre las distintas fábricas.

La tabla 1 muestra un resumen del contenido expuesto a continuación, en la que se enumeran las principales herramientas y/o actividades LEAN, y su digitalización a través del uso de la I-4.0. Nuestro objetivo no es el de profundizar en el contenido teórico de cada herramienta, sino más bien mostrar de qué manera la filosofía LEAN está evolucionando en empresas que, como SGW, tienen una fuerte digitalización del proceso productivo. Las herramientas son las siguientes:

- Hoja de control de producción (HCP). Se persigue con esta herramienta llevar un control de lo que se produce, relacionándolo con el TAKT time (tiempo medio entre el inicio de producción de una unidad de producto y el inicio de producción de la siguiente unidad), de cara a balancear la producción con la demanda, y detectar rápidamente desviaciones entre lo fabricado y lo planificado. A través de la I-4.0, se han introducido sistemas de recolección de datos que han permitido la ejecución de esa HCP de forma automática, haciendo la toma de datos más precisa y fiable, reduciendo el tiempo de reacción y permitiendo la exportación de los datos a otros sistemas para su posterior análisis.
- SMED (*Single-minute exchange of die*). Esta metodología permite la reducción de los tiempos

de cambio y preparación de las máquinas entre producto y producto. Es muy efectiva y está ampliamente implementada en SGW desde el inicio del programa LEAN. La digitalización del SMED empezó con la introducción de *software* específico para la realización del análisis, permitiendo la reducción de los tiempos de análisis, y exportando las rutinas de trabajo estandarizadas de forma automática. En la actualidad se está trabajando en el siguiente paso, que consiste en la generación de una nube donde se comparan las mejores prácticas de cada fábrica.

- Poka-Yoke. Por definición significa técnica a prueba de errores, y consiste en establecer un diseño que evite el fallo en un sistema. Hay numerosos ejemplos relacionados con esta técnica, y la I-4.0 está generando herramientas digitales capaces de detectar y corregir errores antes de que se produzcan, como por ejemplo los sistemas de visión artificial, que permiten analizar productos descartando los no válidos, incluso prediciendo fallos futuros y cambiando la configuración de la máquina en consecuencia.
- Instrucciones de trabajo, rutinas de trabajo estandarizado y auto-mantenimiento. Este apartado está centrado en el desglose de las tareas asociadas a un puesto de trabajo, destacando los puntos críticos y estableciendo en algunos casos el tiempo asociado a cada tarea. En SGW se está en proceso de introducir las rutinas de trabajo digitales, mediante el uso de un *software* específico, y seguimiento mediante dispositivos móviles (*tablets*) en el propio lugar de trabajo. De esta forma las rutinas de trabajo, mantenimiento o trabajo estandarizado se pueden consultar y supervisar digitalmente. Los cambios en las mismas se actualizan de forma inmediata, permitiendo generar una base de datos común para todas las plantas.
- 5S y gestión visual. Estas herramientas están orientadas a la creación de entornos de trabajo eficientes, ordenados y limpios. Al haber sido integradas en la I-4.0, la empresa cuenta con plataformas virtuales donde se comparte información entre fábricas, se hace seguimiento de los proyectos de implementación 5S y se generan estándares visuales de referencia.
- Gestión del Mantenimiento. Desde el punto de vista LEAN, la gestión del mantenimiento pasa por eliminar todas las pérdidas asociadas a los funcionamiento anómalos de los equipos originados por averías, generando un plan de mantenimiento que ataque todos los frentes. Mediante el uso de *software* de gestión del mantenimiento (GMAO), y la integración de las distintas fábricas en el mismo, se están pudiendo planificar las tareas y llevar a cabo un seguimiento de los KPIs fundamentales, tales como MTBF (*mean time between failure*), MTTR (*mean time to repair*), tasa de averías, etc. Ade-

TABLA 1
PRINCIPALES HERRAMIENTAS Y/O ACTIVIDADES LEAN, Y SU DIGITALIZACIÓN A TRAVÉS DEL USO DE LA I-4.0

Herramienta Lean	Digitalización con I-4.0	Ventaja Obtenida
Hoja control producción	Introducción de sistemas de recolección de datos que permitan la ejecución del parte de producción de forma automática.	Toma de datos más precisa y fiable, reduciendo el tiempo de reacción y permitiendo la exportación de los datos a otros sistemas para su análisis
SMED	Introducción de software específicos para la aplicación del método.	Reducción del tiempo de análisis, exportación de rutinas de trabajo estandarizadas, generación de mejores prácticas para compartir entre fábricas.
Poka yoke	Con herramientas digitales se están generando sistemas a prueba de errores. Por ejemplo la visión artificial ayuda a descartar productos anómalos de forma instantánea, evitando que lleguen al cliente final.	Mayores oportunidades a la hora de configurar los sistemas. Mayor adaptabilidad a cambios producto. Más velocidad, sin interrupción de flujo productivo.
Instrucciones de trabajo	Rutinas de trabajo digitales, mediante el uso de software y seguimiento con dispositivos móviles (tablets).	Permite que las rutinas de trabajo, mantenimiento o trabajo estandarizado, se puedan consultar y supervisar digitalmente. Los cambios en las mismas se actualizan de forma inmediata, permitiendo generar una base de datos común para las distintas plantas.
Automantenimiento		
Trabajo Estandarizado		
Gestión del Mantenimiento	Introducción de un GMAO para la gestión del mantenimiento en planta. Almacén de repuestos críticos común en todos los centros y control mediante código de barras.	Control de KPIs, planes de acción preventivos, correctivos y predictivos. Interconexión entre fábricas y proveedores.
5s	Creación de plataformas digitales para el lanzamiento de proyectos 5s, su seguimiento y posterior re-aplicación en otras áreas.	Mejores prácticas compartidas en fábricas y posibilidad de seguimiento remoto de proyectos 5S.
Evaluación de riesgos	Análisis de situaciones inseguras vía vídeo, mediante dispositivos móviles y análisis in-situ.	Participación activa del equipo de trabajo, posibilidad de compartir entre centros. Video aporta más información.
Matriz polivalencias	La formación e-learning	Formación a la carta, no planificada y con evaluación del rendimiento.
Tablones de seguimiento	Reducción de la masiva cantidad de información escrita y puesta en pizarras que históricamente genera la metodología LEAN. Las pizarras con KPI's y Planes de Acción digitales permiten la actualización inmediata y la reducción del tiempo necesario para tenerlas al día	Eliminación de uno de los mayores desperdicios de la metodología LEAN: el uso indiscriminado de papeles.
Pull system (kanban)	Introducción de sistemas MRP que permiten la optimización del proceso de planificación, reduciendo el control manual de stocks y permitiendo un mayor grado de eficiencia	Los sistemas Kanban se han mostrado eficaces en el pasado, pero generan controversia en la implementación actual del LEAN.
Gemba Walk	Control de KPIs de forma remota, mediante herramientas de gestión, que permiten focalizar el tiempo y esfuerzo de los responsables del centro, de cara a acudir a las partes de la línea cuando se necesita, donde se necesita y sabiendo lo que se necesita. Es un Gemba Walk 4.0.	Aumentar el grado de participación y compromiso de la Dirección, ya que permite el ahorro de tiempo y la detección prematura de problemas

Fuente: Elaboración propia

más, se está implementando un almacén virtual de repuestos críticos integrado en el *software* y gestionado con códigos de barras; de esta manera se dispone de un control de *stock* de repuestos con todas las fábricas interconectadas, y además se generan órdenes de pedido automáticas a los proveedores cuando el número de repuestos es menor de un límite determinado (kanban electrónico).

- Evaluación de Riesgos. En SGW, el paso cero de cualquier *Major Kaizen* (proyecto de mejora focalizada) pasa por hacer una evaluación inicial de riesgos asociados a la zona en cuestión. Se están implementado evaluaciones de riesgos vía vídeo, mediante el uso de *tablets*, en las que se integran los planes de acción y seguimiento, generando una base de datos común entre todas las fábricas.

La evaluación de riesgos vía vídeo se está erigiendo como una herramienta muy útil desde el punto de vista de la participación del personal en la mejora de la seguridad de las condiciones de trabajo.

- Matriz de polivalencias y plan de formación. Éste es sin duda uno de los pilares fundamentales de *Lean Manufacturing*, la formación y capacitación del personal, sobre todo en aquellas tareas críticas y encaminadas a la consecución de los objetivos propuestos. Con la digitalización a través del *e-learning*, se abre la puerta a que tanto el mapa de actividades diarias, como la matriz de polivalencias (capacitaciones) y el plan de formación, se generen de forma personalizada para cada integrante del equipo, pudiendo acceder cada uno de ellos libremente a través de la plataforma web. Es una formación a la carta, no planificada y con evaluación del rendimiento. Los contenidos específicos relacionados con *LEAN* cada vez son impartidos en mayor medida mediante el uso de plataformas virtuales o bien vía Webex, a través de formadores internos y/o externos, aumentando enormemente la flexibilidad y eficacia formativa.
- Tablones de implementación y seguimiento. En todo desarrollo *LEAN* hay una parte orientada a la gestión visual de las herramientas implementadas mediante el uso de tablones en los que se integra toda la documentación generada. Entendemos que es ciertamente útil en tanto en cuanto se genera una zona de interacción entre operarios y gestores para el análisis de problemas y el establecimiento de planes de acción, pero con mucha frecuencia se cae en el abuso de información y número de tablones, generándose finalmente un efecto contrario a la que queremos eliminar: un desperdicio.

Es habitual que los certificadores *LEAN* fundamenten su nota en base a la lógica observada en estos tablones, además evidentemente del estado visual de las instalaciones, lo cual genera en ocasiones un abuso en cuanto al montante de información impresa.

La I-4.0 y su digitalización, permite reducir el uso indiscriminado de papeles y generar pizarras con KPIs y planes de acción digitales, los cuales permiten además la actualización inmediata y la reducción del tiempo necesario para actualizarlos. En la actualidad se está empujando a apostar más por las pizarras digitales, y la idea es que en unos años en SGW todas estén adaptadas al entorno digital.

- *Pull system (Kanban)*. A nivel conceptual el sistema *pull* establece que sea el mercado el que con su propio consumo «tire» de la fabricación, generando órdenes de pedido en base al consumo real que está habiendo. En la implantación *LEAN* clásica, éste sistema se implementaba mediante el uso de tarjetas *Kanban*, que se ubica-

ban físicamente en el stock e iban apareciendo conforme se consumía el material. La introducción de sistemas MRP que permiten la optimización del proceso de planificación, reduciendo el control manual de stocks y permitiendo un mayor grado de eficiencia y de interconexión con proveedores, choca en cierto modo con el uso de tarjetas *kanban*, y es en ocasiones objeto de controversia y debate entre los facilitadores *LEAN* y las empresas con MRP implantado, sobre todo porque, según ellos, los sistemas de gestión de stock establecen hipótesis de venta que en ocasiones no se cumplen. En SGW consideran que si se ejecuta bien y se integra en la I-4.0, el sistema MRP puede generar un modelo de gestión *pull* de alto nivel, sin tanta manualidad y con la posibilidad de la integración de clientes y proveedores en el sistema.

- *Gemba Walk*. Esta terminología se refiere a que para entender los problemas y detectar los desperdicios, hay que estar donde éstos ocurren, es decir, hay que bajar a la línea/almacén/proceso (*Gemba* en japonés), y ver de primera mano lo que está ocurriendo.

Con la digitalización promovida dentro de la I-4.0, se potencia el control de KPIs de forma remota, mediante herramientas de gestión y visualización de datos, que permiten focalizar el tiempo y esfuerzo de los responsables del centro, de cara a acudir a las partes de la línea cuando se necesita, donde se necesita y sabiendo lo que se necesita. Se podría considerar como un *Gemba Walk* 4.0, y lejos de alejar a los responsables de la realidad del proceso productivo, si se enfoca bien, puede contribuir a un aumento de su implicación y motivación, sobre todo porque disponen de información que permite detectar rápidamente situaciones anómalas, y actuar en consecuencia.

Como podemos ver, la digitalización de los sistemas *LEAN* contribuye de forma evidente a que las mejoras implementadas se puedan exportar de forma rápida y sencilla, obteniendo un impacto mucho mayor. Además, se reducen notablemente los tiempos de ejecución de la metodología, sobre todo a nivel de análisis y de generación de documentos, lo que en la mayoría de casos acaba por convertirse en un grave problema a la hora de, ya no de implementar inicialmente, sino de mantener el sistema *LEAN* actualizado. Con un enfoque digital, y sin perder de vista la esencia del LM, la I-4.0 ayuda a eliminar o atenuar algunas de las barreras históricas de implementación *LEAN*.

CONCLUSIONES ↓

En este artículo se ha analizado la interacción entre los mundos del *LEAN Management* y el de la I-4.0, y más concretamente la influencia de este último a modo de digitalización de las herramientas *LEAN* para una mejor

implementación de éstas. En primer lugar, se ha querido mostrar el estado del arte de la I-4.0, asunto en plena efervescencia y de futuro prometedor, planteando además un modelo de implementación por fases que a nuestro modo de ver puede servir de guía para las empresas interesadas.

Posteriormente se ha profundizado en la interacción LEAN-I-4.0, partiendo inicialmente del enfoque clásico, más dado a destacar las incompatibilidades entre ambos, para posteriormente abordar un enfoque más moderno, en el que la I-4.0 actúe como habilitador LEAN, enfocando sus herramientas digitales en la atenuación y/o eliminación de las barreras de implementación en LM.

Por último, se ha abordado el caso práctico de la empresa multinacional Saint-Gobain Weber, mostrando cómo han ido evolucionando una serie de herramientas LEAN hacia su digitalización, influenciadas por las TIC implementadas en la empresa y cómo han ido conformando las distintas fases implementadas dentro del proyecto I-4.0. Como se ha visto a través de este caso, si el enfoque digital es el adecuado, la interacción de ambos mundos es positiva y genera una sinergia en la cual ambos se ven potenciados.

Este artículo y el caso práctico asociado muestran un ejemplo de éxito en la implementación de la metodología LEAN en entornos digitales. Además, puede servir de referencia a las empresas que quieran potenciar su nivel de *Lean Manufacturing*, adaptándolo a la era digital y haciendo que el tiempo invertido en dicha implementación sea más rentable y eficaz, tomando como referencia alguna de las herramientas que han sido descritas.

Aporta también una guía para empresas que estén interesadas en adentrarse en la I-4.0, mostrando la necesidad de planificar las acciones a llevar a cabo de forma escalonada e integrándolas en un *roadmap* previamente definido, y alineado con la estrategia de la empresa.

Una limitación del artículo podría venir a la hora de extrapolar o generalizar los resultados mostrados, por lo que es recomendable hacer un trabajo previo de planificación y adaptación a las necesidades reales de cada empresa. En futuros estudios se podría profundizar en estas cuestiones, analizando de forma empírica la influencia y significancia de la digitalización de los entornos LEAN a través de las herramientas aportadas por la I-4.0.

NOTAS

- [1] <http://www.industriaconectada40.gob.es/Paginas/index.aspx#inicio>
- [2] <http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/EN/Industrie40/WhatsIsIndustrie40/what-is-industrie40.html>
- [3] <https://www.cesmi.org>
- [4] <http://www.iiconsortium.org/iiot-world-tour/index.htm>
- [5] <http://www.mise.gov.it/index.php/it/industria40>
- [6] <http://www.industrie-dufutur.org>

BIBLIOGRAFÍA

- Adler, P. (1993). Time and motion study regained. *Harvard Business Review*, 71(1), 97-198.
- Brass, J., Aldewereld, H., Verburg, Q., Warnier, M., Janssen, M. (2016). *The Duality of Technology: ICT as an enabler and inhibitor in Business Process Improvement*. San Diego: Twenty-second Americas Conference on Information Systems.
- Drew, J., McCallum, B., Roggenhofer, S. (2004). *Objectif Lean*. France: Editions d'Organisation.
- Houy, T. (2005). ICT and Lean Management: Will They Ever Get Along?. *Communications & Strategies*, 59, 53-76.
- Krafčík, J.F. (1988). Triumph of the lean production system. *Sloan Management Review*, 30(1), 41-52.
- Lucey, J., Bateman, N., Hines, P. (2005). Why major lean transitions have not been sustained. *Management Science*, 49(2), 9-13.
- McKone, K.E., Schroeder, R.G., Cua, K.O. (2001). The impact of total productive maintenance on manufacturing performance. *Journal of Operations Management* 19 (1), 39-58.
- Moyano Fuentes, J., Martínez Jurado, P.J., Maqueira Marín, J.M., Bruque Cámara, S. (2012). El papel de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en la búsqueda de la eficiencia: un análisis desde Lean Production y la integración electrónica de la cadena de suministro. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 15(3), 105-116.
- Ohno T. (1988). *Toyota Production System: beyond large-scale production*. New York: Productivity Press.
- Parker, S. (2003). Longitudinal effects of lean production on employee outcomes and the mediating role of work characteristics. *Journal of Applied Psychology*, 88(4), 620-34.
- Pay R. (2008). *Everybody's jumping on the lean bandwagon, but many are being taken for a ride*. Industry Week. Available at: <http://www.industryweek.com/companies-amp-executives/everybodys-jumping-lean-bandwagon-many-are-being-taken-ride>
- Piszcalski, M. (2000). Lean vs. information systems. *Automotive Manufacturing and Production*, 112 (8), 26-28.
- Rüttimann, B.G., Stöckli, M.T. (2016). Lean and Industry 4.0—Twins, Partners, or Contenders? A Due Clarification Regarding the Supposed Clash of Two Production Systems. *Journal of Service Science and Management*, 9(6), 485-500.
- Rüßmann M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., Hamisch, M. (2016). *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. The Boston Consulting Group.
- Shadur, M., Rodwell, J. and Bamber, G. (1995). Factors predicting employees' approval of lean production. *Human Relations*, 48(12), 1403-1426.
- Shah, R., Ward, P.T. (2002). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21 (2), 129-149.
- Sharma, S., Gandhi, P.J. (2016). Scope of Optimising I.C.T Objectives Applying Lean Principles: An Exploratory Review. *International Conference on ICT in Business Industry & Government*, 18-19 November 2016, Indore, India.
- Sugimori, Y., Kusunoki K., Cho, F., Uchikawa, S. (1977). Toyota Production System and kanban system materialization of just-in-time and respect-for-human system. *International Journal of Production Research*, 15(6), 553-564.
- Upadhye, N., Deshmukh, S.G., Garg, S. (2016) Lean manufacturing system implementation barriers: an interpretive

structural modelling approach. *International Journal of Lean Enterprise Research*, 2 (1), 46–65.

Vidal, M. (2007). Lean production, worker empowerment, and job satisfaction. *Critical Sociology*, 33, 247-78.

Ward, P., Zhou, H. (2006). Impact of Information Technology Integration and Lean/Just-In-Time Practices on Lead-Time Performance. *Decision Sciences*, 37 (2), 177-203.

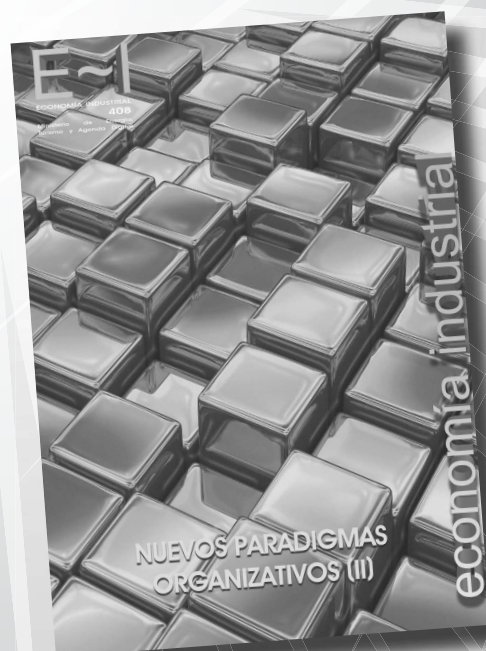
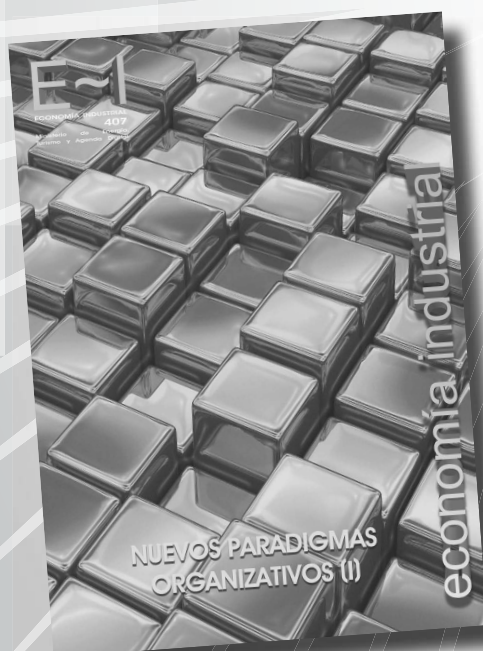
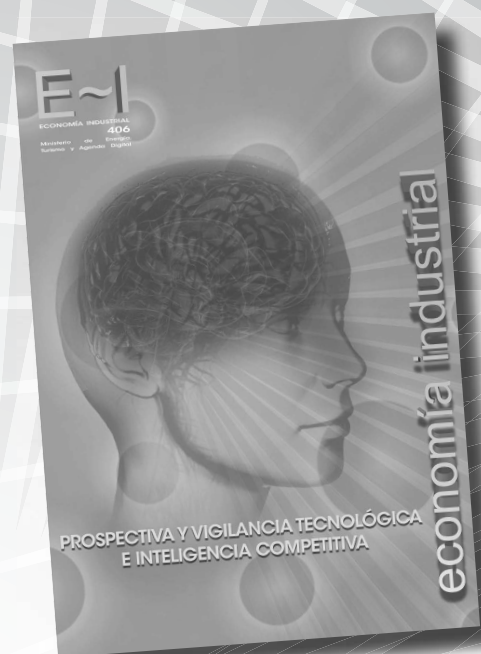
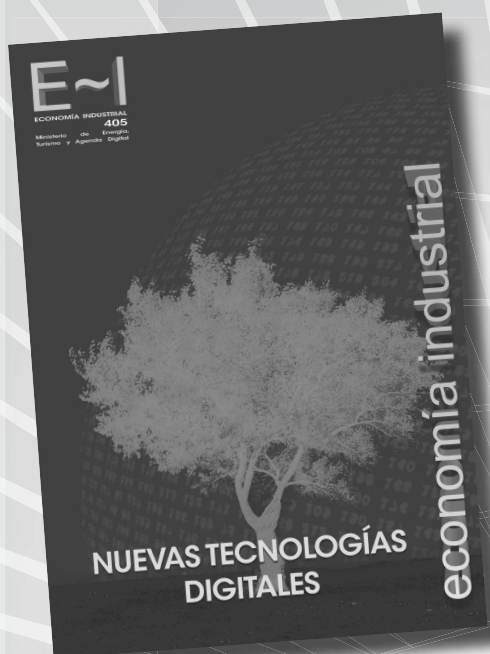
Wickens, P. (1987). *The Road to Nissan*. London: Macmillan.

Womack, J.P. (2004). *Lean Information Management*. Lean Enterprise Institute. Available at: <https://www.lean.org/womack/DisplayObject.cfm?o=726>.

Womack, J.P., Jones, D.T. (1996). *Lean thinking*. New York: Simon & Schuster, Inc.

Womack, J.P., Jones, D.T., Roos, D. (1991). *The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production*. New York: Harper Perennial.

ÚLTIMOS NÚMEROS



www.economiaindustrial.es



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE INDUSTRIA, COMERCIO
Y TURISMO

SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA

SUBDIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO NORMATIVO,
INFORMES Y PUBLICACIONES
CENTRO DE PUBLICACIONES

www.mincotur.gob.es

VENTA Y SUSCRIPCIONES:

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO
CENTRO DE PUBLICACIONES

Panamá, 1. Planta 0. 28071 Madrid

Teléfonos: VENTAS: 913 495 129 / 913 494 968. CENTRALITA: 913 494 000

Fax: 913 494 485

ECONOMÍA DEL DATO Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN PYMES INDUSTRIALES: RETOS Y OPORTUNIDADES

DANIEL PÉREZ-GONZÁLEZ

PEDRO SOLANA-GONZÁLEZ

SARA TRIGUEROS-PRECIADO

Universidad de Cantabria

Desde los comienzos de la aplicación de la informática a la gestión y procesos empresariales las empresas de todos los sectores, para ser competitivas, siempre han estado condicionadas por el avance y la evolución de la tecnología, con una necesidad constante de transformar y adaptar sus procesos a las tecnologías de la información que surgen en cada periodo. Siendo una característica distintiva de la época actual no dada en periodos previos, la velocidad en los cambios relacionados con las

tecnologías de la información y la importancia de dichos avances a todos los niveles de la actividad humana, transforman la sociedad, la forma de relacionarnos, y la economía y relaciones entre agentes y formas de producir y consumir bienes y servicios (Chaparro-Peláez, Agudo-Peregrina, y Pascual-Miguel, 2016; Iglesias-Pradas, Hernández-García, y Fernández-Cardador, 2017). Esta transformación impulsa un cambio radical basado en un conjunto de tecnologías digitales diferentes, que tienen como nexo utilizar Internet, produciendo una interconexión multidireccional de personas y cosas generando y compartiendo datos, como materia prima, que en el contexto económico se ha denominado como economía digital o economía del dato y en el que las empresas se ven querían o no inmersas y obligadas a transformarse, si quieren seguir en el mercado (Popa, Soto-Acosta y Perez-Gonzalez, 2016).

ECONOMÍA DEL DATO Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL CONTEXTO Y OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN ↓

En el contexto de economía del dato que implica una continua transformación digital de las empresas, es fundamental la velocidad con la que las empresas afronten los cambios, lo que en definitiva marcará la evolución de las economías en las que estas empresas están y el bienestar social. Así, a velocidades de transformación más lentas, menor competitividad de las empresas, pérdida de crecimiento de la economía y reducción del bienestar social de los ciudadanos (OCDE 2017). En este sentido, la transformación digital ha sido más desarrollada y estudiada en las empresas del sector tecnológico, de servicios y en empresas de gran tamaño (Siemens y Roland Berger, 2016). Sin embargo, hay una importante carencia de trabajos que analicen la situación en el sector industrial, especialmente en las pymes (*World Economic Forum*,

2016; Pérez-González, Trigueros-Preciado y Popa, 2017), organizaciones que suponen el mayor número de empresas tanto en Europa como en España (Comisión Europea 2017). Se cuenta tan sólo con algunos trabajos que describen casos de éxito relativos a la aplicación de una o varias tecnologías a determinados procesos empresariales, y trabajos descriptivos del nivel de digitalización de las pymes, que ponen de manifiesto un retraso en la transformación digital (Observatorio ADEI, 2016; McKinsey 2017).

Sin embargo, a pesar de la importancia del estudio de la transformación digital como vía hacia la economía del dato, y de la importancia de las pymes, hay una carencia de trabajos que analicen las causas del retraso en la transformación digital de las pymes industriales españolas (Ministerio De Industria, Energía y Turismo, 2015; Confederación Española de Organizaciones Empresariales, 2017). En este sentido, y con la intención de contribuir a reducir el déficit de conocimiento señalado, el presente trabajo a partir de los datos de un proyecto de investigación financiado por el ayuntamiento de Camargo, en Cantabria, titulado «Fomento de la Innovación entre el Tejido Empresarial del Municipio de Camargo», analiza a partir de las opiniones de los propios empresarios y gerentes, su conocimiento de la economía del dato y de sus tecnologías características, así como la identificación de las principales barreras en su incorporación a la economía digital, cuestión fundamental que permitirá, conocidas las barreras, poder plantear posibles soluciones o líneas de actuación específicas que mitiguen las mismas y facilitar por tanto la transformación digital de las pymes.

Para lograr los objetivos anteriores, el resto del trabajo se organiza del siguiente modo. En primer lugar, se explica qué es y qué importancia tiene la economía del dato, la transformación digital y las tecnologías que lo componen. En segundo lugar, se presenta la metodología empleada en el trabajo y los resultados obtenidos, para finalizar con las conclusiones, limitaciones y futuras líneas de investigación derivadas del trabajo.

ECONOMÍA DEL DATO Y TECNOLOGÍAS CARACTERÍSTICAS ↓

La economía del dato se puede definir como un contexto económico, empresarial y social generado por la aparición y evolución de diferentes tecnologías relacionadas con internet y complementarias entre sí. De entre estas tecnologías, si bien excedería el objeto de este trabajo explicar, al menos deben ser citadas las más destacadas, entre las que se encuentran: «Internet de las cosas» (IoT), que se basa en el gran desarrollo de sensores de todo tipo movimiento, luz, acústicos, etc., cada vez a menor coste de fabricación, que son acoplables a cualquier dispositivo o medio y tienen capacidad de conectarse a internet, por lo que permiten recopilar todo tipo de informaciones y enviarlas a otros

dispositivos para su gestión, análisis o incluso toma de decisiones, etc.; el *cloud computing* o computación en la nube, que permite la virtualización de la tecnología y convertirla en un servicio ya sea de computo, almacenamiento o *software*, acercando la conversión de la tecnología a una *utility*; la realidad aumentada, que complementa un entorno físico real con una interfaz digital colocando objetos virtuales en el mundo real y a tiempo real, enriqueciendo así la experiencia del usuario en ese entorno; la realidad virtual, que genera un entorno virtual que permite experimentar una realidad simulada en la que el usuario interactúa con el entorno, pudiendo aprender en un entorno virtual seguro a manejarse y solucionar problemas antes de hacerlo en el modo real; la fabricación aditiva o impresión 3D, tecnología que produce objetos físicos a partir de modelos digitales 3D diseñados por *software*, revolucionando y agilizando el prototipado con una importante disminución de los costes; y el *Big Data*, que permite la gestión y análisis de enormes volúmenes de datos estructurados y no estructurados, que no pueden ser tratados de manera convencional, al superar los límites y capacidades de las herramientas de *software* habitualmente utilizadas y que incluyen desde datos procedentes de las redes sociales a datos procedentes de producción, fallos en maquinaria, etc., lo que permite convertir el dato en información y facilita la toma de decisiones, incluso en tiempo real. Además, también son características de la economía del dato otras tecnologías menos conocidas, pero que tienen un gran potencial de aplicación como la inteligencia artificial que, nutrida de los sistemas *Big Data*, facilita entre otras cosas la toma autónoma de decisiones por parte de robots y autómatas, o la tecnología *Blockchain* y su potencial en la trazabilidad de la información. En definitiva, se trata de un conjunto de tecnologías existentes y otras que aparecerán, que tienen en común el pivotar sobre Internet para generar, analizar, almacenar, compartir y explotar datos convirtiéndolos en información y decisiones. Se genera así una economía en la que la tecnología permite una masiva generación, recolección, almacenamiento y análisis de datos, datos que tienen un gran valor económico y empresarial porque permiten la interconexión con distintos sistemas, facilitando desde la gestión automatizada entre máquinas (M2M) de procesos empresariales como almacenes y logística a incluso decisiones de lanzamiento de productos y predecir la demanda y características que deben tener los productos que van a ser demandados por los clientes, antes de que éstos los demanden.

La literatura existente sobre economía del dato y transformación digital está en unas etapas incipientes, con trabajos, principalmente informes de consultorías o de organizaciones supranacionales, que básicamente describen el concepto y posibles implicaciones de la economía del dato para la sociedad y las empresas, coincidiendo todos los trabajos en señalar los efectos beneficiosos que para

las empresas, economías y bienestar social tendrá la transformación digital de las empresas (Capgemini, 2017; Comisión Europea, 2017; McKinsey 2017; OCDE 2017). Además, también hay trabajos con referencias a casos de empresas que de forma reciente han adaptado en sus procesos alguna de las tecnologías características de la economía del dato (Fundación EOI, 2012).

Sin embargo, en la literatura destaca la carencia de trabajos que, más allá de previsiones y casos de estudio individuales de aplicación de una tecnología, analicen la economía del dato y el proceso de transformación digital necesario para llegar a ella (Comisión Europea 2014; World Economic Forum, 2016). En concreto, los informes recientes destacan como puntos fundamentales en lo que es necesario profundizar (Comisión Europea, 2017; OCDE 2017): 1) la situación de las pymes en la economía del dato y el proceso de transformación digital; 2) la identificación de las barreras y motivaciones a la transformación digital por parte de las pymes; y 3) las posibles líneas de actuación para facilitar la transformación digital.

Cuestiones que, por su importancia, pretendemos abordar en este trabajo en el que nos centraremos en estudiar en pymes industriales, en primer lugar, su grado de conocimiento de la economía del dato, la transformación digital y las tecnologías propias de la economía digital y, en segundo lugar, identificar las barreras a su aplicación y los factores que pueden facilitar la transformación digital y, proponer algunas posibles actuaciones. Todo ello con la finalidad de que este trabajo pueda servir a las empresas, gestores públicos e incluso empresas prestadoras de servicios tecnológicos, en aras de la mejora de la transformación digital de nuestras pymes industriales.

METODOLOGÍA Y DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN ¶

Como objeto de estudio, la investigación se orienta a las pymes del sector industrial. La elección de las pymes se justifica en que este tipo de organizaciones son la base de nuestro tejido empresarial (INE, 2017). En cuanto a la elección del sector industrial, viene motivada por: 1) la importancia de la actividad industrial en nuestra economía (Ministerio De Industria, Energía y Turismo, 2015); 2) la urgente necesidad de estas empresas de mejorar su competitividad, muy amenazada por la economías emergentes que compiten en bajos costes y con un desarrollo tecnológico cada vez mayor (Comisión Europea, 2017); y 3) contar con el interés del Ayuntamiento de Camargo, municipio de Cantabria eminentemente industrial, que cuenta con el mayor número de polígonos industriales de la comunidad. Además, Camargo destaca por haber recibido el premio de Ciudad de la Ciencia y la Innovación 2016, del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, y formar parte de la Red Impulso, (Red de Ciudades de la Ciencia y la Innovación), compuesta por los municipios de españoles comprometidos con la Innovación.

En cuanto al desarrollo metodológico del trabajo, ante la ausencia de investigaciones previas que hayan analizado el nivel de conocimiento que las pymes industriales tienen de las tecnologías vinculadas a la economía del dato y las barreras a su transformación digital, y que por tanto sirvieran de guía, se ha decidido utilizar una metodología de investigación empírica de naturaleza cualitativa, diseñada en coherencia con los objetivos de la investigación, la revisión de la literatura relativa a la transformación digital (Siemens y Roland Berger, 2016; Capgemini, 2017; McKinsey 2017). En concreto, en numerosas ocasiones, los investigadores se ven obligados a recurrir al envío masivo de cuestionarios como método de obtención de información. Esto tiene ventajas, pero también inconvenientes, especialmente relacionados con que sólo se obtiene la información relativa a un conjunto de preguntas concretas contenidas en el cuestionario, perdiéndose una gran cantidad de información muy valiosa que se puede obtener por otras técnicas, más costosas para realizar de forma masiva, pero que permiten al investigador aproximarse más a la realidad de problema. En este sentido, el objetivo del trabajo pretende conocer toda la información posible de las pymes industriales acerca de su conocimiento sobre la economía digital y sus tecnologías, su situación en cuanto a la transformación digital, e identificar que cuestiones actúan como frenos a dicha transformación.

En este sentido, la investigación se ha desarrollado en primer lugar con 3 entrevistas en profundidad, realizadas en septiembre, en cada una de las cuales participaron 2 gerentes/empresarios de pymes industriales, 2 técnicos municipales del Centro de Empresas de Camargo, órgano dependiente de la concejalía de Industria, Comercio, Ganadería, Turismo, Desarrollo Local, Empleo y Formación, que tiene entre sus funciones apoyar y dar servicio a las empresas del municipio, e investigadores del grupo Aplicación de las TI para la competitividad e innovación de la Universidad de Cantabria.

Respecto a las reuniones de grupo, se realizaron 6 reuniones entre octubre y diciembre de 2017, en las que participaron un total de 62 empresas. Para su celebración se cursó una invitación a todas las empresas industriales del municipio a través del Centro de Empresas de Camargo y se organizaron las reuniones en función de las empresas que habían mostrado interés, reuniones con una duración media de 3 horas y 10 empresas por reunión. Estas reuniones se desarrollaron todas con el mismo esquema de trabajo: presentar los objetivos del proyecto, explicar el actual contexto de la economía del dato y la transformación digital; conversar de forma abierta sobre el conocimiento del contexto actual y las tecnologías de la información propias de la economía del dato, las barreras que encuentran en el proceso de transformación digital y así como los beneficios que buscarían obtener dicha transformación. Todo el proceso y realización de estas reuniones se apoyó en un pequeño cuestionario para facilitar la recogida y estructuración de la información.

TABLA 1
CONOCIMIENTO DE LOS CONCEPTOS DE ECONOMÍA DEL DATO Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

Conoce el concepto de Economía del dato y sus implicaciones	Sí		No	
	%	Nº	%	Nº
	19,35	12	80,65	50
Conoce el concepto de Transformación digital y sus implicaciones	30,65	19	69,35	43

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las empresas de la muestra, se caracterizan por:

- Ajustarse a la definición de pyme establecida por la Comisión Europea (2014)
- Pertenecer al sector industrial
- Estar ubicadas en Camargo, Cantabria.
- Presentar como variables de tamaño: un volumen medio de facturación de 6,2 millones de euros y entre 10 y 102 empleados, con una media de 13 trabajadores.

RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados, divididos en dos partes: la primera analiza el grado de conocimiento que tienen las empresas del concepto de economía del dato y transformación digital, para después analizar el grado de conocimiento que las empresas tienen de las tecnologías propias de la economía del dato. Además, se identifican aquellas áreas de negocio críticas para las empresas y en las que estas muestran más interés por transformar digitalmente. En la segunda parte se identifican los elementos que actúan como barreras a la transformación digital.

CONOCIMIENTO DE LA ECONOMÍA DEL DATO Y DE LAS TECNOLOGÍAS ASOCIADAS

El conocimiento de algo es fundamental, pues es el paso previo a su posible aplicación. En este sentido, los resultados de la tabla 1 indican que el grado de conocimiento que las empresas tienen del concepto de Economía del dato y sus implicaciones, es bajo: sólo el 19,35% de las empresas de la muestra conoce o ha oído el concepto de Economía del dato. Respecto al concepto de transformación digital, el concepto es conocido en un 30,65%, que siguen siendo unos valores de conocimiento muy bajos. Además, se debe indicar que en las reuniones se pudo constatar que este conocimiento sólo existe a modo general y sin visión integral de la transformación digital, puesto que los empresarios que dicen conocer el concepto manifiestan que para ellos

TABLA 2
CONOCIMIENTO DE LAS TECNOLOGÍAS CARACTERÍSTICAS DE LA ECONOMÍA DEL DATO Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

Tecnologías características	Sí		No	
	%	Nº	%	Nº
Fabricación aditiva (Impresión 3D)	59,68	37	40,32	25
Ciberseguridad	43,55	27	56,45	35
Robots autónomos	38,71	24	61,29	38
Internet de las cosas (IoT)	33,87	21	66,13	41
Cloud Computing	27,42	17	72,58	45
Big Data y análisis de datos	25,81	16	74,19	46
Realidad virtual	20,97	13	79,03	49
Realidad aumentada	17,74	11	82,26	51
Inteligencia artificial	14,52	9	85,48	53
Blockchain	9,68	6	90,32	56

Fuente: Elaboración propia

adoptar cualquier tecnología en un proceso, aunque sea aislado de otros, ya constituye una transformación digital.

En cuanto al grado de conocimiento de las tecnologías características de la economía del dato, la tabla 2 recoge las tecnologías ordenadas de más a menos conocidas, destacando que solo la fabricación aditiva (impresión en 3D) es conocida por más del 50% de las empresas como una tecnología de aplicación directa. En esta línea, sorprende el bajo nivel de conocimiento que en general las pymes tienen de las tecnologías más características de la economía del dato. Así, hay un conocimiento general de las tecnologías más tradicionales como las cuestiones relativas a seguridad de la información (ciberseguridad), conocidas por un 43,55% de la muestra, y los robots autónomos (38,71%), que no son una tecnología nueva, sino más bien una tecnología ya existente enriquecida con sensores propios de IoT. Destaca especialmente el bajo conocimiento de tecnologías de gran importancia para la economía del dato como IoT (33,87%), el *Cloud Computing*, o el *Big Data* que, pese a su importancia sólo son conocidos por entre el 33,87% y el 25,81% de las empresas. Finalmente, tecnologías como la realidad virtual, la realidad aumentada, la inteligencia artificial y *Blockchain*, son conocidas por entre el 20 y el 9% de las empresas.

Ante este importante desconocimiento, se pregunta a las empresas por cuáles consideran que son las causas de dicho desconocimiento, resultado como respuestas más frecuentes:

1. Ser un tema muy complicado no aplicable a su negocio.
2. No tener información específica y a medida de sus necesidades.
3. No tener tiempo para estar indagando sobre el tema o ir a charlas genéricas.

Complementando lo anterior, y una vez explicadas las diferentes tecnologías, se pregunta a las empresas sobre que tecnologías tendrían un mayor interés en aplicar, mostradas en la tabla 3.

TABLA 3
QUE TECNOLOGÍAS TENDRÍAN MÁS INTERÉS EN APLICAR

Conocidas las tecnologías, indique en cuales tendría su empresa más interés de aplicación siendo 1= poco interés y 5=mucho interés	Valor Medio
Fabricación aditiva (Impresión3D)	4,37
Internet de las cosas (IoT)	4,15
Realidad aumentada	4,05
Robots autónomos	4,02
Realidad virtual	3,94
Ciberseguridad	3,56
Cloud computing	3,32
Big Data y análisis de datos	3,13
Inteligencia artificial	2,68
Blockchain	2,40

Fuente: Elaboración propia

TABLA 4
BENEFICIOS PRIORITARIOS A CONSEGUIR CON LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL

De los siguientes beneficios indique cuales desearía conseguir con la transformación digital de su empresa: siendo 1= poco interesante y 5=muy interesante	Valor Medio
Mejorar productividad/proceso productivo	4,53
Ahorro de costes mantenimiento/operarios	4,50
Mejorar la Logística	4,44
Inventarios/almacén	4,37
Mejorar capacidades empleados	4,06
Mejorar ventas	3,87
Ventas atención al cliente	3,74
Innovar en productos	3,58
Mejor toma decisiones	3,39
Relación proveedores	2,97

Fuente: Elaboración propia

De dicha tabla la tecnología que más interés despierta entre las empresas es la fabricación aditiva, algo entendible al ser una muestra de empresas industria-

les, pero lo que realmente destaca es que alguna de las tecnologías sobre las que el conocimiento era muy bajo son precisamente aquellas que más interés despiertan en las empresas como IoT, realidad aumentada, realidad virtual. A su vez, llama la atención que entre las tecnologías que menos interés suscitan estén el *Cloud Computing*, el *Big Data* y la inteligencia artificial. Además, el uso del *blockchain* es el que en opinión de los empresarios menos utilidad tiene para ellos, posiblemente porque sólo se asocia a criptomonedas y no se conoce su aplicación a la trazabilidad de los datos e información.

Relacionado con lo anterior, se pregunta a las empresas sobre qué beneficios son los que buscarían con la transformación digital. La tabla 4 muestra, ordenados de mayor a menor interés, los beneficios que las empresas desearían conseguir.

Los resultados muestran cómo las empresas tienen una gran preocupación por mejorar la productividad y ahorrar costes, seguido en menor media de cuestiones logísticas, capacitación de los empleados y mejorar ventas. Destaca especialmente el bajo interés por mejorar la innovación en productos y mejorar la toma de decisiones, mostrando por tanto más interés en resultados a corto plazo, productividad y ahorro de costes, que a medio y largo plazo como los beneficios producidos por la innovación y la mejora en la toma de decisiones. Finalmente, la relación con los proveedores aun considerándose con cierta importancia (valor medio de 2,97) es la actividad que las empresas valoran con menos interés en mejorar.

BARRERAS A LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL

Respecto a la identificación de los factores que actúan como frenos a la transformación digital de las pymes, los trabajos recientes señalan a nivel general los siguientes: costes, resistencia al cambio y falta de competencias (Siemens y Roland Berger, 2016; OCDE (2017). Además de los anteriores, fruto de las entrevistas en profundidad, se han identificado como posibles barreras otros señalados por los propios empresarios, como la ausencia de partner o colaborador tecnológico, el no considerarse prioritario, cuestiones normativas y de legislación, y temas de seguridad. Todas estas cuestiones se preguntaron en las 6 reuniones de grupo con las 62 empresas, mostrándose en la tabla 5 jerarquizados de mayor a menor importancia las cuestiones que en opinión de las empresas actúan como frenos a su transformación digital.

Destaca como principal barrera que para muchos empresarios la transformación digital todavía no es una necesidad o no se considera prioritaria. Los empresarios indican en las reuniones que sus prioridades son producir y vender. En segundo lugar, los empresarios consideran que el coste de las inversiones respecto a la recuperación de la inversión o beneficios esperables hace que no resulten inversiones

TABLA 5
BARRERAS A LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL

De los siguientes elementos señale cuales considera son un freno para la transformación digital de su empresa siendo 1= poco importante y 5=muy importante	Valor Medio
No se considera necesario/prioritario	4,24
Coste/beneficio	4,05
Personal no cualificado	3,92
Partner tecnológico adecuado	3,34
Riesgo de seguridad	3,03
Incertidumbre en la Legislación	2,61
Cultura/Resistencia al cambio	2,16

Fuente: Elaboración propia

atractivas. Posiblemente, la falta de conocimiento real por parte de los empresarios del coste de algunas de las tecnologías, que puede ser bajo, y el desconocimiento de los beneficios que puede aportar, que pueden ser altos, llevan a que a priori el coste se considere como una importante barrera. Además, se debe mencionar que las empresas sí son conscientes de la falta de capacidades de su personal, destacando también como barrera la ausencia de un partner tecnológico de confianza. Como frenos menos importantes, las empresas señalan posibles problemas de seguridad, incertidumbre en la legislación, y resulta muy llamativo que las empresas consideran que no tienen resistencia al cambio, incidiendo en que no se trata de un problema cultural sino de rentabilidad.

TABLA 6
PARTNER TECNOLÓGICO MÁS ADECUADO

Seleccione cual considera que sería la opción más adecuada para realizar la transformación digital siendo 1= poco adecuado y 5=muy adecuado	Valor Medio
Cooperación con universidades y administraciones públicas	4,05
Contratar personal específico por parte de la empresa	3,02
Subcontratar con consultoras	2,60

Fuente: Elaboración propia

Complementando algunas de las respuestas que daban las empresas, se les preguntó por cómo debían ser los partner tecnológicos apropiados y como consideran que debería realizarse el proceso de transformación digital, ofreciéndose como alternativas, la subcontratación a empresas de consultoría, modelos cooperativos supervisados por Universidades, grupos de investigación o administraciones públicas, o personal específico contratado por la empresa. La tabla 6 muestra como opción que obtiene más puntuación media (4,03) y por tanto preferida para realizar la transformación digital, los modelos cooperativos con universidades o administraciones públicas, seguido de la contratación de personal es-

pecífico (3,02), y finalmente y como última opción la subcontratación directa con consultoras (2,60).

CONCLUSIONES

La importancia de la economía del dato y de las tecnologías que la sustentan y sus efectos a en todos los ámbitos económico, social y cultural están fuera de toda duda. En el ámbito económico y empresarial, la transformación digital se convierte en un proceso al que antes o después se tienen que enfrentar todas las organizaciones.

A su vez, la velocidad del avance tecnológico es más rápido que nunca. Sin embargo, la velocidad de transformación digital de las empresas españolas, en especial de las pymes industriales, sigue siendo lenta, lo que incrementa su riesgo de exclusión. Ésta es una cuestión de gran importancia, por la pérdida de competitividad que esto suponer para las empresas y por tanto para la economía del país.

El análisis de los trabajos e informes sobre la economía del dato y la transformación digital se centran principalmente en describir el fenómeno, realizar predicciones sobre sus posibles consecuencias en el ámbito económico y algunos casos de estudio que analizan la aplicación de alguna tecnología concreta, principalmente en empresas tecnológicas, financieras y comercio electrónico, con un predominante enfoque tecnológico. Todo ello indica que nos encontramos en los primeros estadios de la investigación en este campo, y que por lo tanto habrá que avanzar con trabajos que expliquen con enfoques más próximos a la gestión y el management la problemática de la transformación digital, su aceptación y barreras y los efectos concretos de su aplicación. Esto será especialmente importante en pymes industriales pues, pese a su importancia en nuestra economía, hay una gran carencia de trabajos centrados en analizar en estas organizaciones las citadas cuestiones.

Ante este contexto, este trabajo realiza una investigación exploratoria centrada en analizar en 62 pymes industriales su grado de conocimiento sobre la economía del dato, la transformación digital y el conocimiento que tienen de las tecnologías propias de esta economía. Además, identifica las tecnologías que, en opinión de los propios empresarios, les resultan más interesantes, en qué áreas del negocio, y especialmente qué cuestiones consideran que actúan como barreras en su transformación digital y tránsito hacia la economía del dato.

Respecto al grado de conocimiento que las pymes industriales objeto de estudio tienen sobre la economía del dato, la transformación digital y las tecnologías asociadas a dichos procesos, podemos concluir que es muy bajo, con un desconocimiento mayoritario tanto de los conceptos e implicaciones de la economía del dato y la transformación digital, como de las tecnologías características, salvo

de la fabricación aditiva, que es la única tecnología conocida por la mayoría de las empresas. Profundizando en las causas de estos mayoritarios niveles de desconocimiento, parece que principalmente están motivados por la percepción de que son temas muy complicados, más propios de sectores tecnológicos y grandes empresas y que no afectan a las pymes. Además, los empresarios señalan el poco tiempo disponible para indagar en estas cuestiones y que las informaciones existentes no son útiles para las necesidades de las pymes.

Todas estas cuestiones son de gran importancia y pueden ser tenidas en cuenta por los agentes implicados en promover la transformación digital a la hora de diseñar sus actuaciones concretas para las pymes industriales. En concreto, parece necesario un fuerte esfuerzo divulgativo en estos temas, pero buscando la máxima proximidad con las pymes, dado que su nivel de proactividad es bajo, y orientar las acciones con un lenguaje sencillo, aplicado y centrado en el negocio.

En concreto, se debe destacar que una vez que se explica a las empresas las diferentes tecnologías y sus potenciales usos y beneficios, el grado de interés que manifiestan por aplicar dichas tecnologías es elevado. Esto pone de manifiesto la necesidad primordial de actuaciones que den a conocer a las empresas estas tecnologías, pero de una forma adecuada a sus necesidades y características propias.

En cuanto a las tecnologías más interesantes para las pymes, este trabajo permite identificar, de entre las distintas tecnologías, aquellas que son de más interés para las empresas, y por tanto aquellas en las que realizar actuaciones podrá tener una mejor respuesta por parte de las pymes industriales. Destacan especialmente la fabricación aditiva, IoT, la realidad aumentada y los robots autónomos, tecnologías orientadas principalmente al proceso productivo. En este sentido, también es importante destacar el bajo interés que las empresas han mostrado por algunas de las tecnologías que actúan como pilares para el desarrollo de la economía del dato, como el *Big Data*, y por tanto la necesidad de establecer actuaciones que permitan a las empresas conocer las posibilidades de dicha tecnología y fomentar su aplicación.

Complementando lo anterior, las empresas manifiestan que los principales beneficios que buscarían obtener con la transformación digital son principalmente el mejorar el proceso productivo, ahorrar costes y mejorar logística y almacén. Esto pone de manifiesto su prioridad en cuestiones orientadas a la consecución de resultados a corto plazo, en detrimento de cuestiones fundamentales para la competitividad a medio y largo plazo, como la innovación y la mejor toma de decisiones.

Estos hallazgos resultan de gran importancia para el diseño de futuras actuaciones, pues por un lado

permiten conocer aquello en lo que más interés tienen las empresas industriales –y por tanto actividades en las que mayor participación habrá– y a su vez permiten identificar cuestiones sobre las que es necesario un refuerzo adicional, como la innovación y toma de decisiones, pues pese a tener una gran importancia estratégica, no reciben de las pymes industriales la atención que realmente tienen dada su importancia. Es importante recomendar a este respecto que las actuaciones que se diseñen incidan en que la transformación digital se trata de algo más que adoptar una tecnología concreta para un proceso específico, y que la transformación digital tiene que entenderse dentro de una planificación estratégica del propio negocio.

Respecto al objetivo de identificar las barreras o frenos a la transformación digital de las pymes industriales, podemos concluir que la principal barrera es el propio desconocimiento que las empresas tienen de lo que implica la transformación digital y las tecnologías asociadas a la economía del dato. En esta línea, los propios empresarios indican que no consideran la transformación digital como un tema prioritario o necesario para su negocio. Todo ello pone de manifiesto la necesidad de actuaciones divulgativas y formativas, efectivas y eficientes, que permitan a las empresas conocer el contexto actual y la importancia de estas tecnologías para garantizar su competitividad y la continuidad del negocio.

La segunda barrera que se ha identificado como más importante para los empresarios del estudio es el coste/beneficio esperados. Esta barrera realmente está más relacionada de nuevo con la falta de conocimiento y las percepciones erróneas que la falta de conocimiento puede generar, que con el propio coste en sí de las tecnologías. En este sentido, las acciones encaminadas a eliminar esta barrera deberían ir encaminadas a centrarse en explicar, para cada tecnología, los costes y los beneficios económicos y no económicos que puede conllevar su aplicación. En palabras de los propios empresarios, «nuestros conocimientos de estos temas son muy reducidos y necesitamos que nos lo den fácil o no tendrá interés para nosotros».

Junto al desconocimiento y el coste/beneficio, las siguientes barreras más importantes están relacionadas con la ejecución de la transformación digital; en concreto, la falta de personal cualificado y la ausencia de un partner tecnológico de confianza. En relación a la falta de personal cualificado, es un problema transversal y común al tejido empresarial, las empresas no pueden esperar años a que surtan efectos los posibles cambios educativos que potencien las competencias STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas). En este sentido, para mitigar esta barrera pueden ser adecuados diseñar planes de formación específicos sobre las diferentes tecnologías, de corta duración y eminentemente prácticos. En cuanto al problema de

falta de un partner tecnológico, las empresas manifiestan que no tienen conocimientos para distinguir el socio tecnológico adecuado y que no pueden confiar el core de su negocio a cualquier empresa. Esto, unido a la falta de personal cualificado dentro de la propia empresa, da lugar a que solo quede como vía para realizar la transformación digital de las pymes actuaciones basadas en la cooperación entre las pymes y administraciones públicas, centros tecnológicos y universidades. Lo anterior puede ser una importante ventaja en el diseño de actuaciones, pues permitiría aprovechar la amplia presencia, infraestructura y prestigio de las universidades en todas las comunidades autónomas, y reaprovechar así el conocimiento de sus grupos especializados en tecnología y negocio para al menos acometer las primeras fases de divulgación, formación y acompañamiento de la transformación digital de las pymes.

Por último, dentro de las barreras a la transformación digital, las cuestiones que menos frenan a las empresas son los temas de seguridad, los legislativos y los factores culturales o de resistencia al cambio. Sobre los temas culturales y resistencias al cambio, debemos concluir que, si bien las empresas no lo identifican como un freno y en sus propias palabras «podemos tener desconocimiento sobre algo, pero si se nos explica y vemos que coste/beneficio no es rentable, no dudamos en cambiar», sí es necesario indicar que esta barrera está presente y se manifiesta en la falta de estrategia tecnológica de las pymes y en el interés que tienen en tecnologías que producen más beneficios a corto plazo, en detrimento de cuestiones relacionadas con la innovación y la mejor toma de decisiones. Por lo tanto, para mitigar esta barrera será conveniente que las actuaciones que se realicen, además de ligadas a la aplicación concreta de una tecnología, incidan siempre en la necesidad de un enfoque estratégico de negocio, donde la tecnología se gestiona de forma estratégica vinculada a la propia estrategia del negocio más allá de la mera adopción de una tecnología concreta y aislada.

Para finalizar, no se debe olvidar que este trabajo se ha centrado en 62 pymes industriales mediante un enfoque exploratorio, basado en las propias opiniones de los empresarios, y por lo tanto no se busca una extrapolación directa de los resultados a todas las pymes, lo que requerirá de investigaciones con mayor número de empresas. A su vez, como futuras líneas de trabajo sería interesante replicar este tipo de estudios en pymes de otros sectores y seguir profundizando en la identificación de factores que favorezcan la transformación digital de nuestras pymes.

NOTAS

- [1] Los autores desean mostrar su agradecimiento al Ayuntamiento de Camargo, que ha financiado la investigación, así como a los gerentes y directivos de

las pymes participantes

BIBLIOGRAFÍA

- CAPGEMINI (2017). Smart Factories: How can Manufacturers Realize the potential of Digital Industrial Revolution. Disponible en: <https://www.capgemini.com/resources/smart-factories-how-can-manufacturers-realizethe-potential-of-digital-industrial/>
- COMISIÓN EUROPEA (2014) Comprender las políticas de la Unión Europea: Agenda Digital para Europa. Disponible en: https://europa.eu/european-union/file/1501/download_es?token=317D0FI
- COMISIÓN EUROPEA (2014) Anexo I del Reglamento (UE) N° 651/2014 de la Comisión de 17 de junio de 2014
- COMISIÓN EUROPEA (2017). Digital Economy and Society Index 2017. Bruselas. Disponible en: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>
- Confederación Española de Organizaciones Empresariales (2017). Plan Digital 2020. La digitalización de la sociedad española. Factoría 4.0. El Economista, n° 5, 25 de julio.
- Dutta, S., Geiger, T., & Lanvin, B. (2015). The global information technology report 2015. In World Economic Forum (Vol. 1, No. 1, pp. P80-85).
- Chaparro-Peláez, J., Agudo-Peregrina, Á. F., & Pascual-Miguel, F. J. (2016). Conjoint analysis of drivers and inhibitors of e-commerce adoption. Journal of Business Research, 69(4), 1277-1282.
- Fundación, E. O. I. (2012). Sectores de la nueva economía 20+ 20. Economía digital. Madrid: EOI. Disponible en: <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20709/sectores-de-la-nueva-economia-2020-economia-del-dato>
- Iglesias-Pradas, S., Hernández-García, Á., & Fernández-Cardador, P. (2017). Acceptance of corporate blogs for collaboration and knowledge sharing. Information Systems Management, 34(3), 220-237.
- Ministerio De Industria, Energía y Turismo (2015). La transformación digital de la industria española. Industria conectada 4.0. Disponible en: <http://www6.mityc.es/IndustriaConectada40/informe-industria-conectada40.pdf>
- MCKINSEY (2017). La reinención digital: una oportunidad para España. Madrid. Julio. Disponible en: <http://cotec.es/media/Lareinenci%C3%B3n-digital-de-Espa%C3%B1a.pdf>
- Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (2017). Análisis sectorial de la implantación de las TIC en las empresas españolas. Madrid. Disponible en: <http://www.ontsi.red.es/ontsi/sites/ontsi/files/Informe%20ePyme%202016.pdf>
- OBSERVATORIO ADEI (2016). Digitalización y sectores productivos(II). Nota técnica. Disponible en: <http://observatorioadei.es/>
- OCDE (2017). Going Digital: Making the Transformation Work for Growth and Well-Being. MCM 2017 Document. Disponible en: <https://www.OECD.org/mcm/documents/C-MIN-2017-4%20EN.pdf>
- Pérez-González, D., Trigueros-Preciado, S., & Popa, S. (2017). Social Media Technologies' Use for the Competitive Information and Knowledge Sharing, and Its Effects on Industrial SMEs' Innovation. Information Systems Management, 34(3), 291-301.

Popa, S., Soto-Acosta, P., & Perez-Gonzalez, D. (2016). An investigation of the effect of electronic business on financial performance of Spanish manufacturing SMEs. *Technological Forecasting and Social Change*.

Siemens y Roland Berger (2016). España 4.0, el reto de la transformación digital de la economía.http://w5.siemens.com/spain/web/es/estudiigitalizacion/Documents/Estudio_Digitalizacion_Espana40_Siemens.pdf

World Economic Forum (2016). Global Information Technology Report 2016. Disponible en: <https://www.weforum.org/reports/the-global-information-technology-report-2016>

Número 407 y 408, primer y segundo trimestre de 2018

Recuperando el lenguaje organizativo

Organizaciones pioneras

Otros temas

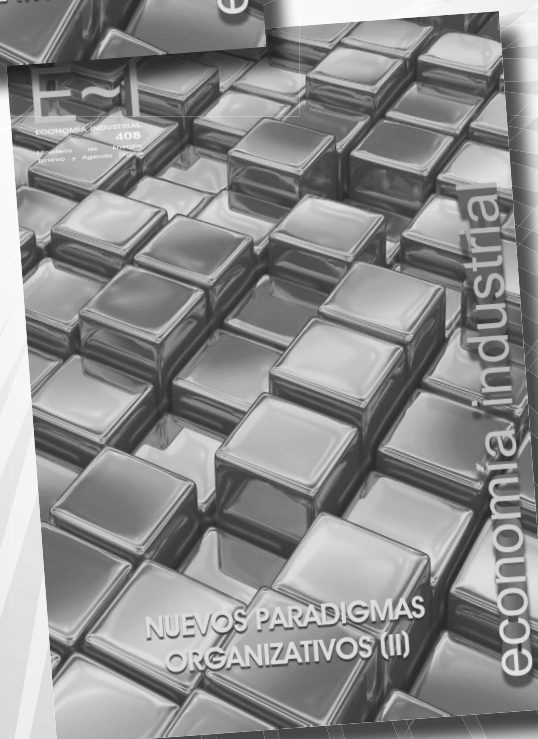
Crítica de libros

Innovación organizativa

Las Administraciones Públicas y las organizaciones del siglo XXI

Notas

Selección bibliográfica



www.economiaindustrial.es



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE INDUSTRIA, COMERCIO
Y TURISMO

SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA

SUBDIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO NORMATIVO,
INFORMES Y PUBLICACIONES
CENTRO DE PUBLICACIONES

www.mincotur.gob.es

VENTA Y SUSCRIPCIONES:

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO
CENTRO DE PUBLICACIONES
Panamá, 1. Planta 0. 28071 Madrid
Teléfonos: VENTAS: 913 495 129 / 913 494 968. CENTRALITA: 913 494 000
Fax: 913 494 485

¿ES EL *BIG DATA* EL SIGUIENTE PASO EN LA DIGITALIZACIÓN DE LA EMPRESA?

MARÍA TERESA BALLESTAR

ESIC Business School

DOMINGO RIBEIRO

Universidad de Valencia

JORGE SAINZ

Universidad Rey Juan Carlos

La transformación digital, entendida como el fenómeno de conexión inteligente entre productos y actividades a través del intercambio de información gracias a las tecnologías digitales, permite la modificación de los modelos de negocio impactando tanto en los proveedores de dichos bienes y servicios como en los consumidores. Como señalan Porter y Heppelmann (2015), esto permite a las compañías incrementar de forma exponencial la

creación de valor para sus clientes a través de la modificación de sus cadenas de valor gracias a la aparición de nuevas funcionalidades, mayor seguridad en los procesos y mejora en la eficiencia y en la optimización de las posibilidades que ofrecen a sus clientes, tanto en ámbitos económicos, como en el análisis político, deportivo, etc. (por ejemplo, Capilla y Sainz, 2009).

La optimización de estos procesos pasa por la gestión de cantidades masivas de datos que ayuden no sólo a las compañías sino también a las administraciones públicas, al sector educativo o las organizaciones no gubernamentales a ofrecer soluciones más avanzadas a sus clientes que les permitan maximizar su creación de valor. Sin embargo, no todas las empresas están preparadas para la optimización de estos procesos, ya que la adopción de las tecnologías para el análisis masivo de datos no es el único factor a tener en cuenta, sino que también influyen la forma en que se adoptan dichas tecnologías y el uso de las mismas. Las decisiones sobre estos aspectos pueden cambiar la misma esencia del desarrollo de las actividades de

las empresas, pese a que el usuario final apenas encuentre diferencias, más allá de la mejora en la eficiencia del servicio, en la calidad del producto o en la mejora de la selección.

El *Big Data* es una de estas tecnologías disruptivas que, correctamente adoptada, modifica la estructura del negocio, añade competitividad y flexibilidad a las instituciones y las dota de un mayor conocimiento propio y por lo tanto de la capacidad de decidir nuevas estrategias que beneficien su desempeño. En este artículo, además de explicar qué es el *Big Data*, el impacto que tiene su implementación en las compañías, así como sus principales y nada triviales barreras de acceso, se realiza un ejercicio empírico de las capacidades de mejora del negocio mediante distintas técnicas analíticas vinculadas a la ciencia de los datos.

Este ejercicio empírico consiste en un caso de uso sobre el mercado *online* de *cashback*, donde los negocios incentivan a los usuarios mediante *cashback* o reintegros por navegar y/o realizar actividades a través de la plataforma *online*.

¿QUÉ ES BIG DATA Y CÓMO SE USA? ↓

El término «*Big Data*» surge académicamente con Francis Diebold, profesor de la Universidad de Pensilvania que utiliza el término en su artículo publicado en 2003 «*Big Data' Dynamic Factor Models for Macroeconomic Measurement and Forecasting*» (Diebold, 2012). Aunque el concepto es claramente anterior, desde la psichistoria del Profesor Hari Seldon en la Saga de Fundación de Isaac Asimov, basada en la predicción del futuro a través de utilizar grandes volúmenes de datos del pasado, a las propuestas que sobre el uso masivo de datos se realizan ya en los años 50 en distintas administraciones, y que con la expansión de las tecnologías tienen su primera expresión como tal en los desarrollos de John Mashey para la empresa Silicon Graphics en los años 90. En éstos se utiliza el concepto similar al *Big Data* de un amplio grupo de desarrollo de bases de datos, gestión de los mismos, funcionamiento de algoritmos, etc. (Diebold, 2013 y Lohr, 2013b).

Si hay un consenso en la literatura sobre el origen del concepto y del nombre, no lo hay sobre una definición sobre qué es *Big Data*, su pertenencia al *Data Science*, la ciencia de los datos y su análisis (1). Siguiendo a McAfee y Brynjolfsson (2012), Pospiech y Felden (2012), Morabito (2014) o Morabito (2015), se puede escoger una definición derivada de sus características, que son las denominadas cuatro Vs: Volumen, Velocidad, Variedad y Veracidad, y que podemos caracterizar de la siguiente forma:

Volumen se refiere fundamentalmente al uso masivo de datos que se almacenan y utilizan en las bases de datos y que se utilizan. Por ejemplo, el tamaño de las bases de datos de donde se ha extraído la información para construir el ejercicio empírico de este artículo contiene un total de 3.500 billones de datos. La aparición de nuevas tecnologías, como la computación en la nube (*cloud computing*), es paralela a este desarrollo. El denominado «internet de las cosas» permite que se vaya generando una creciente cantidad de datos relativos al comportamiento de los individuos, lo que permite ofrecer servicios hasta ahora impensables para los ciudadanos. Otras tecnologías necesarias como MapReduce o los lenguajes o sistemas de programación como Hadoop, R o SPSS, que son empleados en estos ámbitos, han florecido por a la necesidad de utilizar recursos que permitan su análisis de forma sostenible y económicamente viable (Dong y Srivastava, 2013). Como ya se ha señalado antes, esta es sin duda la parte más relevante del *Data Science* (Gandomi y Haider, 2015).

- Velocidad, ya que para que los análisis resulten relevantes deben realizarse en tiempo real. El modelo desarrollado empíricamente en este artículo puede ser implementado en tiempo real por cualquier empresa para gestionar su funcionamiento e incrementar el rendimiento de su negocio. Los consumidores cada vez aprecian más la comodidad de disponer de los efectos del *Big Data* y los servicios que pueden obtener instantáneamente de los mismos, mientras que las empresas pueden obtener

a través de la oferta de más servicios una mayor rentabilidad.

- Variedad, derivada de la forma de obtener los datos a través del internet de las cosas. Así pues, conviven las bases de datos estructuradas, es decir, aquellos datos que se conforman tradicionalmente con formatos claros que responden a una visión clásica de la estructura de datos, con las no estructuradas, que al contrario de las anteriores no tienen formatos transparentes hasta que no se vinculen con otros datos. Este es el caso, por ejemplo, de los datos extraídos de las opiniones y recomendaciones de internet, de la información que almacenan nuestros móviles sobre desplazamientos, etc. (Demchenko, De Laat, y Membrey 2014). Los datos utilizados en esta investigación provienen de distintos formatos, estructurados y no estructurados, combinados para obtener mejores resultados a través de la información que proporcionan.
- Veracidad, los datos deben ser creíbles, de fácil acceso y verificables. Como señalan Jin *et al.* (2015), este es un ámbito especialmente importante por el efecto que tienen sobre el negocio y sobre las decisiones de los individuos. Sin embargo, con un mayor volumen de datos es también más difícil separar los datos «buenos» y útiles de los falsos y sin utilidad. A esto se añaden los problemas derivados del uso de los datos, su almacenamiento y la posibilidad del control del individuo al que se refieren los mismos, que conviene señalar, aunque no sean objeto de análisis en este momento, tienen un importante reflejo en las preocupaciones de la sociedad (Chatterjee, 2013 o Lohr, 2013a).

Además de las características anteriores, una de las definiciones más citadas en la literatura es la de Microsoft (2013), que define *Big Data* como «... el término cada vez más empleado para describir el proceso de utilizar una elevada capacidad de procesamiento –lo último en aprendizaje automático (*machine learning*) e inteligencia artificial– a conjuntos de información masiva generalmente muy compleja». Esta definición permite organizar el análisis sobre sus aplicaciones que es, en particular, lo que corresponde a este trabajo, sirviendo además para relacionarlo con la gestión del comercio electrónico, aportando a través del análisis de datos ventajas competitivas.

En este artículo nos centramos en un análisis empírico de un mercado en crecimiento, el de las webs que devuelven dinero por navegar o por realizar transacciones, conocido como *cashback*. La proliferación de la oferta de sitios web de *cashback* ha atraído un creciente interés en el mundo académico, pese a que esta área de investigación es aún muy incipiente. En este sentido, este artículo contribuye a la literatura académica existente analizando aspectos de singular relevancia en el marketing dentro del comercio electrónico como son las redes sociales, la lealtad de los consumidores, el rol que estos consumidores desempeñan dentro de la red social, su clasificación en segmentos y el *customer*

journey o evolución a través de los mismos. Todo ello permite comprobar empíricamente la eficiencia de la combinación de estrategias de marketing tradicionales con otras estrategias más innovadoras, como el *cash-back* y la recomendación mediante el boca a boca, o *word-of-mouth*.

En este estudio utilizaremos *machine learning* para diseñar una red neuronal artificial perceptrón multicapa (ANN-MLP) que permitirá validar los resultados obtenidos con una metodología de segmentación *Two-Steps Cluster Analysis*. De esta forma, se proporcionan herramientas a las compañías para conocer mejor las características de su portfolio de usuarios y mejorar la eficiencia de las campañas de recomendación *word-of-mouth*, en términos de optimización de la inversión y maximización del retorno de la inversión (ROI).

Este método, u otros, sirven para corroborar la idea de que el *Big Data* no es un método único sino una combinación de métodos que, utilizados sobre un volumen suficiente de datos, pueden ayudar a hacer más eficiente a una empresa.

BIG DATA, ANÁLISIS Y COMPETITIVIDAD ↓

Uno de los aspectos más relevantes del análisis de *Big Data* es su capacidad para transformar los datos disponibles, a través de métodos estadísticos y computacionales, en información que es valiosa para generar una ventaja competitiva para la empresa y un valor añadido al cliente. Los distintos métodos que se utilizan, como los presentados en este artículo, sirven para realizar predicciones que permiten mejorar la toma de decisiones en un ámbito donde los clientes requieren una atención más personalizada y donde ésta sólo se puede ofrecer a través de las previsiones de su comportamiento (Lenka, 2016).

Como señalan Porte y Hepplemann (2014), el uso de los datos, el internet de las cosas, constituye una oportunidad para conseguir nuevas tecnologías que sirvan para potenciar el crecimiento empresarial y económico, centrándose no sólo en las reducciones de costes que han primado en las últimas décadas, especialmente en el ámbito salarial, sino a través de innovaciones en ganancias de productividad a través del *Big Data*. Estas innovaciones pueden modificar la tendencia de crecimiento, que en cualquier caso necesita de nuevas competencias técnicas, claras normas en la protección de datos y la mejora de la infraestructura tecnológica.

El cambio en la forma de toma de decisiones no es único ni lineal, sino que plantea multitud de combinaciones que pueden determinar la dirección de la empresa, permitiendo el ajuste de la información de la que dispone a sus necesidades, pasando a lo que Brynjolfsson y McElheran, (2016) denominan Decisiones Dirigidas por Datos (DDD). Las DDD pueden servir para obtener mejoras en el rendimiento de las empresas (Brynjolfsson, Hitt, and Kim, 2011), ya sea a través de cambios en la cadena de producción, en la estruc-

turas de costes, o en cualquier otro ámbito donde las decisiones puedan optimizar por la existencia de flujos de información.

Dichas mejoras suponen cambios en la forma de comercializar los productos: cómo, a quién, cuándo y dónde dirigir los productos. Algunas de estas transformaciones, como la segmentación de clientes, y el aprendizaje automático o *machine learning* son las que se utilizan en esta investigación. Como señalan Adamson *et al* (2012), la forma de comercializar de forma masiva a los clientes está quedando obsoleta, ya que las nuevas estrategias de comercialización requieren conocer al cliente con suficiente profundidad para poder ofrecerle el producto mucho antes de que tenga la necesidad del mismo, ayudando a la construcción del proceso de transformación de su voluntad, no sólo recurriendo a grupos cada vez más pequeños, sino dirigiéndose directamente a los individuos como unidad de referencia objetivo.

En este análisis, son los propios individuos los que proveen la información necesaria a través de sus opiniones y su comportamiento, haciendo obsoletas e inefectivas encuestas y otros sistemas previos de recolección de datos, construyendo mediante sus acciones información sobre sus necesidades y sus deseos presentes y futuros. A través de las distintas técnicas, análisis de búsquedas, navegación, análisis semánticos con Inteligencia Artificial, etc., aparecen los propios deseos de los consumidores, más allá de los datos que se puedan determinar en grupos generales (Morabito, 2014). Así, se obtiene información limpia en cuanto al proceso de decisión de consumo, mientras que a través de la personalización se puede ir mejorando los servicios que se ofrecen.

En esta investigación se establece una relación entre *Big Data* y *Social Data* —es decir, aquellos datos obtenidos a través de las redes sociales—, pero sus aplicaciones van mucho más allá. Como plantean Porter y Happelmann (2014), el internet de las cosas permite recopilar información de forma continuada, tanto por la actuación como por la inacción del individuo, lo que permite la transformación de todo el procedimiento de toma de conocimiento. Por supuesto, su utilidad va mucho más allá de los aspectos comerciales y se añade a los distintos servicios que una persona pueda necesitar en su relación diaria con su comunidad, su empleo o incluso en sus relaciones personales.

Muchas empresas, incluyendo los gigantes de internet como Google o Amazon, están empleando este tipo de información. Pero aún estamos lejos de que su empleo de forma masiva, y todavía no se está utilizando de forma diferencial su poder como herramienta para incrementar la productividad, especialmente como instrumento predictivo (Brynjolfsson y McElheran, 2016). Para ello, los objetivos del análisis científico de datos pasan por (Morabito, 2015):

- Mejora de la toma de decisiones, facilitando en un mejor análisis con unos mejores datos, generando previsiones sobre las decisiones de los usuarios y sus tomas de decisiones.

- Mayor rendimiento de la empresa gracias a una mejora de los datos disponibles, lo que permite que surja una inteligencia empresarial capaz de coordinar mejor los recursos y combinarlos para que se tomen las decisiones del punto anterior.

Para conseguir estos objetivos la empresa tiene que realizar transformaciones que pasan por, adquirir competencias necesarias que no se han logrado todavía en la actualidad, como reconoce el informe EPYCE 2016 (EAE BS, 2017), ya que un 10,11% de las empresas fueron incapaces de cubrir las posiciones en ese ámbito en España en el año 2016. Esta dificultad no se produce sólo por la falta de profesionales con las características técnicas, sino también por la falta de la combinación de estas mismas con conocimientos sobre la transformación del negocio y su diseño futuro. El retorno potencial si se produjeran dichas transformaciones puede, sin embargo, ser muy elevado en cuanto a ganancias en la productividad, en el entorno del 20%-30% (Tambe y Hitt, 2013).

Los profesionales se enfrentan a dos retos todavía mayores: la falta de cultura del dato en muchas empresas y las dificultades para llevar a cabo las transformaciones necesarias dentro de la compañía. El cambio necesita el compromiso firme de la empresa, y especialmente de su dirección, algo que no resulta fácil en un ámbito donde los nuevos perfiles modifican de forma significativa la relación entre áreas a menudo aisladas entre sí, como el diseño del negocio, las tecnologías de la información o el desarrollo del negocio. Para que el resultado sea positivo se necesita flexibilidad en la toma de decisiones, un deseo de cambio de la estructura y permeabilidad al mismo, con un planteamiento similar al primer gran cambio tecnológico (Acosta *et al.*, 2006). Por último, es necesaria una inversión tecnológica que potencie las ganancias en productividad (Tambe, 2014).

UNA APLICACIÓN DE BIG DATA EN E-COMMERCE

Un ejemplo sería la aplicación a un modelo de *cashback*. El *cashback*, o incentivo por reembolso es, según el diccionario de Oxford, «una forma de incentivo ofrecida a los compradores de un cierto producto mientras que recibe un reembolso en efectivo tras realizar la compra.» En el caso del mercado *online* los consumidores pueden recibir beneficio económico mediante actividades como navegar por páginas web o por realizar transacciones a través de la web de *cashback*.

En 2015, el mercado global de *cashback* se estimaba en 84.000 millones de dólares, centrado principalmente en Estados Unidos y Europa, y los datos de sus participantes son impresionantes: el 64% de los consumidores *online* pertenecen a sistemas de gestión de lealtad y el 71% que realiza transacciones *online* quería participar en este tipo de programas. Como dato adicional, sus operaciones en el Reino Unido, uno de los países donde se utiliza más intensamente, suponen un 1% del PIB (Hall y Domansky, 2017).

En esta investigación utilizamos los datos desde julio de 2007 hasta marzo de 2015 de una de las empre-

sas líderes en la Europa continental, que opera en 14 países, con más de 2 millones de clientes y capaz de generar ventas por más de 20 millones de euros anualmente. La base de datos, con más de 400 millones de registros, contiene información relativa a la actividad comercial desarrollada por los clientes en las tiendas que ofrecen sus productos y/o servicios en el portal, su interacción con la red social interna del propio del *e-commerce*, así como sus características sociodemográficas. Las actividades que los usuarios pueden realizar en el *e-commerce*, y que son susceptibles de generar *cashback*, consisten en clics y/o visitas hacia otros sitios web, registros en aplicaciones o portales de otras marcas, generación de *leads*, o venta de productos y/o servicios de la oferta de marcas disponibles en la plataforma. La muestra seleccionada para realizar el análisis empírico en este artículo recoge toda la actividad realizada por los usuarios en el *e-commerce* desde enero hasta marzo de 2015, en la que 12.548 clientes realizaron 687.682 transacciones. Esta información aglutina datos procedentes tanto de fuentes de datos estructuradas como no estructuradas, lo que lo enmarca dentro de un análisis de *Big Data*.

Ballestar *et al.* (2016a, 2016b y 2017) analizan académicamente por primera vez con detalle este mercado y presentan a través de metodologías de Ciencia de los Datos/*Big Data* los resultados de la segmentación del mercado, su rentabilidad y su caracterización. El análisis que hoy presentamos utiliza una metodología de *Machine Learning* consistente en una red neuronal artificial perceptrón multicapa (ANN-MLP) que valida el modelo de segmentación realizado en Ballestar *et al.* (2017). Este modelo de segmentación de clientes utiliza una metodología de análisis clúster en dos pasos (*two-step cluster analysis*) para configurar una clasificación de los usuarios del sitio web de *cashback* en función de su actividad comercial y el rol que desempeñan dentro de la red social interna del propio sitio.

La red neuronal artificial perceptrón multicapa ha sido entrenada utilizando la misma muestra de datos utilizada para construir el modelo de *clustering* en Ballestar *et al.* (2017), seleccionando como variables independientes o entrada para la red neuronal las variables utilizadas para crear el modelo de segmentación, y como variable dependiente o de salida el segmento de pertenencia del usuario calculado por la metodología de *clustering*. Esta metodología permite, por un lado, validar mediante el uso de otras metodologías *Data Science* la calidad del modelo de segmentación presentado en Ballestar *et al.* (2017) y, por otro, generar un modelo predictivo y ejecutable en tiempo real de clasificación de clientes. Este nuevo modelo predictivo permitirá la optimización de los esfuerzos de la compañía en la captación y fidelización de clientes en el sitio web.

Recolección de datos

A continuación, se describen cada una de las variables, tanto de entrada como de salida, que han sido utilizadas para entrenar la red neuronal artificial perceptrón multicapa (ANN-MLP):

Variables de entrada de la red neuronal

Se utilizan seis variables de entrada para entrenar la ANN-MLP, las mismas variables utilizadas para construir el modelo de segmentación mediante la metodología *two-step cluster analysis*. Las variables de entrada son de dos tipos distintos, por un lado, tipología de transacciones que los usuarios pueden realizar en el sitio y, por otro, el rol que estos usuarios desempeñan en la red social interna del sitio web. Los clientes realizan en el sitio una media de 55 transacciones durante el periodo de observación. Estas transacciones pueden ser de cinco tipos distintos como se describe a continuación:

- Transacción tipo clic o visita: Estas transacciones no requieren desembolso económico por parte del usuario. Incluyen la visualización de videos, convertirse en fan de una marca en redes sociales, rellenar encuestas, etc. El 80,90% de los usuarios han realizado al menos una transacción de este tipo. Representa el 97,76% del total de transacciones y el 13,23% del *cashback* generado en la plataforma (0,02 euros por transacción). Esta información se almacena en una variable numérica (*usc_n_op_direct_c*).
- Transacción de tipo registro: Estas transacciones no requieren desembolso económico por parte del usuario. La transacción de registro ocurre cuando el usuario se abre una cuenta en un comercio afiliado a la plataforma de *cashback*. En la muestra el 9,69% de los usuarios ha realizado al menos una transacción de este tipo, representando el 0,15% total de transacciones y el 3,78% del *cashback* generado en la plataforma. (12,48 euros por transacción). Esta información se almacena en una variable numérica (*usc_n_op_direct_r*).
- Transacción de tipo compra de producto o servicio: Estas transacciones requieren desembolso económico por parte del usuario. La transacción consiste en la compra de productos o servicios en un comercio afiliado a la plataforma. En la muestra el 7,14% de los usuarios ha realizado una operación de este tipo, representando el 0,98% del total de transacciones y el 70,21% del *cashback* generado en la plataforma (9,44 euros por transacción). Esta información se almacena en una variable numérica (*usc_n_op_direct_s*).
- Transacción para convertirse en *lead*: Un usuario se convierte en *lead* cuando muestra interés por comprar un producto o servicio (como un préstamo, servicio de telefonía móvil, curso, etc.) en una de las tiendas afiliadas a la plataforma, proporciona sus datos personales, pero no termina de completar el proceso de adquisición en el momento. El usuario recibe el *cashback* una vez que activa el servicio y confirma la compra, por lo que requiere un desembolso económico a posteriori. En la muestra el 20,70% de los usuarios han realizado al menos una transacción de este tipo, acumulando el 1,50% de las transacciones y el 2,43% del *cashback* generado en la plata-

forma. (0,21 euros por transacción). Esta información se almacena en una variable numérica (*usc_n_op_direct_o*).

- Transacciones procesadas manualmente: Cuando las transacciones no son procesadas de forma automática en la plataforma, son procesadas de forma manual. Este tipo de transacciones suponen el 0,005% del total y generan el 0,35% del *cashback* total (10,11 euros por transacción). Esta información se almacena en una variable numérica (*usc_n_op_direct_m*).

Por otra parte, se incluye en el modelo la variable relativa al rol que el usuario desempeña en la red social interna del sitio web de *cashback*. Los usuarios tienen la capacidad de recomendar a otros usuarios a incorporarse a la red social aplicando una estrategia de marketing de *word-of-mouth*. De esta forma, los usuarios no solo reciben un incentivo en forma de *cashback* por cada transacción que realizan (sea del tipo que sea), sino que también reciben también incentivos por cada transacción de tipo clic o visita que realiza su red de recomendados (tanto recomendados de primer nivel o «hijos», como de segundo nivel o «nietos»). El tamaño medio de la red de recomendación es de 32,8 recomendados por usuario (13 recomendados de primer nivel y 19,8 de segundo nivel). Por este motivo, también es relevante para el modelo, el rol que el usuario desempeña en la red social del sitio de *cashback*.

- Rol en la red social: Variable categórica que contiene el rol que desempeña el usuario en la red social (*rec_role_subtype_in_network*). Existen seis roles diferentes y el usuario puede evolucionar a lo largo de ellos conforme también evoluciona su vinculación con el sitio web:

- Rol 1: Usuario que no está vinculado a la red social. Representan el 1,3% de los usuarios.
- Rol 2: Usuario que se unió a la red social proactivamente, sin recomendación por parte de otros usuarios, pero que ha desarrollado una red social de recomendados hasta el segundo nivel («hijos» y «nietos»). Representan el 4,2% de los usuarios.
- Rol 3: Usuario que se unió a la red social proactivamente, sin recomendación por parte de otros usuarios, pero que ha desarrollado una red social de recomendados hasta el primer nivel («hijos»). Representan el 7,7% de los usuarios.
- Rol 4: Usuario que se unió a la red social por recomendación, pero que no ha desarrollado una red social de recomendados. Representan el 36% de los usuarios.
- Rol 5: Usuario que se unió a la red social por recomendación y que ha desarrollado su red social de recomendados hasta el segundo nivel («hijos» y «nietos»). Representan el 14,2% de los usuarios.

- Rol 6: Usuario que se unió a la red social por recomendación y que ha desarrollado su red social de recomendados hasta el primer nivel («hijos»). Representan el 24,8% de los usuarios.

Variable de salida de la red neuronal

La metodología de segmentación *two-step cluster analysis* agrupa a los 12.548 clientes en ocho segmentos, en función de las variables de entrada al modelo expuestas en la sección anterior. Esta información es almacenada en una variable categórica que servirá de variable de salida/output al modelo de red neuronal artificial perceptrón multicapa (ANN-MLP).

- Segmentos de compradores por conveniencia:

Consumidores caracterizados por que se unieron de forma proactiva a la red social del sitio de *cashback*, sin recomendación por parte de otros usuarios. Inicialmente, se incorporan al segmento 5 y cuando desarrollan su propia red de recomendados (tanto de primer, como segundo nivel) pueden evolucionar hasta el segmento 7.

El segmento 5 está conformado por el 11,4% de la muestra (1.435 usuarios). Estos usuarios tienen una antigüedad en la plataforma de 2,16 años y son el segmento menos transaccional del portfolio, con una media de 20 transacciones y 6,34€ de *cashback* por cliente. Una vez que estos usuarios aumentan su vinculación con el sitio y desarrollan su red social de recomendados, pueden realizar su transición al segmento 7. Este segmento está conformado por el 10,6% de la muestra (1.328 usuarios) y tienen una antigüedad de 3,36 años en la plataforma.

- Segmentos de usuarios recomendados con un nivel de actividad medio-bajo en el sitio:

Consumidores caracterizados porque se unieron a la red social del sitio mediante la recomendación de otro usuario ya vinculado a la red social. Estos usuarios se clasifican en los segmentos 1, 6 y 8 y, aunque tienen un nivel de actividad medio-bajo en el sitio, su vinculación y nivel de actividad aumenta conforme aumenta su antigüedad como usuarios en la plataforma.

En primer lugar, el segmento 1 está constituido por los usuarios recomendados aún muy inmaduros. Representan el 29,7% de la muestra (3.722 usuarios); aún no han tenido la oportunidad de desarrollar su propia red de recomendados y su antigüedad media es de solamente 2,70 años en la plataforma, siendo el segundo grupo más joven, sólo por detrás del segmento 5. Estos usuarios presentan una baja vinculación y son los menos rentables de la plataforma, con 20,9 transacciones y 4,22€ de *cashback* por cliente.

Conforme la vinculación de estos usuarios con la red social se va incrementando, creando su propia red de recomendados hasta el primer nivel («hijos») y aumentando su actividad en la plataforma, también pueden realizar su transición al segmento 6. Este segmento en desarrollo representa el 19,5% de la muestra (2.448

usuarios); su antigüedad media es de 3,47 años y alcanza una media de 25,2 transacciones. Aun así, su rentabilidad es baja con 4,81€ de *cashback* por cliente.

Así mismo, la evolución de este segmento en términos de desarrollo de su red social hasta un segundo nivel («hijos» y «nietos») así como número de transacciones realizadas en la plataforma, da lugar al segmento 8. Este segmento representa el 11,8% de la muestra (1.485 usuarios) y su antigüedad media se ha incrementado hasta los 4,12 años. El número de transacciones por cliente se sitúa en 39,3 y el *cashback* generado por cliente en 7.06€.

Cabe destacar que, conforme los usuarios evolucionan a lo largo de estos segmentos, no sólo aumenta el número de transacciones que realizan, sino también su variedad, incluyendo aquellas transacciones que requieren desembolso económico.

- Segmentos de usuarios con un nivel de actividad alto:

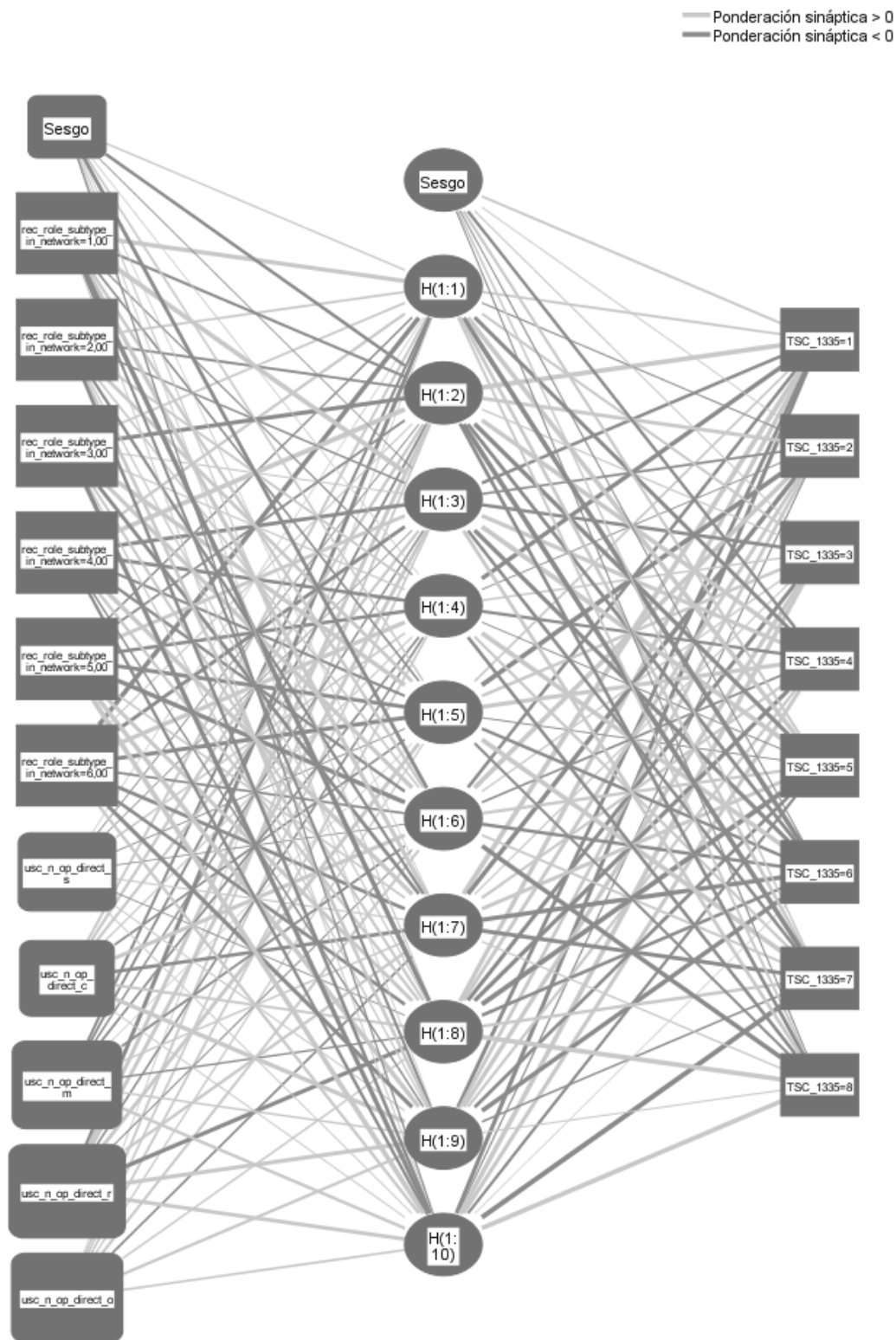
Consumidores caracterizados por tener una elevada actividad en el sitio y por ser una evolución de los segmentos 1 y 5. Por lo tanto, algunos de ellos se unieron a la red social del sitio por recomendación, mientras que otros lo hicieron de forma proactiva. Estos usuarios se clasifican en los segmentos 2, 3 y 4.

El segmento 2 corresponde a usuarios muy activos y que invierten mucho tiempo en el sitio, pero cuya rentabilidad es baja. Representan el 9,9% de la muestra (1.241 usuarios) y tienen una antigüedad media de 3,45 años. La mayor parte de estos usuarios mantiene algún tipo de relación con otros miembros de la red social (del segmento, sólo un 6% carece por completo de ellas). Es el segmento de usuarios más activo en número de transacciones, con 278,2 transacciones por usuario, pero las actividades que realizan están muy concentradas en aquellas que no requieren desembolso económico y, por tanto, el *cashback* que generan es tan solo de 7,43€ por cliente. Son usuarios que disfrutan realizando actividades en el sitio y desean obtener beneficio económico por ellas, pero sin realizar desembolsos económicos.

El segmento 3 corresponde a usuarios también muy activos (realizan una media de 182,4 transacciones por cliente); sin embargo, su actividad no está concentrada en una tipología de transacción en concreto, sino que realizan todo tipo de transacciones, incluidas aquellas que requieren un desembolso económico. Por lo tanto, este segmento es muy poco sensible al precio y resultan los más rentables del sitio, generando 127,97€ de *cashback* por cliente. Sin embargo, este segmento es el más pequeño, representando al 0,6% de la muestra (72 clientes), con una antigüedad media de 3,08 años.

Por último, el segmento 4 corresponde a usuarios que han evolucionado muy rápidamente procedentes de los segmentos 1 y 5 y tienen una antigüedad media de 2,7 años. Su nivel de actividad en la plataforma es media-alta, ocupando la posición de tercer grupo más ac-

FIGURA 1
ARQUITECTURA DE LA ANN MLP



Función de activación de capa oculta: Tangente hiperbólica

Función de activación de capa de salida: Softmax

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 2
MATRIZ DE CONFUSIÓN

Clasificación										
		Pronosticado								
Muestra	Observado	1	2	3	4	5	6	7	8	Porcentaje correcto
Entrenamiento	1	2595	2	0	0	0	0	0	0	99,9%
	2	15	858	0	2	1	5	0	1	97,3%
	3	0	17	26	9	0	0	0	1	49,1%
	4	0	0	0	569	0	0	0	0	100,0%
	5	0	1	0	0	1012	0	0	0	99,9%
	6	0	6	0	0	0	1704	0	0	99,6%
	7	0	1	0	0	0	0	926	0	99,9%
	8	0	7	0	0	0	0	0	1046	99,3%
	Porcentaje global	29,6%	10,1%	0,3%	6,6%	11,5%	19,4%	10,5%	11,9%	99,2%
Pruebas	1	1124	1	0	0	0	0	0	0	99,9%
	2	11	341	2	2	1	0	0	2	95,0%
	3	0	8	9	2	0	0	0	0	47,4%
	4	0	0	0	248	0	0	0	0	100,0%
	5	0	3	0	0	419	0	0	0	99,3%
	6	0	3	0	0	0	735	0	0	99,6%
	7	0	0	0	0	0	0	401	0	100,0%
	8	0	3	0	0	0	0	0	429	99,3%
	Porcentaje global	30,3%	9,6%	0,3%	6,7%	11,2%	19,6%	10,7%	11,5%	99,0%
Variable dependiente: TwoStep Cluster Number										

Variable dependiente: TwoStep Cluster Number

Fuente: Elaboración propia

tivo en la plataforma, con 53,4 transacciones por usuario. Además, con una media de 23,56€ de *cashback* generado por usuario, son el segmento más eficiente a la hora de operar en la plataforma.

Modelo teórico

Las redes neuronales son modelos matemáticos que analizan las relaciones complejas, incluso las no lineales, entre las variables de entrada al modelo y las variables de salida. Las variables de entrada se corresponden con las variables independientes, mientras que las de salida, son las dependientes.

Esta investigación utiliza una red neuronal artificial perceptrón multicapa (ANN-MLP) que aplica una técnica de aprendizaje de *backpropagation* (propagación hacia atrás), el cual pretende minimizar el *cross-entropy* error entre los valores reales y los predichos. Existe una gran variedad de redes neuronales artificiales, pero esta investigación utiliza perceptrón multicapa, una de las más populares. El perceptrón multicapa es un método supervisado, siendo este uno de sus principales inconvenientes, ya que la calidad y capacidad de predicción de la red neuronal estará condicionada por la calidad de la muestra (Hu *et al.*, 2009; Li y Eastman, 2006).

En cuanto a su estructura, esta red neuronal consta de tres capas, una capa de entrada, una oculta y otra de salida, interconectadas entre sí en una sola dirección por los pesos sinápticos. El modelo mapea las once unidades de entrada que reciben los valores de las seis variables de entrada o independientes, con las ocho unidades de salida correspondiente a la variable de-

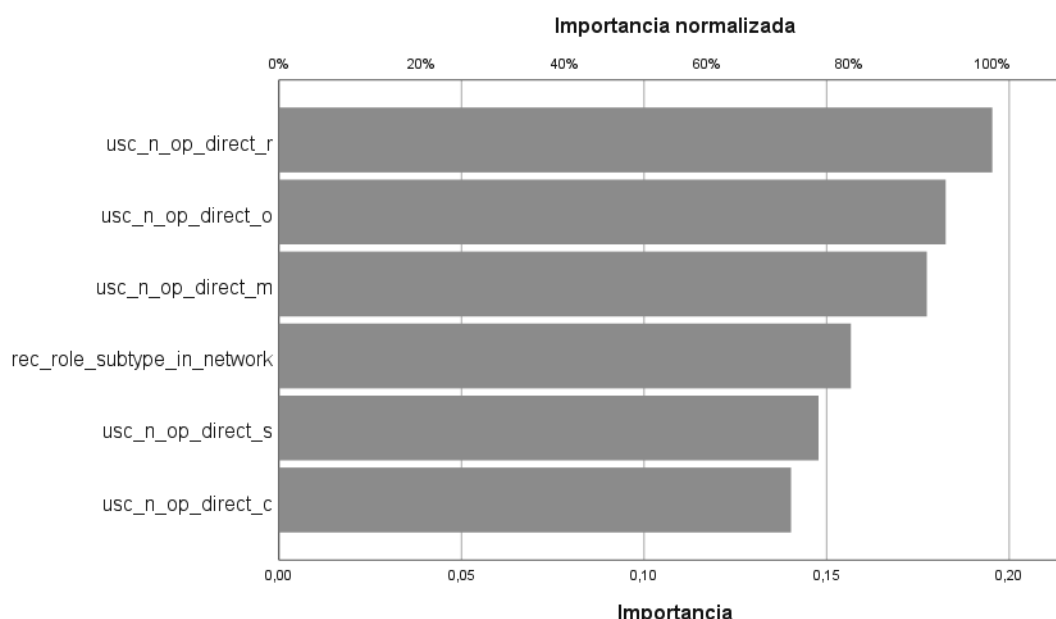
pendiente o de salida que contiene el segmento de pertenencia de los usuarios en el sitio. La Figura 1 muestra la arquitectura de la red neuronal e indica que la tipología de función de activación de la capa oculta y la capa de salida corresponden con una tangente hiperbólica y *softmax*, respectivamente.

Análisis empírico y resultados

El proceso de entrenamiento de la red se realiza sobre el 70,2% (8.804 usuarios) de la muestra seleccionado aleatoriamente, mientras que la validación o testeo se realiza sobre el restante 29,8% (3.444 usuarios). La precisión de la clasificación y el área debajo de la ROC curva son los indicadores más relevantes para evaluar la precisión/capacidad predictiva de la red neuronal. Estos indicadores también determinarán la medida en la que las predicciones realizadas por la ANN-MLP coinciden con la clasificación realizada por la metodología de segmentación *two-step cluster analysis*.

La precisión de la clasificación de la red neuronal es del 99,2% (una tasa de error del 0,8%). Por lo tanto, la red neuronal coincide con la clasificación realizada por la segmentación *two-step cluster* análisis en el 99,2% de los casos, implicando una elevada convergencia entre los resultados de ambas metodologías. En la Figura 2 se muestra la matriz de confusión, que contiene el porcentaje de casos clasificados correctamente sobre el total de población y también para cada uno de los segmentos de usuarios. Tanto para la muestra de entrenamiento como la de test (pruebas) estos porcentajes son muy similares, lo que descarta el sobreentrenamiento de la red neuronal.

FIGURA 3
IMPORTANCIA E IMPORTANCIA NORMALIZADA DE LAS VARIABLES DE ENTRADA EN LA ANN-MLP



Fuente: Elaboración propia

El área debajo de la ROC curva es un indicador de capacidad de clasificación de la red neuronal aún más robusto que el indicador de precisión en la clasificación expuesto anteriormente. Este indicador se ha calculado para cada uno de los ocho segmentos de usuarios en el sitio, obteniendo valores que oscilan entre 0,994 y 1. Estos valores corroboran que la capacidad predictiva del modelo es muy elevada y coincidente con el mismo output generado por el modelo de segmentación *two-step cluster analysis*. (Hosmer & Lemeshow, 2000).

Por último, la Figura 3 muestra la importancia e importancia normalizada de cada una de las seis variables de entrada o independientes en la estimación del modelo ANN-MLP. La suma de la importancia relativa de las variables es 1, pero estos valores no tienen ninguna relación con la precisión del modelo. Esto significa que la importancia relativa tan sólo proporciona información sobre la relevancia que cada variable tiene cuando la red neuronal realiza una predicción, sea esta precisa o no. En este caso, las tres variables con más relevancia son aquellas relativas a las transacciones de registro, conversión del usuario a Lead y las transacciones procesadas manualmente.

CONCLUSIONES

Este artículo presenta la importancia que, más allá de la burbuja informativa, tiene el denominado *Big Data* para los negocios digitales. El uso masivo de información de los clientes por parte de las empresas para ofrecer un mejor servicio a sus usuarios. Esto debe, a su vez, servir para incrementar la rentabilidad del mismo a través de una mayor lealtad, más transacciones y mayores márgenes.

La ciencia de los datos permite a las empresas tener a su disposición la suficiente información para mejorar su posición en el mercado. A cambio, necesitan dominar una tecnología que se está desarrollando a marchas forzadas y que combina no sólo conocimientos de estadística y de matemáticas, sino también de negocio y de estrategia empresarial.

Este objetivo se ilustra con un ejemplo que, a través del uso de redes neuronales dentro del marco de *machine learning*, permite verificar los resultados de una «clusterización» donde los datos obtenidos sirven para determinar cuál es el momento de madurez del cliente y por lo tanto cómo hay que enfocar el trato de la empresa en cuanto a su relación con el cliente para así optimizar esa relación.

No se contempla en este artículo aspectos que han empezado a llamar la atención de la sociedad, como la propiedad y el uso de los datos, que representan un fuerte componente ético del *Big Data* pero que, como tantas veces, va detrás de su uso y que representa una limitación clara que sin embargo no empaña la utilidad de la tecnología para el desarrollo de la empresa y la mejora de su gestión.

NOTAS

- [1] Como señalan Gandomi y Heider (2015), la diferencia primordial entre *Big Data* y *Data Science* se centra, fundamentalmente en el volumen de los datos, que es lo que caracteriza al proceso y lo que puede complicarlo frente a los métodos tradicionales. En aras de la sencillez, aquí se utilizarán de forma indistinta.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, M., Sainz, J. y Salvador, B. (2006). «Hago click y opero a tu lado: Estrategia de la banca online en España». *Cuadernos de Gestión* 6 (1): 101-110.
- Adamson, B., Dixon, M., y Toman, N.: (2012) The end of solution sales. *Harvard Business Review*, 90, 60-70.
- Ballestar, M. T., Grau-Carles, P., y Sainz, J. (2016). Consumer behavior on cashback websites: Network strategies. *Journal of Business Research*, 69(6), 2101-2107.
- Ballestar, M. T., Grau-Carles, P., y Sainz, J. (2017). Customer segmentation in e-commerce: Applications to the cashback business model. *Journal of Business Research*. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.11.047>
- Ballestar, M. T., Sainz, J., y Torrent-Sellens, J. (2016). Social networks on cashback websites. *Psychology & Marketing*, 33(12), 1039-1045.
- Brynjolfsson, E. Hitt, L. y Kim H. (2011). «Strength in Numbers: How Does Data-Driven Decision Making Affect Firm Performance?» SSRN working paper. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1819486>.
- Brynjolfsson, E., y McElheran, K. (2016). The rapid adoption of data-driven decision-making. *American Economic Review*, 106(5), 133-39.
- Capilla, A. y Jorge Sainz, J. (2009) Cuadernos de Pensamiento Político No. 22, pp. 139-156.
- Chatterjee, P. (2013). Big data: the greater good or invasion of privacy? <http://www.guardian.co.uk/commentisfree/2013/mar/12/bigdata-greater-good-privacy-invasion>.
- Diebold, F. X. (2003). Big data dynamic factor models for macroeconomic measurement and forecasting. In *Advances in Economics and Econometrics: Theory and Applications*, Eighth World Congress of the Econometric Society, (edited by M. Dewatripont, LP Hansen and S. Turnovsky) (pp. 115-122).
- Diebold, F. X. (2012). On the Origin (s) and Development of the Term 'Big Data'. PIER Working Paper 12-037, University of Pennsylvania.
- Dong, X. L., y Srivastava, D. (2013, April). Big data integration. In *Data Engineering (ICDE), 2013 IEEE 29th International Conference on* (pp. 1245-1248). IEEE.
- Demchenko, Y., De Laat, C., y Membrey, P. (2014, May). Defining architecture components of the Big Data Ecosystem. In *Collaboration Technologies and Systems (CTS), 2014 International Conference on* (pp. 104-112). IEEE.
- EAE Business School, (2017) «Informe sobre Posiciones y Competencias más Demandas», Observatorio Permanente de Perfiles Profesionales Multisectoriales, EPYCE.
- Gandomi, A., y Haider, M. (2015). Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. *International Journal of Information Management*, 35(2), 137-144.
- Hall, D. y Domansky, J. (2017) 2015 Cashback Industry Report; A Global Industry comes of age, CII.
- Hu, X. and Weng, Q. (2009) Estimating impervious surfaces from medium spatial resolution imagery using the self-organizing map and multi-layer perceptron neural networks, *Remote Sensing of Environment*, Volume 113, Issue 10, 2009, Pages 2089-2102.
- Jin, X., Wah, B. W., Cheng, X., y Wang, Y. (2015). Significance and challenges of big data research. *Big Data Research*, 2(2), 59-64.
- Lenka, S., Parida, V., Rönnerberg Sjödin, D., y Wincent, J. (2016). Digitalization and advanced service innovation: How digitalization capabilities enable companies to co-create value with customers. *Management of Innovation and Technology*, (3), 3-5.
- Li, Z., and Eastman, J. (2006). Commitment and typicality measurements for the selforganizing map. *Proceedings of SPIE The International Society for Optical Engineering*, Bellingham.
- Lohr, S. (2013 a) Big Data Is Opening Doors, but Maybe Too Many. <https://www.nytimes.com/2013/03/24/technology/bigdata-and-a-renewed-debate-overprivacy.html?pagewanted=all&r=0>.
- Lohr, S. (2013 b). The origins of 'Big Data': An etymological detective story. <https://bits.blogs.nytimes.com/2013/02/01/the-origins-of-big-data-an-etymological-detective-story/>
- Microsoft (2013) The Big Bang: How the Big Data Explosion Is Changing the World - Microsoft UK Enterprise Insights Blog - Site Home - MSDN Blogs. <http://blogs.msdn.com/b/microsoftenterpriseinsight/archive/2013/04/15/big-bang-how-the-big-data-explosion-is-changing-theworld.aspx>.
- McAfee, A., y Brynjolfsson, E.: (2012) Big data: The management revolution. *Harvard Business Review*, 61-68.
- Morabito, V. (2014) Big data. Trends and Challenges in Digital Business Innovation, Springer, London.
- Morabito, V. (2015) Big Data and Analytics, Strategic and Organizational Impacts, Springer, London.
- Porter, M. E., y Heppelmann, J. E. (2014). How smart, connected products are transforming competition. *Harvard Business Review*, 64-88.
- Pospiech, M. y Felden, C.: (2012) Big data—A State-of-the-Art. *AMCIS* 2012.
- Provost, F., y Fawcett, T. (2013). Data science and its relationship to big data and data-driven decision making. *Big data*, 1(1), 51-59.
- Tambe, P. (2014). Big data investment, skills, and firm value. *Management Science*, 60(6), 1452-1469.
- Tambe, P., y Hitt, L. M. (2013). Job hopping, information technology spillovers, and productivity growth. *Management Science*, 60(2), 338-355.

INNOVACIÓN DIGITAL PARA LA INCENTIVACIÓN DE LA MOVILIDAD SOSTENIBLE EN LOS DESPLAZAMIENTOS LABORALES DE IDA Y VUELTA

JESÚS MUÑOZURI

JOSÉ GUADIX

LUIS ONIEVA

PABLO CORTÉS

Universidad de Sevilla

Según las últimas estadísticas disponibles (Junta de Andalucía, 2016), en 2007 la movilidad total de las personas residentes en Andalucía ascendía aproximadamente a la cifra de 2.300 millones de viajes anuales en modos motorizados, de los cuales las dos terceras partes correspondían a movilidad en día laborable. El uso de transporte privado, principalmente en el ámbito laboral, consume alrededor del 40% de la energía primaria en los países

industrializados, generando una situación medioambiental insostenible. El modelo de gestión debe, por tanto, ser revisado, existiendo una necesidad de promover una movilidad sostenible sobre la base de fomento del uso del transporte no motorizado en el ámbito laboral.

Existen diferentes herramientas aplicables para este fin, como identificó el proyecto europeo e-Cosmos en 2010. Planes de movilidad empresariales, iniciativas para compartir vehículo, flete de autobuses para la recogida y vuelta a casa de los trabajadores, etc. Se trata en su mayor parte de políticas destinadas a facilitar la adopción de prácticas de movilidad sostenible sin que ello represente un inconveniente para el trabajador, en términos de tiempo de desplazamiento o coste.

En este trabajo se presenta el diseño y puesta en funcionamiento de una nueva herramienta pensada con la finalidad de favorecer la movilidad sostenible en una empresa, en este caso permitiendo la puesta en marcha de un sistema de incentivos para aquellos trabajadores que realicen desplazamientos laborales no

motorizados. También existen iniciativas de este tipo en funcionamiento, aunque normalmente están basadas en una declaración por parte del trabajador, que afirma estar acudiendo al trabajo a pie, en bicicleta o en transporte público y recibe a cambio una ayuda de la empresa. Sin embargo, es posible aprovechar los procesos de transformación digital, en este caso a través del uso de las tecnologías de movilidad y comunicaciones actuales, para comprobar automáticamente este tipo de prácticas, identificando los patrones de movilidad de los trabajadores y la frecuencia con que los ponen en práctica (por ejemplo, una persona puede ir a trabajar en bicicleta solamente tres días a la semana), facilitando y fundamentando la gestión de los incentivos por movilidad sostenible.

Un sistema de este tipo debe basarse necesariamente en la aplicación de las nuevas tecnologías, al alcance de los ciudadanos gracias a sus dispositivos móviles, que permiten una gestión basada en datos reales y con alto nivel de detalle, junto con el diseño de algoritmos que trabajen en tiempo real. El problema consiste básicamente en dotar a las empresas de un sistema que permita

detectar los patrones de movilidad de las personas en sus desplazamientos a su lugar de trabajo, identificando si corresponden al uso de medios motorizados o no, permitiendo a la empresa bonificar a los trabajadores de la manera que se decida a través de la identificación de un perfil de movilidad sostenible. En relación con este objetivo, es importante recalcar dos cuestiones:

- En primer lugar, la participación de los trabajadores en el programa de incentivos sería voluntaria, y para ello deberían acceder a que el sistema tuviera acceso a sus datos de movilidad, respetándose así los condicionantes de protección de datos personales.
- En segundo lugar, el desplazamiento en medios de transporte público como el autobús, tren o tranvía se considerará aquí como transporte motorizado, y por tanto no susceptible de incentivación. Esto es así porque, pese al grado de sostenibilidad que implica este tipo de transporte frente al vehículo privado, se trata de unos medios de transporte cuya operativa es notablemente deficitaria, y que precisan por tanto de la inyección de dinero público para su funcionamiento. De esta manera, es lícito considerar que los usuarios de estos medios de transporte ya están recibiendo de manera indirecta una ayuda económica en sus desplazamientos, algo que no ocurre con los que se desplazan a pie o en bicicleta.

En el próximo apartado se describe el estado del arte de las tecnologías a partir de las cuales puede desarrollarse un sistema de este tipo. A continuación, se describe la visión general del sistema y la arquitectura propuesta, con especial atención al algoritmo de clasificación de modos de transporte. Finalmente, se detallan las pruebas de validación realizadas y las conclusiones alcanzadas.

ESTADO DEL ARTE ▼

Tradicionalmente, los datos de movilidad se han recogido a través de encuestas en las que se requiere que el participante registre los detalles de su desplazamiento. Originalmente, la recogida de información estaba basada en encuestas telefónicas o en papel; sin embargo, en la mejora de la telefonía móvil y la accesibilidad que tiene la población a terminales que cuentan con dispositivos de geolocalización, convierten a estos en potentes herramientas para registrar los desplazamientos (Nour *et al.*, 2015; Feng *et al.*, 2012). Con los avances en las comunicaciones y las tecnologías inalámbricas, la mayoría de los teléfonos están equipados con sensores GPS. Estos teléfonos pueden transmitir directamente los datos a un servidor para su análisis y validación. El uso de estas herramientas genera un sistema sencillo de implantar en una sociedad moderna, aportando información con alta precisión y mínima carga sobre los participantes.

En esta línea, los esfuerzos de investigaciones recientes se han centrado en el desarrollo de modelos de in-

ferencia para identificar los modos de transporte sobre la base de los datos GPS medidos. A menudo, estos modelos se basan en parámetros intrínsecos del movimiento, tales como velocidad instantánea o media, aceleración y distancia recorrida. Actualmente son dos las líneas generales que se están desarrollando: (1) el uso de modelos basados en reglas simples que dependen principalmente de los umbrales asociados con los atributos medidos (por ejemplo, velocidad y aceleración) y (2) modelos de aprendizaje artificial. En la mayoría de estudios existentes, los métodos propuestos han tenido un éxito moderado en cuanto a ser capaces de inferir con precisión el modo de transporte usado.

Varias revisiones recientes (Chung *et al.*, 2005; Gong *et al.*, 2012; Bolbol *et al.*, 2014; Bohte *et al.*, 2009; Schüssler *et al.*, 2008) cubren las principales áreas de investigación relacionadas con la detección de los medios de transporte usados en base a los datos obtenidos de sensores GPS, acelerómetro, giroscopio, etc. El análisis de estas revisiones prueba que la complejidad de los sistemas de detección radica en los intervalos de confusión donde la detección de un medio u otro se hace compleja, y en el correcto uso de la información arrojada por más de un sensor en el mismo instante de tiempo, lo que lleva a los investigadores a buscar patrones de comportamiento y la programación de sistemas de clasificación e inteligencia artificial que aúnen las medidas tomadas por los sensores, clasificando las mismas en el medio de transporte utilizado. Así, por ejemplo, Chung y Shalaby (2005) recogieron datos mediante dispositivos GPS portátiles, determinando los puntos en los que se cambia de modo de transporte o se producen paradas. Por lo tanto, es un foco importante del algoritmo que presenta la identificación de las transiciones desde parada a movimiento o viceversa. Los autores definen eventos como el de fin de movimiento (EOW) y el inicio de movimientos (SOW), y dividen el desplazamiento realizado en vectores resultantes de la detección de la parada, donde analizan atributos de velocidad y aceleración. Con los vectores de movimiento localizados emplean algoritmos de lógica difusa para detectar el modo de transporte utilizado. Este trabajo se ha convertido en la base sobre la que muchos otros investigadores han construido sus modelos de clasificación.

Son varios los autores que han implementado datos provenientes de otras fuentes diferentes al GPS, que incorporan los teléfonos, para mejorar la precisión en los cambios de modo de transporte. Tsui y Shalaby (2006) extienden el trabajo de Chung y Shalaby (2005) mediante el uso de un mapa GIS y servicios de información de rutas de tránsito. El enfoque fundamental es hacer coincidir un segmento del desplazamiento (desde el GPS) con la presencia de una ruta de tránsito (de GIS). Han desarrollado un algoritmo de búsqueda de rutas que sólo se activa cuando el conjunto de datos coincide con al menos una ruta asignada a medios de transporte públicos urbanos. La adición de este algoritmo de búsqueda a su modelo de clasificación mejora la precisión del clasificador del 76% al 80% teniendo en cuenta el deseo por parte de los investigadores de detectar cambios en diferentes medios de transporte mo-

torizado, umbrales donde la confusión de clasificación se hace mayor.

Gong *et al* (2011) y Schüssler (2010) siguen con la estrategia de Chung y Shalaby dividiendo la ruta en segmentos a fin de tipificar los modos de transporte usados. Aumenta la precisión de la clasificación añadiendo un sistema de referencia geolocalizada entre los puntos tomados por GPS y las estaciones o rutas conocidas de transporte público, y los datos GIS son aportados al algoritmo por las entidades encargadas de la gestión del transporte público de Nueva York, al igual que los parámetros característicos conocidos de movimiento de las unidades de transporte que la integran. Otros investigadores mejoran el rendimiento de sus modelos de clasificación mediante la adquisición de información adicional a la ya mencionada. Por ejemplo, Stenneth *et al* (2011) no sólo comparan los datos del GPS con las rutas de tránsito del transporte público y las estaciones, sino que también incluyen una componente temporal ligada a los horarios de los mismos.

En el ámbito de este trabajo se ha optado por el desarrollo de un algoritmo de detección del modo de transporte basado en información sobre velocidad recogida por el dispositivo GPS incluido en el teléfono móvil del usuario, además de la creación de un sistema de gestión que permita el correcto uso de la información aportada por parte de la empresa. Con esto se hace necesaria la capacidad de desarrollar un método que implemente un modelo de clasificación con respecto a los siguientes puntos: (1) el número de atributos a considerar en el modelo basado en la capacidad de los mismos para distinguir entre los modos de transporte disponibles; (2) el tipo de procesamiento de datos a emplear; y (3) los parámetros del modelo.

VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA

El objetivo último del desarrollo realizado es la puesta en marcha de una herramienta para incentivar en la ciudadanía el uso del transporte no motorizado en el ámbito laboral, lo que redundará en beneficio de la mejora de la sostenibilidad ambiental, la calidad de vida y la salud de las personas. El sistema pretende aprovechar las tecnologías de movilidad actuales, al alcance de la ciudadanía, para hacer que participe de forma activa en el desplazamiento laboral no motorizado gracias a la incentivación que habrá que fomentar desde las empresas y Administraciones Públicas en pos de la mejora de la movilidad de las personas. A tal efecto, es indispensable utilizar infraestructuras y herramientas de movilidad con soporte para geolocalización, aprovechando recursos disponibles como el callejero digital, la red de transportes, la red de carreteras, etc., que sirvan como soporte.

El sistema propuesto se basa en una aplicación que el usuario instala en su teléfono móvil y que recopila información sobre sus desplazamientos gracias a la herramienta de geolocalización disponible en él. Esta recopilación se lleva a cabo únicamente dentro de un tramo horario prefijado, con el objeto de recoger únicamente

datos sobre la trayectoria de ida y vuelta entre el domicilio y el lugar de trabajo. Posteriormente, la información se vuelca al servidor, en el que está activo el algoritmo de clasificación, encargado de determinar si los trayectos realizados corresponden a desplazamientos motorizados o no. El resultado de la aplicación del algoritmo queda disponible tanto para el administrador del sistema, a través de la correspondiente base de datos, como para el propio usuario, a través de una aplicación web en la que puede consultar su información de movilidad. Esta información, además del archivo histórico de los desplazamientos realizados, consiste en la identificación de si el usuario realiza desplazamientos no motorizados para acudir a su puesto de trabajo, y qué porcentaje de su movilidad se realiza a pie o en bicicleta. El sistema de incentivación consistiría entonces en un procedimiento establecido externo al sistema de identificación de movilidad, en el que habría que decidir cuestiones como el tipo de incentivo a conceder (en tiempo de trabajo, económico, etc.), el porcentaje mínimo de movilidad no motorizada requerido para optar al incentivo, y qué hacer con los desplazamientos mixtos (por ejemplo, el caso de usuarios que utilicen la bicicleta para ir desde su domicilio hasta un intercambiador ferroviario, tomen el tren y posteriormente vuelvan a pedalear hasta llegar a su lugar de trabajo).

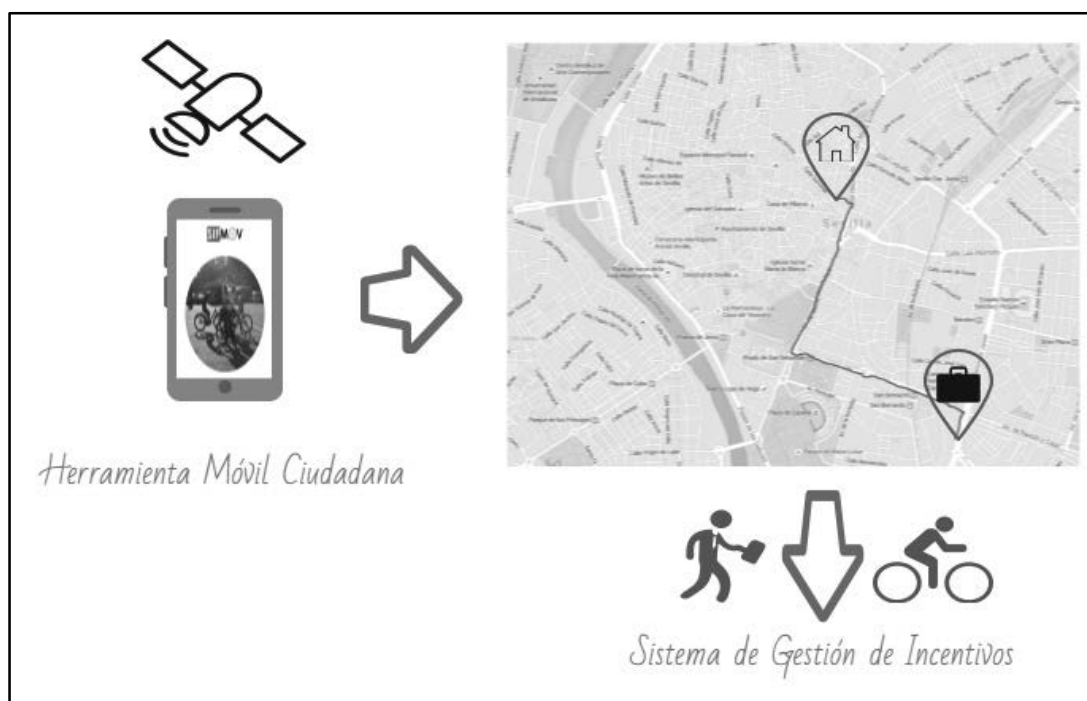
Con ello se posibilita la consecución de beneficios tanto de tipo medioambiental como de gestión del transporte y la movilidad. En cuanto a los beneficios medioambientales, teniendo presente que en torno al 81% de la movilidad se realiza mediante vehículo privado, y estableciéndose una media de unos 160 viajes por persona/año en horario laboral, el sistema pone a disposición de la ciudadanía la capacidad de manejar información veraz de desplazamientos laborales sostenible a fin de ofrecer beneficios fiscales, pudiéndose avanzar de forma macroscópica en los siguientes objetivos:

- Ahorro de combustible y mejora en la dependencia de combustibles fósiles.
- Reducción del consumo de emisiones de CO₂.
- Reducción de impacto ambiental que origina el transporte al optimizarse los recursos.
- Mejora y gestión de cálculo de rutas.

Por otro lado, el sistema aporta indudables mejoras en la gestión del transporte, entre las que cabe citar las siguientes:

- Optimización en la gestión y cálculo de rutas.
- Optimización de los flujos de transportes de pasajeros.
- Aplicación de la red inteligente en múltiples ámbitos de uso adicionales al transporte, repercutiendo en un ahorro de costes del sistema.
- Aumento de la vida útil de los elementos de transporte al optimizar su uso.

FIGURA 1
VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA QUE PERMITE IDENTIFICAR PATRONES DE DESPLAZAMIENTO PARA LA PUESTA EN MARCHA DE INCENTIVOS A LA MOVILIDAD SOSTENIBLE



Fuente: Elaboración propia

El esquema de funcionamiento del sistema se muestra en la Figura 1. En cuanto a la arquitectura del mismo, consta de tres componentes independientes pero interconectados:

- La aplicación de teléfono que recoge los datos de detección.
- El servidor que incluye la base de datos, así como el procesamiento de datos y algoritmos de validación.
- La interfaz web a la que pueden acceder los administradores o usuarios para ver y gestionar los datos procesados.

Los tres componentes que conforman la arquitectura del sistema, así como los flujos de datos entre ellos, se muestran en la Figura 2, y se describen con mayor nivel de detalle en las secciones siguientes.

Aplicación móvil

La aplicación para *smartphone*, diseñada tanto para plataformas Android como iOS, recoge los datos del sensor GPS disponible en el teléfono. Uno de los principales objetivos del diseño de esta aplicación es su característica de no-intrusión, dado que la aplicación se ejecuta en segundo plano del teléfono y en silencio recoge los datos sin intervención del usuario. Así, los usuarios no se ven influidos de ninguna manera por la aplicación durante su actividad en el desplazamiento. Además,

la aplicación está diseñada para ser de peso ligero y fácil de usar. Cada 10 segundos la aplicación registra información sobre la hora UTC, latitud, longitud, altitud, velocidad instantánea, rumbo, número de satélites de la medida y el DHS. Una de las principales preocupaciones para las aplicaciones basadas en la localización es el consumo de la batería, y por ello se han realizado esfuerzos para minimizar el consumo de batería. Los datos recogidos en el teléfono se transfieren al servidor de gestión a través de cualquiera de las redes de telefonía de datos o Wi-Fi, en función de las preferencias del usuario. El envío de datos se realiza en formato *json*.

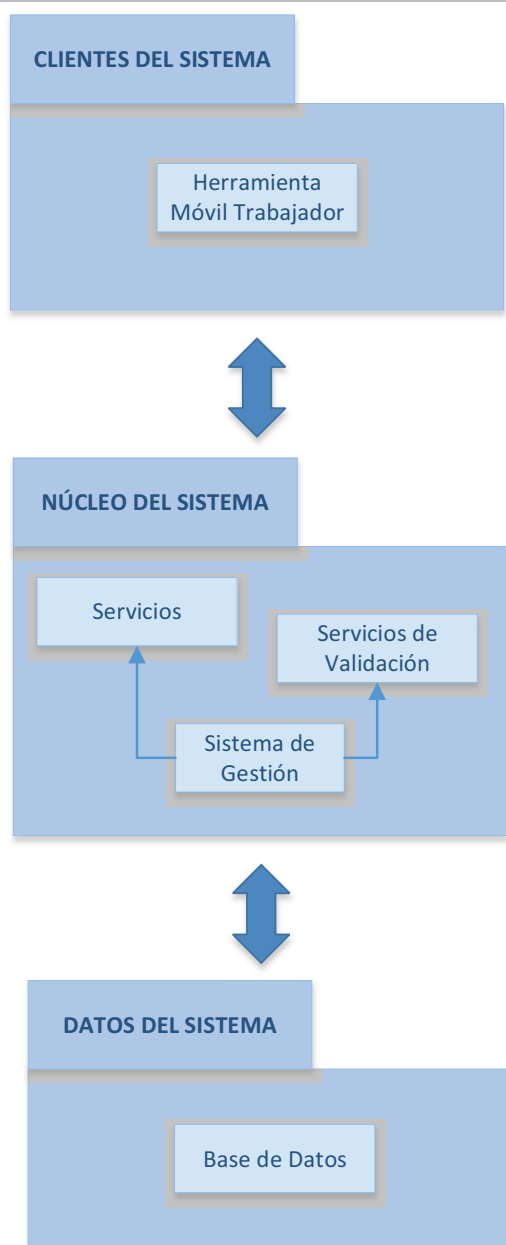
Base de datos

Los datos primarios recogidos a través de la aplicación se cargan en una base de datos sobre la que se ejecuta un algoritmo, que se describe más adelante, para procesar la información y hacer inferencias sobre las rutas y sobre los medios de transporte utilizados en las mismas. Para minimizar la carga de interacción del usuario, los algoritmos de *back-end* traducen los datos en bruto de los desplazamientos y las actividades, y los modos de desplazamiento se detectan basándose en las funciones del GPS y el acelerómetro del teléfono móvil.

Plataforma web

La interfaz web proporciona una plataforma que permite a los diferentes agentes intervinientes en el uso revisar sus datos procesados en forma de diario temporal de

FIGURA 2
ARQUITECTURA DEL SISTEMA PROPUESTO



Fuente: Elaboración propia

actividad. La plataforma web permite la administración de la base de datos a tres tipos de actores intervinientes en el sistema, cuyos roles son los siguientes:

- Superusuario: rol encargado de la gestión completa del servicio, con visualización completa del resto de perfiles existentes. Tiene permiso para dar de alta y baja empresas en el sistema.
- Administrador de empresa: perfil de gestión de la empresa y sus trabajadores. Tiene permiso para realizar las siguientes actividades:
 - Alta de sedes laborales.

- Alta de usuarios.
- Gestión de los patrones de desplazamiento del usuario.
- Gestión de los horarios laborales del usuario.
- Usuario: solo permite la visualización de datos y la generación de informes personales de los desplazamientos realizados.

La plataforma ofrece informes de los desplazamientos de los usuarios, en los que las rutas se muestran sobre una capa de visualización. La Figura 3 contiene un ejemplo de visualización de una de estas rutas. El sistema ofrece la referencia del patrón base (color claro) para el desplazamiento, calculado sobre la base de un algoritmo de ruta mínima entre dos puntos, y el desplazamiento realizado por el usuario (color oscuro).

DETECCIÓN DEL MODO DE DESPLAZAMIENTO ↓

La determinación de los modos de transporte utilizados en diferentes desplazamientos es uno de los principales temas de investigación para estudios en toma de datos por GPS, y es el paso crucial para que estas aplicaciones de fomento de la movilidad sostenible sean útiles a gran escala. Actualmente, existen publicaciones de algunos enfoques para la detección automatizada del modo de desplazamiento, como es el caso de Stopher *et al.* (2005), que trabajan con una eliminación gradual de los modos de transporte basándose en la velocidad media y máxima. En contraste con la mayoría de los autores, asumen que cada desplazamiento se lleva a cabo en un solo tipo de transporte. Jong y Mensonides (2003) dividen los desplazamientos en segmentos mono-modo basándose en la suposición de que es necesario un corto periodo de tiempo a velocidad cero para realizar un cambio de un transporte a otro, y seguidamente, mediante el empleo de características de velocidad y la proximidad a las paradas y rutas de transporte público, determinan el medio usado en cada segmento del desplazamiento. Además, implementan ciertas restricciones de uso, prohibiendo al algoritmo la posibilidad de cambios entre autobús y coche sin que exista una etapa intermedia de desplazamiento a pie.

El enfoque seguido en este trabajo se basa en el método de detección de modo propuesto por Chung y Shalaby (2005) y Tsui y Shalaby (2006). Este método se fundamenta en el paso previo de detectar las paradas en la ruta realizada, mejorando así la fiabilidad de los atributos de la velocidad. En consecuencia, cada desplazamiento se divide en etapas mono-modo separados por los puntos en los que se producen paradas. Posteriormente, el medio de transporte usado en cada uno de los segmentos se determina mediante la aplicación de un enfoque basado en un árbol de clasificación sobre los atributos de velocidad y aceleración. Sobre la base de las circunstancias en el área de estudio, el objetivo es clasificar cada segmento dentro de uno de los tres modos de desplazamiento posibles: caminar, bicicleta y vehículo motorizado.

FIGURA 3
EJEMPLO DE VISUALIZACIÓN DE UNA RUTA



Fuente: Elaboración propia

El programa recorre un vector con los datos GPS recogidos durante el trayecto. Estos datos se recogen cada 20 segundos, y son datos de tipo estructura, de manera que en cada lectura se almacena la siguiente información: latitud, longitud, velocidad, tiempo. A partir de esos datos, el algoritmo en primer lugar identifica los segmentos, y realiza las siguientes tareas:

- Búsqueda de paradas o segmentos sin movimiento.
- Detección del modo de transporte usado en los diferentes segmentos de movilidad.

A continuación se describen en mayor profundidad los cinco pasos secuenciales de ejecución del algoritmo de clasificación. Los elementos cruciales son los atributos de velocidad de los segmentos, las reglas de decisión describen la relación entre los modos y las variables, y las funciones de pertenencia a cada modo de transporte son parametrizables por el administrador del sistema.

PASO 1: los puntos de inicio y fin de ruta no siguen pautas de uso por atributos de velocidad, sino que se identifican mediante aproximación geográfica a los puntos indicados en el sistema como hogar y lugar de trabajo. Así, la primera verificación que el algoritmo toma en consideración es la comprobación de la distancia de la primera toma de GPS realizada con el domicilio asignado para el usuario en su perfil personal, que debe cumplir un umbral de tolerancia prefijado.

PASO 2: la siguiente operativa del algoritmo es la detección de puntos de parada o carencia de movimiento, a fin de eliminar medidas de velocidad que alteren los umbrales asignados a cada medio de transporte. Con ello, el algoritmo busca puntos donde la velocidad es menor a un determinado umbral y observa los siguientes puntos que cumplan esta condición hasta que detecta una velocidad superior al umbral.

Hay cuatro tipos de puntos a través de los cuales el algoritmo crea señales de aviso internas: final de la ruta (*end of movement*, EOM), inicio de la ruta (*start of movement*, SOM), inicio de segmento parada (*start of stop*, SOT) y fin de segmento parada (*end of stop*, EOT). Cada segmento de la ruta estará por tanto acotado entre un punto SOM y otro EOM, y cada parada entre un punto SOT y otro EOT. Así, cada vez que se detecta un punto de la ruta en el que la velocidad es inferior al umbral de parada, se busca si hay otros puntos anteriores o posteriores del desplazamiento que cumplan la misma condición. El primer punto de esta secuencia será identificado como un punto SOT (y el anterior a él como un punto EOM), y el último punto de la secuencia será identificado como un punto EOT (y el siguiente a él como un punto SOM). Estas designaciones siguen las siguientes restricciones:

- Un punto SOT no puede ir seguido de puntos con medidas de velocidad superiores al umbral de parada.

- Un punto EOT no puede ir seguido de puntos con medidas de velocidad inferiores al umbral de parada.

De esta manera, la ruta queda dividida en segmentos o tramos de actividad. Seguidamente, para cada uno de esos tramos se aplicará el proceso de clasificación, a fin de detectar el modo de transporte usado en cada segmento de la ruta.

PASO 3: teniendo ya los segmentos de movimiento aislados, el algoritmo analiza cada uno de los puntos GPS dentro de cada segmento, y clasifica el segmento como a pie, en bicicleta o motorizado según los umbrales de velocidad asignados. Para relajar el criterio de clasificación, la toma de decisiones se realiza según un percentil prefijado. Por ejemplo, si este percentil se hubiera fijado en el 80%, se admitiría que un determinado segmento del desplazamiento se ha realizado en bicicleta cuando al menos el 80% de las lecturas GPS de ese segmento reflejaran un dato de velocidad dentro de los umbrales establecidos para la bicicleta. De esta manera, se consigue un efecto parecido al de aplicación de la lógica borrosa para el proceso de clasificación, atenuando los errores de identificación debidos a situaciones puntuales (como por ejemplo, el caso de un ciclista que acelera anormalmente para adelantar a otro en un carril bici, pudiendo alcanzar durante un instante una velocidad asociada a un medio de transporte motorizado).

PASO 4: con cada segmento clasificado, el algoritmo estudia la media de asignaciones, y toma una valoración de los medios empleados en la ruta total de desplazamiento. De nuevo, a fin de relajar el criterio, se permiten segmentos con una clasificación diferente a la media tomada, siempre y cuando no se encadenen más de dos consecutivos. Es decir, si en un trayecto total hay algún segmento aislado que se ha identificado como motorizado, pero los segmentos anterior y posterior siempre se han considerado como no motorizados, se entenderá que el trayecto en su globalidad ha sido no motorizado. Por el contrario, si a pesar de existir segmentos no motorizados aparecen en el desplazamiento varios segmentos motorizados encadenados, se entiende que se ha producido un cambio de modo de desplazamiento, y se clasifica la ruta completa como motorizada.

PASO 5: como última restricción para considerar válida la ruta, el sistema realiza una comprobación de distancia entre el último punto de toma GPS y la sede laboral indicada, de nuevo con un umbral de tolerancia para la distancia, así como una comprobación de concordancia respecto al horario laboral asignado al usuario.

ALGORITMO DE CLASIFICACIÓN

La Figura 4 muestra el pseudocódigo del algoritmo de identificación del modo de transporte utilizado en un desplazamiento. La notación utilizada es la siguiente:

- N se corresponde con la longitud de vector ruta, es decir, todos los puntos tomados por el GPS.
- D_{min} es la definición de una referencia de distancia entre dos coordenadas GPS.
- P_i y P_j son puntos de toma de datos GPS, dentro del vector ruta.
- $P_{iniciomov}$ y P_{finmov} son puntos de toma de datos GPS que delimitan un segmento de movilidad.

RESULTADOS

Las pruebas de validación del sistema se realizaron en la ciudad de Sevilla, a partir de datos reales de movilidad de diversos usuarios durante un periodo de un mes, y con la siguiente configuración:

- Umbral de tolerancia para los puntos de inicio y final de la ruta: 200 m.
- Umbral de parada: valor de 0,5 m/s, valor recomendado por Gong *et al* (2011).
- Umbral de desplazamiento a pie: 2,78 m/s (10 km/h).
- Umbral de desplazamiento en bicicleta: 8,34 m/s (30 km/h).

Para la realización de las pruebas, cada sujeto utilizaba su propio teléfono móvil, en el que previamente había instalado la aplicación del sistema. Al iniciar un nuevo desplazamiento a su lugar de trabajo, la persona debía iniciar la aplicación de seguimiento en el teléfono y dejar constancia del modo de transporte utilizado. Durante el periodo de validación, se recopilaban un total de 48 desplazamientos. La Tabla 1 muestra el resultado de la comparativa entre la realidad y las clasificaciones realizadas por el algoritmo, obteniéndose unos resultados similares a los de ejemplos similares en la literatura, aunque seguramente susceptibles de mejorar en caso de un mayor refinado de las calibraciones del sistema.

En efecto, los casos de confusión mostrados en la tabla anterior entre los campos de No-Motorizado y Motorizado, con 5 casos en los que el algoritmo comete errores de clasificación, se debieron al periodo de ajuste de los parámetros de velocidad máxima permitida para cada medio de transporte. Concretamente, el área compartida entre velocidades altas para el uso de la bicicleta y velocidades bajas en el uso de transporte motorizado, condiciones comúnmente observadas en núcleos urbanos donde existe congestión del tráfico rodado y carriles bici donde la bicicleta puede alcanzar mayores valores de velocidad. A fin de mejorar los resultados del criterio de clasificación se relajaron los valores de velocidad máxima admisible a la bicicleta, con estudios estadísticos de la velocidad a partir de las lecturas GPS.

En la Figura 5 se puede observar una ruta realizada por un usuario durante el periodo de validación, en la

FIGURA 4
PSEUDOCÓDIGO DEL ALGORITMO DE CLASIFICACIÓN IMPLEMENTADO PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL
MODO DE TRANSPORTE EN LOS DESPLAZAMIENTOS.

```

INICIO
Si primera toma GPS cerca de la localización asignada como domicilio
Comprobación toma de GPS cercano a posición lugar designado como laboral
Si (dist(Pi, Ptrabajo) < D)
    i=N;
Fin si

* Identificación de los segmentos de paradas del vector ruta
Pparada <- Detección parada (N, Dmin, P)
    Leer N, D;
    Leer Pi, Pj;
    Mientras i < N-1 Hacer
        j=i+1;
        Si (Pj.vel > 0,5 || dij > Dmin)
            j=j+1;
        Si no
            Si (Pj.vel <= 0,5 || dij <= Dmin)
                Pj detecta inicio parada;
                Sk = Pj;
                k=k+1;
                j=j+1;
            Fin Si
        i=j;
    Fin Mientras
Fin proceso

* Detección del modo de transporte (N, Pi, Vi_max)
Vi_max: datos directos desde la toma GPS.
Recorrer ruta hasta primer punto designado parada. Marcar punto parada y buscar siguiente punto de parada y
marcar.
Pi = Piniciomov; Pj = Pfinmov;
Leer Piniciomov, Pfinmov;
Smovilidad <- División del segmento movilidad en porciones más pequeñas
Para j=i hasta j=n Hacer
    Piniciomov = j;
    Si (Vi_max < 2,78)
        Mode=Walk;
    Si no
        Si (Vi_max < 7,22)
            Mode=Bike;
        Si no
            Mode=Motor;
        Fin si
    Fin si
    p=n+1;
Fin procesoa
i=n;
n=p;
Fin proceso
Si 80% de segmentos mismo modo de transporte
    Modo Transporte Asignado;
Fin si
FIN

```

Fuente: Elaboración propia

que se indican el patrón asignado por el sistema como ruta óptima, y la realizada por el usuario, con los puntos de parada marcados. La ruta ha sido clasificada como válida, es decir, desplazamiento no-motorizado, y cumple con las restricciones de distancia respecto al punto de inicio (domicilio del usuario) y el punto final de la ruta (lugar de trabajo del usuario). Cuando existe una disparidad entre la ruta óptima y la ruta efectiva, como en este caso, el sistema cuantifica como kilómetros no motorizados realizados los correspondientes a la ruta óptima, de manera que si el usuario decide seguir otros

itinerarios por cualquier motivo es libre de hacerlo, pero esa distancia adicional no le es computada a efectos del incentivo posterior.

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha presentado la arquitectura y el algoritmo para un sistema de detección del modo de transporte utilizado en los desplazamientos de ida y vuelta al lugar de trabajo, aunando para ello tecnologías de alta disponibilidad como son los teléfonos

TABLA 1
RESULTADO DE LAS VALIDACIONES DEL SISTEMA DURANTE EL PERIODO DE PRUEBAS

		Clasificado como	
		No-Motorizado	Motorizado
Realidad	No-Motorizado	26	5
	Motorizado	2	15
Precisión (%)		92,86	75,00

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 5
EJEMPLO DE ITINERARIO DETECTADO PARA UN USUARIO DURANTE EL PERIODO DE VALIDACIÓN (CON LOS PUNTOS DE PARADA DETECTADOS POR EL SISTEMA FRENTE A LA RUTA ÓPTIMA TEÓRICA)



Fuente: Elaboración propia

móviles, y bases de datos para el post-procesado de la información. El objetivo del sistema es el empleo de las tecnologías digitales para, de forma automática, identificar qué personas acuden a su trabajo utilizando medios no motorizados, permitiendo la puesta en marcha de políticas de incentivos que fomenten la movilidad sostenible.

A partir de las pruebas de validación realizadas, cabe concluir que el modelo propuesto de clasificación del modo de transporte, a través del uso del GPS integrado en los teléfonos móviles, identifica de forma correcta los desplazamientos como motorizados o no-motorizados.

Además, la puesta en marcha del sistema alcanza los siguientes objetivos:

- Se ofrece una plataforma de participación de la ciudadanía a través de sus propios dispositivos móviles, siempre siguiendo los criterios de confidencialidad de la información que se provea desde estos dispositivos, permitiendo la participación de forma activa en su propio beneficio, tanto económico como saludable, y redundando de forma directa en la mejora de los servicios públicos así como en la mejora de la sostenibilidad ambiental y reducción del gasto público en materia de transporte y salud.

- Además de proporcionar beneficios individuales y de sostenibilidad global, se posibilita la generación de una importante base de datos en relación a la conducta de movilidad de la ciudadanía. De esta manera, la característica de datos reales que se pueden obtener confiere al sistema una capacidad expansiva que puede ser explotada, en diferentes ámbitos, como base de servicios que pueden añadirse a partir de la información tratada, de forma que puedan ser consumidos por otros clientes. Ejemplos de estos servicios pueden ser los sistemas de información orientados a la gestión de plataformas de bicicletas, la gestión de obras e infraestructuras (mejora de carriles bici, acerados...) en función de los flujos ciudadanos, etc. Todo ello dota a estas tecnologías del potencial para vertebrar, a través de la integración de sistema, la transformación hacia el concepto de ciudad inteligente (*Smart City*) sostenible.
- El sistema propuesto es una muestra de las múltiples aplicaciones de la transformación digital a todos los ámbitos organizativos y sociales. En este sentido, el sistema representa un paso más en la incorporación de la tecnología digital a la vida cotidiana, utilizando los sistemas de información, localización y comunicación para identificar patrones de movilidad. Siguiendo una filosofía de Industria 4.0, se automatiza el proceso de comprobación y gestión de los patrones de movilidad de los ciudadanos, generando una importante cantidad de información útil, además de externalidades positivas.

Para la captura de información no se precisa además disponer de tecnologías que puedan quedar obsoletas en poco tiempo, y se dedica esfuerzo al tratamiento de la información, aprovechándose la infraestructura de movilidad existente a nivel de usuario, en continua evolución. En este sentido, el desarrollo descrito se enmarca en el contexto de aplicaciones de nueva generación, ya que ofrece de forma explícita acceso multi-terminal, entendiendo éste como acceso universal desde una amplia gama de dispositivos web o móvil; inteligencia artificial, pues se plantea un sistema dotado con memoria e inteligencia en las validaciones para aplicación de incentivos a realizar; o web geoespacial, ya que la componente espacial es un aspecto fundamental y básico en la toma de decisiones en el sistema y que se explota, tanto por la parte cliente como por la parte servidora.

BIBLIOGRAFÍA

- Bolbol, A., Cheng, T., & Tsapakis, I. (2014). A spatio-temporal approach for identifying the sample size for transport mode detection from GPS-based travel surveys: A case study of London's road network. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 43, 176-187.
- Bohte, W., & Maat, K. (2009). Deriving and validating trip purposes and travel modes for multi-day GPS-based travel surveys: a large-scale application in the Netherlands. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 17(3), 285-297.

Chung, E. H., & Shalaby, A. (2005). A trip reconstruction tool for GPS-based personal travel surveys. *Transportation Planning and Technology*, 28(5), 381-401.

De Jong, R., & Mensonides, W. (2003). Wearable GPS device as a data collection method for travel research. Institute of Transport Studies Working Paper, (ITS-WP-03-02). The University of Sydney and Monash University.

Feng, T., & Timmermans, H. (2012, July). Recognition of transportation mode using GPS and accelerometer data. In: the International Conference on Travel Behavior Research, Toronto, Canada.

Gong, H., Chen, C., Bialostozky, E., & Lawson, C. T. (2012). A GPS/GIS method for travel mode detection in New York City. *Computers, Environment and Urban Systems*, 36(2), 131-139.

Junta de Andalucía (2016). Plan de Infraestructuras para la Sostenibilidad del Transporte en Andalucía (PISTA 2020).

Nour, A. (2015). Automating and Optimizing a Transportation Mode Classification Model for use on Smartphone Data. Doctoral Thesis, University of Waterloo.

Schüssler, N., & Axhausen, K. W. (2008). Identifying trips and activities and their characteristics from GPS raw data without further information. 8th International Conference on Survey Methods in Transport, Annecy, France.

Schüssler, N. (2010). Accounting for similarities between alternatives in discrete choice models based on high-resolution observations of transport behaviour (Doctoral dissertation, Diss., Eidgenössische Technische Hochschule ETH Zürich, Nr. 19093).

Stenneth, L., Wolfson, O., Yu, P. S., & Xu, B. (2011, November). Transportation mode detection using mobile phones and GIS information. In: Proceedings of the 19th ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems (pp. 54-63). ACM.

Stopher, P. R., Jiang, Q., & FitzGerald, C. (2005). Processing GPS data from travel surveys. 2nd International Colloquium on the Behavioural Foundations of Integrated Land-use and Transportation Models: Frameworks, Models and Applications. Toronto, Canada.

Tsui, S., & Shalaby, A. (2006). Enhanced system for link and mode identification for personal travel surveys based on global positioning systems. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1972, 38-45.

CIBERSEGURIDAD EN LA SOCIEDAD DIGITAL

ALBERTO URUEÑA

ANTONIO HIDALGO

Universidad Politécnica de Madrid

La preocupación por la seguridad de la información aumenta año tras año en los hogares españoles. En el segundo semestre de 2016 (Kaspersky Lab, 2017), en España aumentó el número de internautas preocupados por la ciberseguridad, pasando del 28% al 39%. Ante este dato cada vez son más los usuarios de Internet que adoptan medidas de protección contra las ciberamenazas.

Esta investigación comienza analizando los principales informes nacionales e internacionales en materia de ciberseguridad, analizando las principales amenazas y medidas de seguridad, utilizando fuentes de datos secundarias públicas y privadas para, en los epígrafes finales, explicita un conjunto de conclusiones y recomendaciones que puedan resultar de utilidad en materia de seguridad en Internet.

LAS TIC Y LA SEGURIDAD EN LOS HOGARES ESPAÑOLES ↓

La protección contra las ciberamenazas ↓

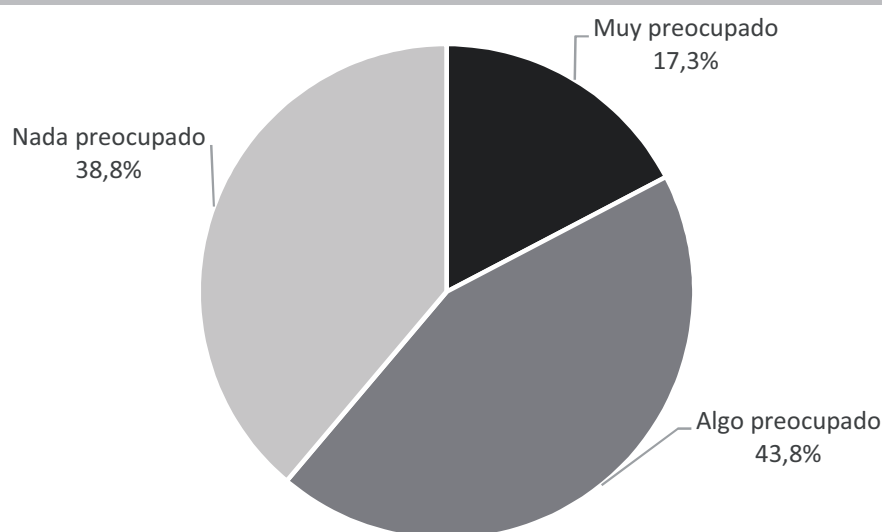
El usuario final es uno de los factores clave en la seguridad cibernética. Los expertos en seguridad informática continúan advirtiéndolo sobre el peligro del uso de ordenadores e Internet si no se siguen unas normas básicas de seguridad. En definitiva, las conductas de riesgo de los usuarios influyen en las amenazas potenciales que afectan a los ordenadores (Herrero *et al.*, 2017a). También algunos estudios han apuntado que la combinación de uso intensivo de un *smartphone* (teléfono inte-

ligente) con un bajo nivel de apoyo social se relaciona de manera positiva y significativa con la existencia de *malware* y con niveles más altos de actitudes de riesgo hacia el uso del *smartphone* (Herrero *et al.*, 2017b).

En 2016, el 64% de la población de España ya utilizaba algún tipo de *software* de seguridad (anti-virus, *anti-spam*, *firewall*, etc.) con el objetivo de proteger los datos privados y el ordenador personal (Instituto Nacional de Estadística, 2016), cifra que se incrementó en 2,4 puntos porcentuales respecto a 2015. Además, el 71,6% de los ciudadanos españoles que han utilizado Internet durante el último año actualizaron en 2016 sus productos de seguridad informática (antivirus o programas de detección de espías), lo que pone de manifiesto que los españoles están cada vez más preocupados por la seguridad, ya que este indicador también se incrementó en 2,8 puntos porcentuales respecto al año 2015.

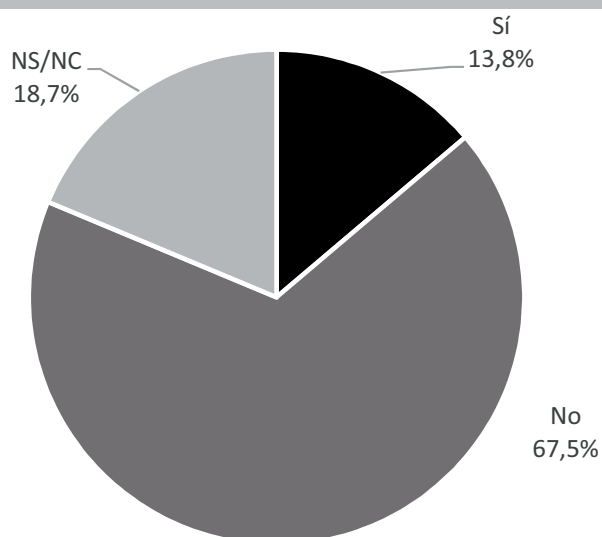
Adicionalmente, el 17,3% de los ciudadanos españoles que se han conectado a Internet en 2016 afirman que están muy preocupados por el hecho de que sus actividades sean monitorizadas. Casi

GRÁFICO 1
INDIVIDUOS QUE HAN USADO INTERNET EN LOS ÚLTIMOS 12 MESES POR GRADO DE PREOCUPACIÓN
RESPECTO A QUE SUS ACTIVIDADES *ONLINE* SEAN MONITORIZADAS (%)



Fuente: Elaboración propia con datos INE 2016

GRÁFICO 2
INDIVIDUOS QUE HAN USADO INTERNET EN LOS ÚLTIMOS 12 MESES QUE UTILIZAN
UN *SOFTWARE* ANTI-RASTREO (%)



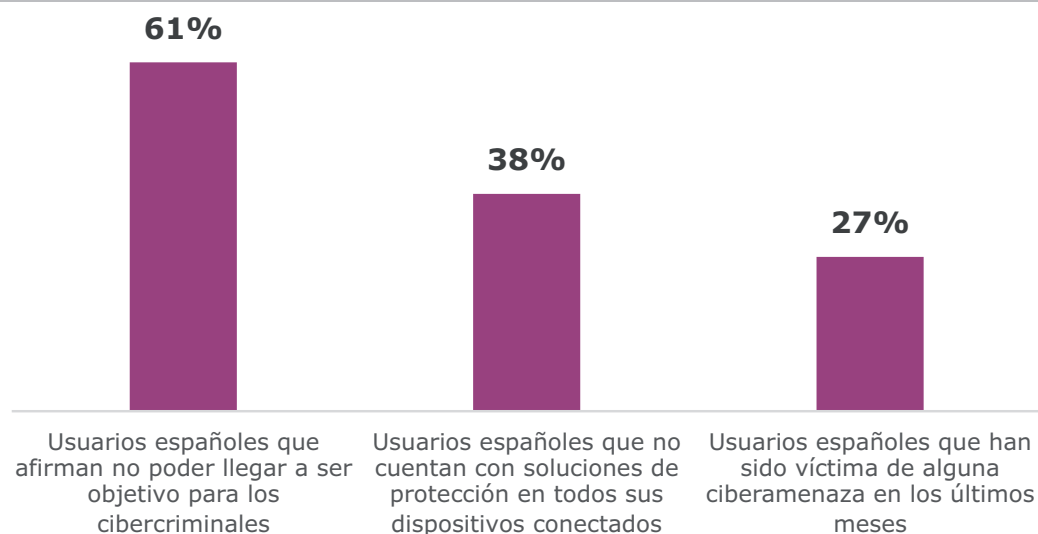
Fuente: Elaboración propia con datos INE 2016

la mitad de los individuos (43,8%) se muestra algo preocupado por ello, mientras que el 38,8% siente indiferencia o muy poca preocupación por que sus actividades en la red sean monitorizadas (Gráfico 1). Sin embargo, y aunque más de la mitad de los españoles está algo o muy preocupado por la seguridad, el 67,5% de los internautas no tiene ningún *software* anti-rastreo. Sólo un 13,8% de los internautas cuenta con uno de estos programas (Gráfico 2).

A pesar de la mayor concienciación y del progresivo aumento de medidas de seguridad en los

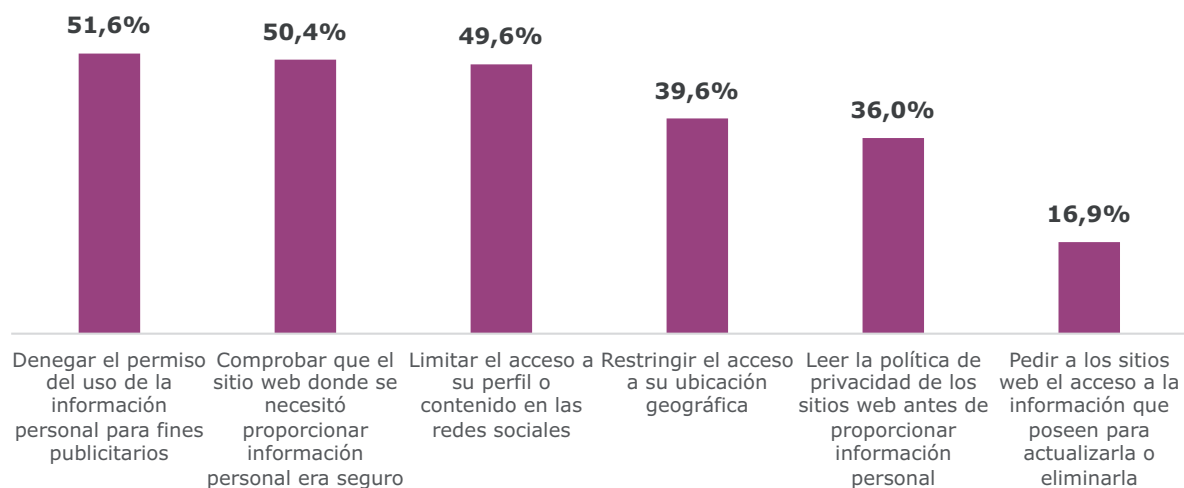
hogares españoles, aún se detectan ciertas carencias. Según el índice Kaspersky Cybersecurity, el 61% de los usuarios españoles afirma que no cree poder llegar a ser objetivo para los cibercriminales, el 38% no cuenta con soluciones de protección en todos los dispositivos conectados, y el 27% reconoce haber sido víctima de alguna ciberamenaza en los últimos meses (Gráfico 3). En cuanto a la tipología de amenazas concretas, destacan el *malware* (18%), las cuentas pirateadas (6%), el *ransomware* (5%), los dispositivos hackeados (4%) y los datos filtrados (3%).

GRÁFICO 3
USUARIOS DESPREOCUPADOS, DESPROTEGIDOS Y DAMNIFICADOS EN ESPAÑA EN EL SEGUNDO SEMESTRE DE 2016 (%)



Fuente: Elaboración propia con datos del índice Kaspersky Cybersecurity 2017

GRÁFICO 4
INDIVIDUOS QUE HAN USADO INTERNET EN LOS ÚLTIMOS 12 MESES POR ACCIONES REALIZADAS PARA GESTIONAR EL ACCESO A LA INFORMACIÓN PERSONAL EN INTERNET (%)



Fuente: Elaboración propia con datos INE 2016

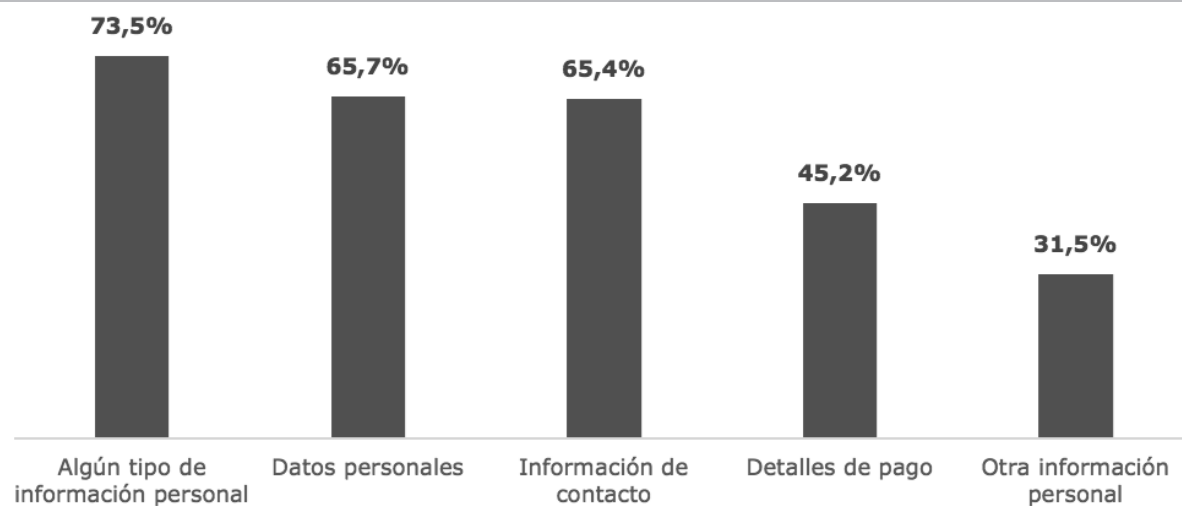
La información personal en Internet

Una de las actividades más habituales para los usuarios españoles es la de facilitar sus datos o cualquier información personal a través de la Red. De entre todas las acciones existentes para gestionar el acceso a la información personal en Internet, denegar el permiso del uso de la información personal para fines publicitarios es realizada por el 51,6% de los internautas. A continuación se sitúan el hecho de comprobar que el sitio web donde se necesitó proporcionar información personal era seguro (50,4%) y la acción de limitar el acceso al perfil o contenido en redes sociales (49,6%). Además, el 39,6% de los individuos que usan Internet

restringen el acceso a su ubicación geográfica y el 36% lee la política de privacidad de los sitios web antes de proporcionar información personal. Finalmente, los usuarios que piden a los sitios web el acceso a la información que poseen para actualizarla o eliminarla son solamente el 16,9% (Gráfico 4).

El 73,5% de los internautas han suministrado a través de la Red algún tipo de información personal en los últimos 12 meses. En cuanto al tipo de información personal, destacan los datos personales (nombre, fecha de nacimiento, número del documento de identidad, etc.) con un 65,7% de internautas. Muy cerca se sitúa la información de contacto (dirección, número de

GRÁFICO 5
INDIVIDUOS QUE HAN USADO INTERNET EN LOS ÚLTIMOS 12 MESES POR TIPO DE INFORMACIÓN PERSONAL SUMINISTRADA (%)



Fuente: Elaboración propia con datos INE 2016

teléfono, mail, etc.) con el 65,4%. Del mismo modo, el 45,2% de los usuarios de Internet en España proporciona información relacionada con el detalle del pago (número de tarjeta de crédito o cuenta bancaria). Finalmente, el 31,5% de estos individuos suministra otro tipo de información (fotos personales, ubicación actual, información relativa a la salud, etc.) (Gráfico 5).

Es importante resaltar que los ciudadanos españoles están cada vez más concienciados con el rastro que deja su navegación por Internet y cada vez están más familiarizados con términos como el de «cookies». De hecho, en 2016 el 62,9% de los internautas españoles sabían que las cookies pueden ser usadas para trazar los movimientos de una persona en Internet con el fin de obtener un perfil de cada usuario y proporcionarle publicidad adaptada o personalizada. Este dato aumentó 10,9 puntos porcentuales respecto a 2015. En esta misma línea, el 31% de los internautas españoles han cambiado alguna vez la configuración de su navegador de Internet con el fin de prevenir y limitar la cantidad de cookies en su ordenador.

Incidentes gestionados por el CCN-CERT

El CCN-CERT es la capacidad de respuesta a incidentes de seguridad de la información del Centro Criptológico Nacional. Este servicio se creó a finales del año 2006 como Equipo de Respuesta ante Emergencias Informáticas (CERT, del inglés *Computer Emergency Response Team*) gubernamental español y su principal objetivo es contribuir a la mejora del nivel de seguridad de los sistemas de información de las tres administraciones públicas existentes en España (central, autonómica y local).

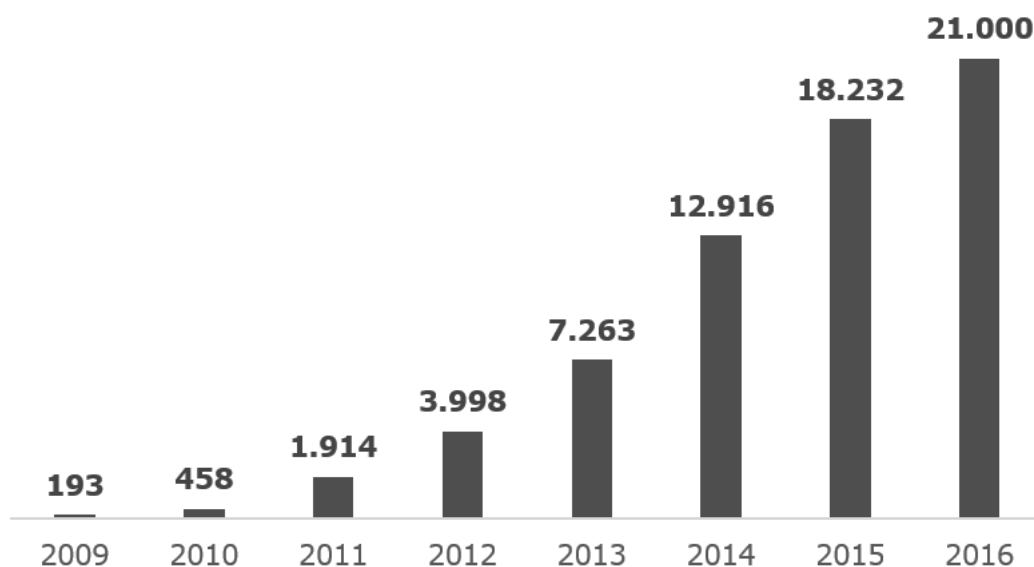
En España se observa que en 2016 aumentó el número de ataques contra los sistemas de información de las Administraciones Públicas. Entre ellos destacan el incre-

mento constante de las amenazas y ataques, la intrusión en todo tipo de dispositivos, con especial hincapié en los equipos móviles con un grado de protección mucho menor, el robo, el sabotaje o la infección a través de correo electrónico, páginas web o redes sociales. En este sentido, el impacto económico, los perjuicios a la reputación o a la privacidad de empresas, administraciones y ciudadanía, y la extorsión a través de medios tecnológicos siguen siendo un importante vector de afección para gobiernos, empresas y ciudadanos.

Tampoco hay que perder de vista la utilización de la amenaza terrorista que se beneficia de las oportunidades que les brinda el ciberespacio para, por un lado, realizar actividades de propaganda, comunicaciones internas, formación y adoctrinamiento, financiación, reclutamiento y obtención de información y, por otro, para llevar a cabo ataques contra sistemas informáticos de infraestructuras críticas o contra otros sistemas cuya vulneración suponga una alteración del normal funcionamiento de nuestra sociedad. Muchas de estas amenazas hacen uso de la web profunda (*deep web*) y de redes como TOR (*The Onion Router*) que continúan siendo facilitadoras de un amplio abanico de actividades delictivas y están cobrando una enorme importancia como medio donde imperan actividades englobadas en el marco del mercado negro. Así pues, de acuerdo con el gráfico 6, el número de incidentes gestionados por el CCN-CERT ascendió a 21.000 en el año 2016, un 15,2% más respecto a 2015, y 10 veces superior a la registrada en 2011 (1.914 incidentes) (Ministerio de la Presidencia, 2016).

El número de incidentes gestionados por los equipos de respuesta ante incidentes de seguridad de la información (CERT) nacionales en 2016 se muestra en sintonía con la tendencia internacional alcista. Es en el sector de los operadores estratégicos de la industria, incluyendo las infraestructuras críticas, en el que el aumento se

GRÁFICO 6
EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE INCIDENTES GESTIONADOS POR EL CCN-CERT (2009-2016)



Fuente: Elaboración propia a través del Departamento de Seguridad Nacional con datos del Ministerio de la Presidencia y para las Administraciones Territoriales. 2016

muestra más relevante, con cifras que triplican las de años precedentes.

Seguridad en el Internet de las cosas (IoT) ▼

El proceso de digitalización de los servicios y de la economía, en general, implica importantes retos que conciernen a diferentes elementos del ecosistema digital. De entre los usuarios, las empresas suelen tener una mayor capacidad para afrontar estos retos ya que disponen de más recursos y suelen contar con especialistas en tecnologías de la información, motivo por el que el internauta individual se puede considerar la parte más débil de este ecosistema. En esta sección se analiza la percepción de los usuarios ante la seguridad, las amenazas que se presentan hoy y las medidas que los usuarios toman ante esta situación.

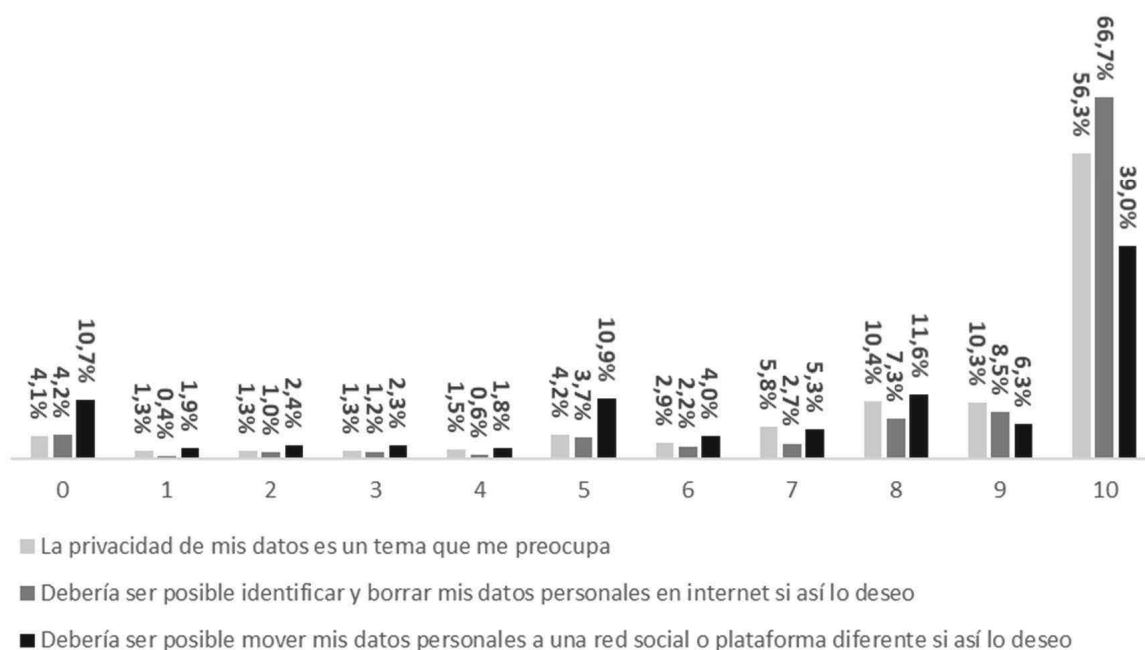
Según el estudio realizado por Fundación Telefónica en 2015 para conocer la percepción de los usuarios ante estos aspectos, los usuarios califican en una escala entre 0 y 10 su coincidencia con respecto a diferentes afirmaciones sobre privacidad: el 82,8% reconoce este tema como de gran importancia (valoran este aspecto entre 7 y 10), y más de la mitad, el 56,3%, lo valoran con la nota máxima. También el 10 es la puntuación más común cuando se pregunta a los internautas acerca de si debería ser posible identificar y borrar los datos personales de Internet, si así lo desea, y si debería ser posible mover los datos a otra plataforma o red social, con un 66,7% y un 39%, respectivamente. Ampliando este rango a las calificaciones entre 7 y 10, que indican un sentir muy favorable con respecto al enunciado, se observa que estas cifras su-

ben hasta el 85,2% en el primer caso y al 62,2% en el segundo (Gráfico 7).

La información que los usuarios califican de personal y que no les gustaría que escapara de su control es muy variada, poniéndose de manifiesto que las mujeres dan a la privacidad una mayor importancia. Así, al 71,3% de los hombres y al 83% de las mujeres les preocupa mucho que fotografías y vídeos personales escapen de su control (valoración entre 7 y 10); al 79,6% de los hombres y al 87,2% de las mujeres que se escapen datos personales; al 60,8% de los hombres y al 74,1% de las mujeres que lo haga el historial de búsquedas; y al 58,4% de los hombres y al 71,9% de las mujeres, el historial de navegación (Gráfico 8). En todos los casos hay una diferencia de más de 10 puntos porcentuales para la mayoría de los tipos de información a favor de las mujeres, lo que refleja su mayor preocupación. Este comportamiento también se observa en las familias que tienen hijos pequeños, lo que demuestra que también poseen una sensibilidad especial con todos los aspectos relacionados con la privacidad.

En la actualidad existe un debate sobre la posibilidad de ceder datos personales a cambio de beneficios, ya sean en forma de dinero o mediante ofertas personalizadas de productos. De esta forma, el usuario se puede plantear ceder sus datos a cambio de recibir parte de los beneficios que las empresas consiguen por el uso de dichos datos. No obstante, a pesar de que la idea parece positiva para los intereses de los usuarios (más aún cuando en la actualidad la mayoría cede sus datos sin recibir ningún tipo de compensación por ello), las cifras muestran

GRÁFICO 7
PREOCUPACIÓN ANTE LA SEGURIDAD Y PRIVACIDAD EN INTERNET (% USUARIOS CON VALORACIONES ENTRE 7 Y 10)



Fuente: Elaboración propia. Datos de Fundación Telefónica 2015

GRÁFICO 8
PREOCUPACIÓN POR LA PRIVACIDAD SEGÚN EL TIPO DE INFORMACIÓN (% USUARIOS QUE VALORAN ENTRE 7 Y 10)

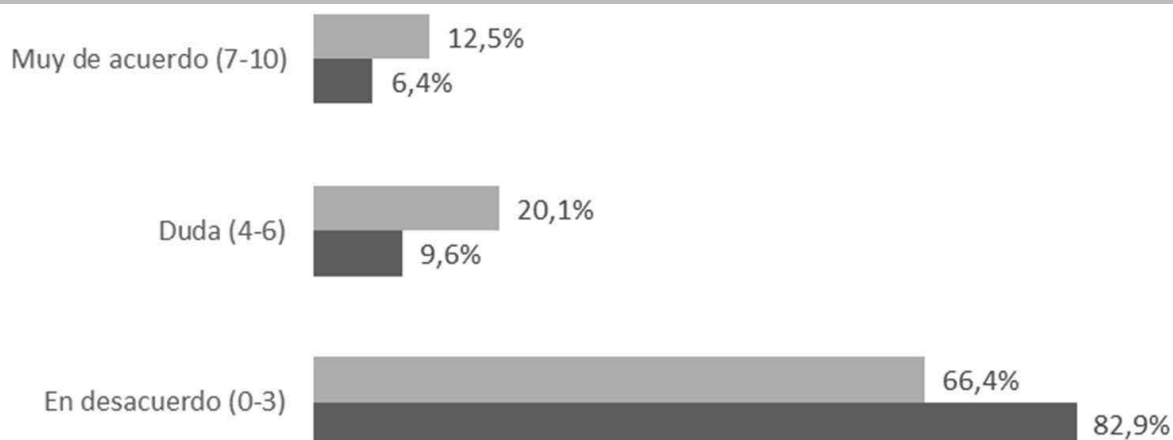


Fuente: Elaboración propia. Datos de Fundación Telefónica 2015

que la mayoría de la población no está de acuerdo con ceder parte de la privacidad a cambio de ofertas personalizadas o dinero. De acuerdo con lo expresado en el gráfico 9, solamente un 12,5% está muy de acuerdo con ceder sus datos a cambio de recibir ofertas personalizadas, un 8,5% en caso de familias con niños pequeños y un 6,4% los cederían por dinero.

Los datos analizados ponen de relieve que los usuarios presentan una actitud de preocupación e interés ante estos temas, aunque en muchas ocasiones no son capaces de identificar cuáles son los peligros y, por tanto, no saben cómo enfrentarse a ellos. Una primera medida en este sentido debe estar orientada a conocer cómo el *malware* llega hasta nuestros sistemas, lo que deberá condicionar nuestro comportamiento;

GRÁFICO 9
INTERÉS POR CEDER DATOS A CAMBIO DE BENEFICIOS (% INTERNAUTAS)



■ No me importaría ceder mis datos para recibir ofertas personalizadas de productos

■ No me importa ceder mis datos a cambio de dinero

Fuente: Elaboración propia. Datos de Fundación Telefónica 2015

por ejemplo, no seguir cadenas de correos, utilizar software de fuentes seguras, tener cuidado al introducir USB de terceras personas, etc., pues es necesario tener en cuenta que los medios de distribución de software dañino son cada vez más variados.

A esta situación ha de añadirse que la naturaleza y los objetivos de los ataques cibernéticos han ido cambiando con el tiempo. Por ejemplo, la mayoría de los usuarios piensa que los atacantes buscan información sobre ellos, ya sea personal o relativa a claves de acceso. No obstante, en muchas ocasiones el objetivo de los atacantes es acceder a los recursos del usuario, como aprovechar el poder de procesamiento para realizar tareas que requieran gran poder de computación, o realizar minería de criptomonedas (*bitcoin mining*). Otro ejemplo sería acceder a su ancho de banda para que su sistema actúe como un zombi dentro de una «botnet» y poder realizar ataques masivos.

Es posible también que el usuario considere que no tiene ninguna información relevante que pueda ser utilizada por delincuentes, lo que suele ser una percepción falsa, ya que los atacantes pueden querer acceder a las libretas de contactos para realizar spam masivo personalizado y atacar a terceras personas, o bloquear el ordenador y pedir un rescate por recuperar la información, pues aunque la información no sea de valor para terceras personas, sí lo es para el propio usuario.

Los robos más importantes de información pueden afectar a tres tipos de aspectos:

- Económico: si roban las contraseñas o tienen acceso a sistemas *online* (bancos, PayPal, bitcoins, etc.).

- Lúdico: pérdida de fotografías, acceso a información sensible como repositorios en la nube, etc.
- De imagen: robo de cuentas de redes sociales, pudiendo llegar a suplantar la identidad y dañarla.

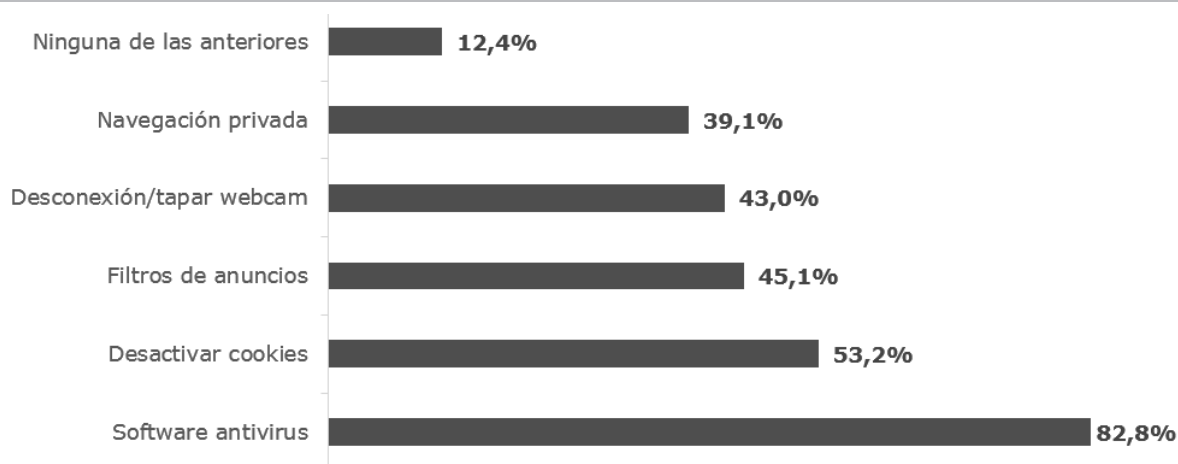
Es necesario que los usuarios sean conscientes de las nuevas normas de juego que imponen Internet y las nuevas tecnologías, y conozcan tanto los mecanismos más importantes que utilizan los atacantes como cuáles de nuestras identidades pueden ser interesantes para ellos.

Medidas relacionadas con privacidad y seguridad adoptadas por los usuarios

La situación analizada muestra cómo el número y las características de las amenazas han ido evolucionando con respecto a hace unos años, cuando Internet no era tan habitual y, además, no existían tecnologías como la computación en la nube o los *smartphones*. Se observa que el entorno tecnológico ha cambiado sustancialmente en los últimos años, la digitalización ha llegado a prácticamente todos los servicios y se ha pasado de una comunicación esporádica a estar continuamente conectados con el entorno.

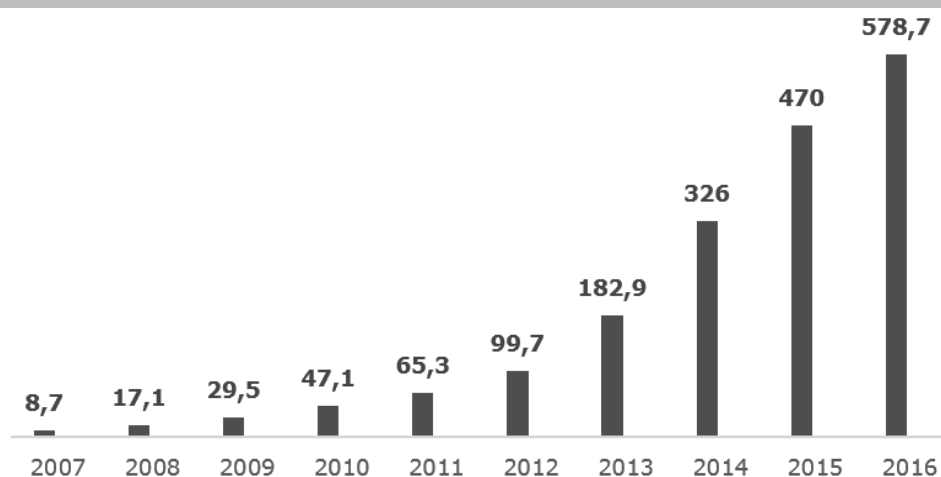
Se trata pues de una situación completamente diferente a la que existía hace unos años, y que debería suponer una transformación completa de las medidas y actitudes que los usuarios adoptaran en referencia a la privacidad y seguridad en su mundo digital. No obstante, según se desprende de la encuesta

GRÁFICO 10
MEDIDAS PARA PROTEGER LA PRIVACIDAD ADOPTADAS POR LOS INTERNAUTAS (% USUARIOS)



Fuente: Elaboración propia. Datos de Fundación Telefónica 2015

GRÁFICO 11
EVOLUCIÓN DE LOS *MALWARE* EN LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS (Nº DE *MALWARES* EXISTENTES)



Fuente: Elaboración propia con datos The Independent IT-Security Institute

de hábitos realizada por Fundación Telefónica, estas nuevas circunstancias no están siendo interiorizadas por los usuarios, que en su mayoría siguen confiando en los antivirus como fórmula preferida para proteger su privacidad.

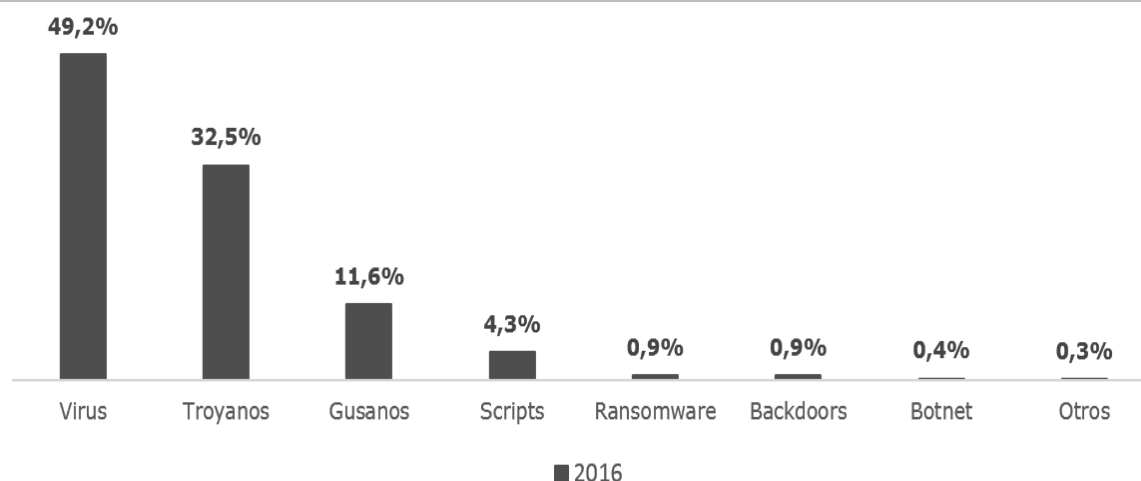
En el gráfico 10 se observa que la mayoría de estas medidas delegan la protección de su privacidad en poseer software especializado, como antivirus o filtros de anuncios, en lugar de medidas activas como cambios en los hábitos. La excepción más reseñable de comportamiento activo con respecto a la seguridad es desconectar o tapar la webcam, hábito que llega al 43% de los internautas, y alcanza al 45,7% en el caso de las mujeres y el 54,4% entre los jóvenes entre 20 y 24 años. También se deduce que existe una cierta inercia en los comportamientos con respecto a la seguridad y que todavía la mayoría de la

población internauta mantiene los hábitos que tenía en la época en que la conexión a Internet era más puntual y las tecnologías estaban más restringidas a actividades muy concretas. Se hace imprescindible, por tanto, una actividad de concienciación y formación sobre los peligros que se plantean y qué comportamientos podrían evitarlos.

EL *MALWARE* A NIVEL MUNDIAL

El *malware* es un tipo de software que tienen como principal objetivo infiltrarse en un sistema de información sin el permiso del propietario con la intención de dañarlo. La evolución de los diferentes *malware* existentes ha sido exponencial en los últimos años, como pone de relieve el gráfico 11 que muestra que en 2007 apenas existían 8,7 millones

GRÁFICO 12
TIPOS DE MALWARE (%)



Fuente: Elaboración propia con datos The Independent IT-Security Institute

de *malware*. En cambio, dicha cifra ha crecido hasta los 578,7 millones en casi 10 años, lo que representa una enorme progresión (IT Security Report, 2016).

Entre todos los tipos de *malware* existentes, los virus son los más frecuentes representando casi la mitad de todos los *malware* (49,2%). Este tipo de *malware* tiene dos características particulares: actúa de forma transparente al usuario y tiene la capacidad de reproducirse así mismo. Los virus pueden introducirse en un ordenador a través de otro dispositivo infectado, a través de medios extraíbles (CD, DVD, USB, etc.) o través de una red (local o Internet).

El segundo tipo de *malware* más frecuente es el troyano, que abarca el 32,5% de todos los *malware* detectados. El troyano, a diferencia de otros *malware*, no puede reproducirse por sí mismo e infectar archivos. Normalmente se encuentra en forma de archivo ejecutable (.exe o .com) y no suele contener ningún elemento más, a excepción del troyano. Adicionalmente, los gusanos engloban el 11,6% de todos los *malware* localizados. Los gusanos son un *malware* que se reproduce a través de una red y, a diferencia de los virus (que necesitan del archivo infectado para ser copiados y replicarse), el gusano se propaga activamente enviando copias de sí mismo a través de una red local o Internet, a través de la comunicación por correo electrónico o, incluso, aprovechando errores de seguridad del sistema operativo.

Poco a poco otros *malware* como los *scripts* (4,3%) y las *backdoors* (0,9%) van incrementando su presencia. De entre todos ellos destaca el *ransomware* (0,9%), un *malware* novedoso que se encarga de infectar el equipo de un usuario proporcionando al ciberdelincuente la capacidad de bloquearlo desde una ubicación remota y cifrar los archivos escamoteando el control de toda la información y da-

tos almacenados. Para desbloquearlo el *malware* lanza una ventana emergente en la que se solicita el pago de un rescate. El gráfico 12 refleja la distribución de los diferentes tipos de *malware* en 2016.

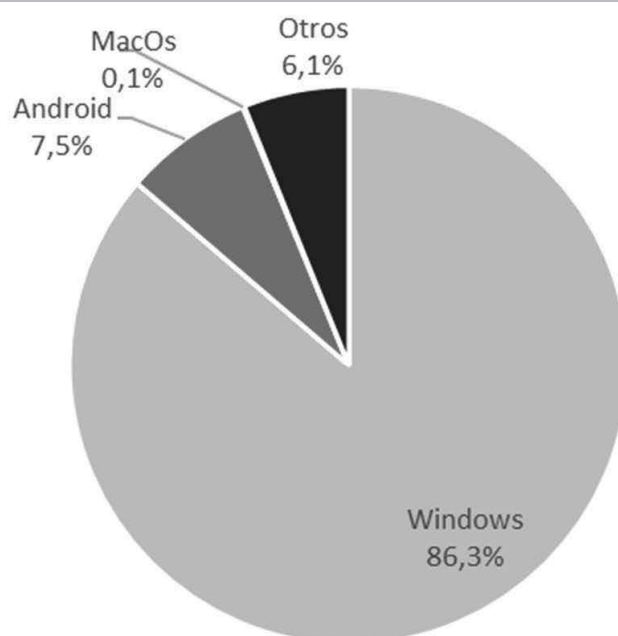
No obstante, de entre todos los *malware* que han aparecido en el primer trimestre de 2016, el 66,8% son troyanos, seguidos de los virus (16%) y los gusanos (11%). El resto de *malware* tiene una incidencia mucho más pequeña, acumulando el 6,2% de los *malware* surgidos en el primer trimestre de 2016 (Informe Pandalabs, 2016).

A nivel de sistemas operativos, el 86,3% de los *malware* detectados se encuentran en el sistema operativo Windows, mientras que Android es el segundo sistema operativo más infectado (7,5%). Tan solo el 0,1% de los *malware* se encuentran en los dispositivos cuyo sistema operativo es MacOS, según se refleja en el gráfico 13 (IT Security Report, 2016).

Si se tiene en cuenta el sector de actividad económica, la mayor parte de los *malware* detectados afectan a dispositivos que tienen relación con el sector servicios (65,6%), seguido del sector comercio (13,6%) y el sector financiero, seguros e inmobiliarias (10,8%). También se encuentran afectados, aunque en menor medida, los sectores de Administración Pública (5,6%), fabricación (2,3%), transporte y servicios públicos (2%), y construcción (1%), según se refleja en el gráfico 14.

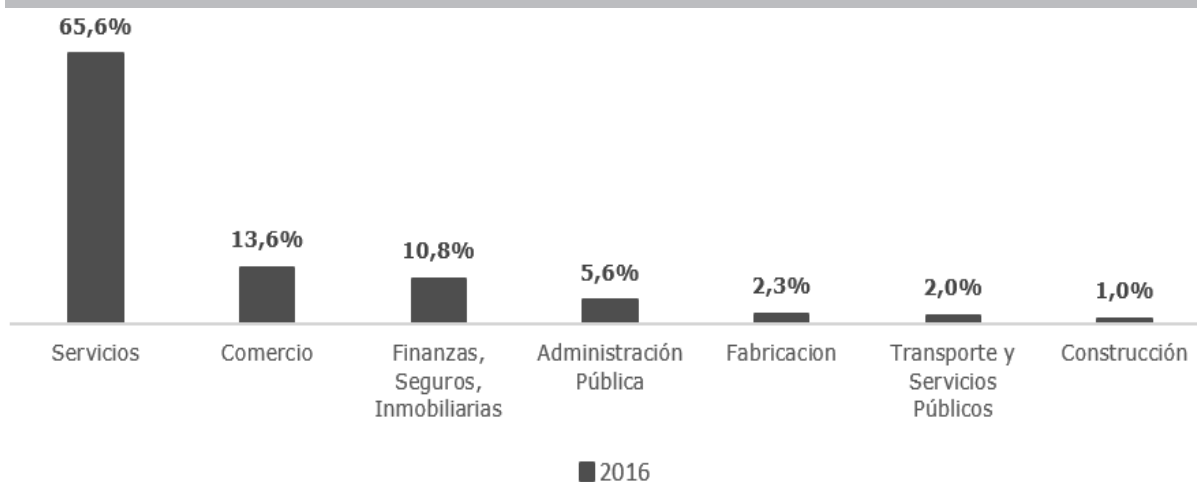
El análisis a nivel global pone de manifiesto que China es el país que ha experimentado más infecciones de cualquier tipo de *malware* durante el primer trimestre de 2016, con un 51,4% de ordenadores infectados, al que siguen Turquía y Taiwán con un 48% y 41,2% de equipos infectados, respectivamente. El resto de países con mayor infección de *malware* en el primer trimestre de 2016 son Ecua-

GRÁFICO 13
SISTEMAS OPERATIVOS INFECTADOS POR *MALWARE* (% SOBRE N° DE *MALWARES* DETECTADOS)



Fuente: Elaboración propia con datos The Independent IT-Security Institute

GRÁFICO 14
SECTORES INFECTADOS POR *MALWARE* (% SOBRE N° DE *MALWARES* DETECTADOS)



Fuente: Elaboración propia con datos 2016 Internet Security Threat Report

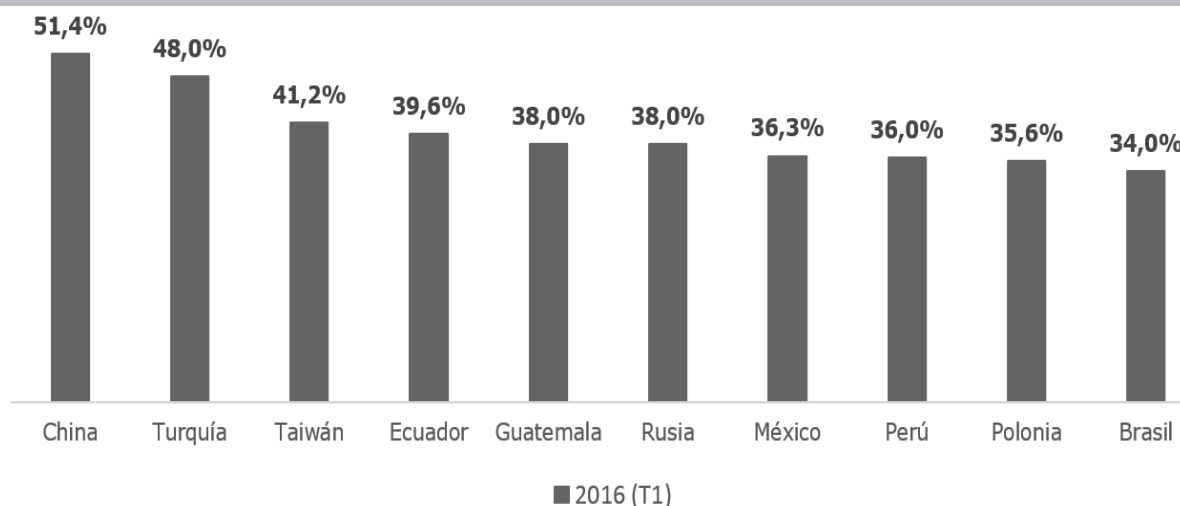
dor (39,6%), Guatemala (38%), Rusia (38%), México (36,3%), Perú (36%), Polonia (35,6%) y Brasil (34%), con porcentajes similares (Gráfico 15).

En el polo opuesto, es decir, entre los diez países que presentan un menor índice de infección de *malware* a principios del año 2016, se encuentran principalmente los países europeos. Suecia (19,8%), Noruega (20,3%) y Finlandia (20,5%) registran el menor índice de infección de *malware* a nivel mundial, seguidos de Suiza (21,4%), Bélgica (22,9%), Alemania (23,6%) y Reino Unido (23,6%). Japón es el primer país no

europeo que aparece en el ranking con una tasa de infección del 25%. Cierran este grupo de países Dinamarca (25,4%) y Países Bajos (26,2%) (Gráfico 16).

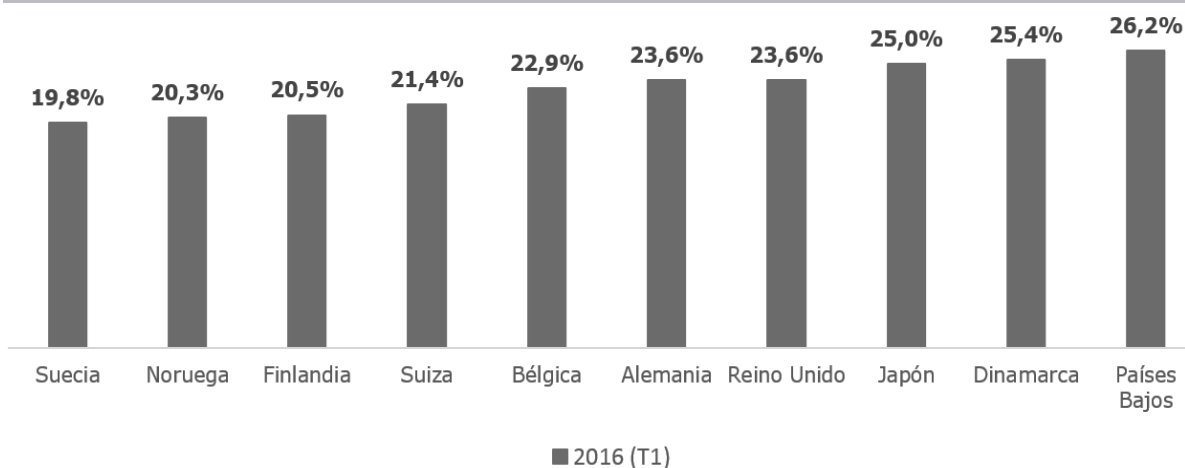
PwC (2016) pone de manifiesto que las ciberamenazas que nos acechan son muy relevantes y cuentan con grandes infraestructuras, métodos y tecnología para sus fines. La mayor parte de la actividad que se desarrolla a nivel de países y ciudadanos se centra en la defensa y protección, pero es necesario ampliar el espectro de actuación, principalmente mediante la anticipación y la prevención del impac-

GRÁFICO 15
PAÍSES CON MAYOR ÍNDICE DE INFECCIÓN DE *MALWARE* EN EL PRIMER TRIMESTRE DE 2016 (%)



Fuente: Elaboración propia con datos de Pandalabs-2016-T1

GRÁFICO 16
PAÍSES CON MENOR ÍNDICE DE INFECCIÓN DE *MALWARE* EN EL PRIMER TRIMESTRE DE 2016 (%)



Fuente: Elaboración propia con datos de Pandalabs-2016-T1

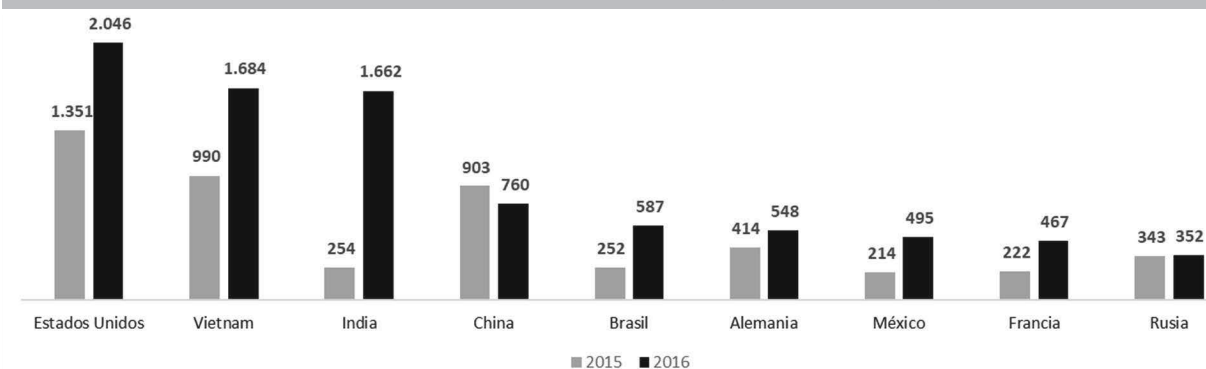
to de las ciberamenazas. Para ello se requiere un mayor ámbito de actuación y adoptar un enfoque global en vez de protegerse solamente a nivel local. Pero hay que tener presente que el reconocimiento es un paso fundamental para lanzar un ciberataque y, en esta fase, los adversarios buscan infraestructuras de Internet vulnerables o debilidades en la red que les permitan obtener acceso a los ordenadores de los usuarios y, en última instancia, infiltrarse en las organizaciones.

Los archivos binarios sospechosos de Windows que contienen amenazas, como *spyware* y *adware*, y las aplicaciones potencialmente indeseadas (PUA), como las extensiones maliciosas del navegador, encabezaron la lista de métodos de ataque en la web en 2016 por un margen considerable. A continuación se encuentran las estafas de Facebook, que

incluyen ofertas y contenido multimedia falsos, junto con estafas de encuestas. La continua importancia de las estafas de Facebook en las listas anuales y semestrales del *malware* observado con más frecuencia pone de relieve el papel fundamental que tiene la ingeniería social en los ciberataques. Facebook cuenta con casi 1.800 millones de usuarios activos en todo el mundo, por lo que constituye un territorio de actuación lógico para los ciberdelincuentes y otros agentes que buscan engañar a los usuarios.

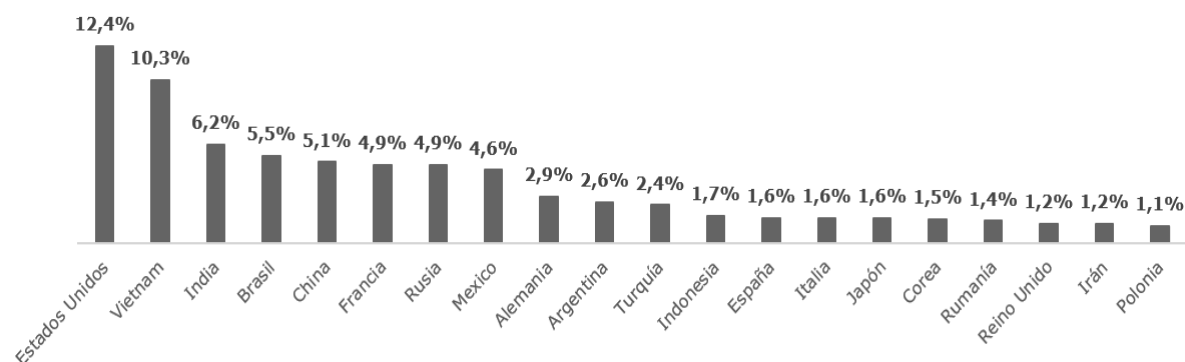
Las infecciones del navegador pueden exponer a los usuarios a publicidad maliciosa (*malvertising*) que se utiliza para configurar el *ransomware* y otras campañas de *malware*. Los investigadores de amenazas de Cisco advierten que el *adware* malicioso, que incluye inyectores de anuncios, secuestradores de las configuraciones del navegador, utilidades y des-

GRÁFICO 17
NÚMERO DE BLOQUEOS DE IP POR PAÍS (12/2015 A 11/2016)



Fuente: Elaboración propia con datos del Grupo de investigación de Seguridad de CISCO

GRÁFICO 18
FUENTES DE SPAM POR PAÍSES EN EL MUNDO EN 2016 (% SOBRE TOTAL DE SPAM)



Fuente: Elaboración propia con datos de Kaspersky Lab 2016

cargadores, es un problema cada vez mayor. De hecho, se han identificado infecciones de *adware* en el 75% de las empresas que se han investigado recientemente (Cisco, 2016).

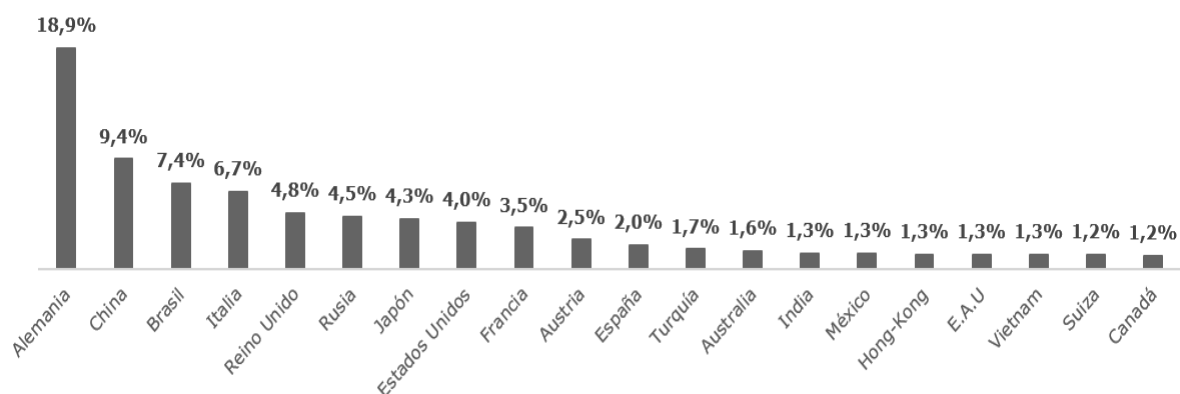
Otros tipos de *malware*, como el abuso de iFrame y JavaScript en el navegador, también se han diseñado para facilitar las infecciones en los navegadores. Los troyanos (instaladores y descargadores) también aparecen entre los cinco tipos de *malware* principales observados con más frecuencia, lo que indica que siguen siendo herramientas populares para obtener un acceso inicial a los ordenadores de los usuarios y a las redes organizativas. Otra tendencia que se debe vigilar es el alto uso del *malware* que tiene como objetivo a los usuarios de la plataforma operativa Android. Los troyanos de Android han avanzado sin parar en la lista de amenazas de la cola corta durante los últimos dos años.

Cada vez más amenazas buscan específicamente los navegadores y los *plug-ins* o complementos vulnerables. Este cambio se corresponde con una mayor dependencia de los adversarios en el *malware*, ya que cada vez es más difícil

abarcar un número de usuarios a través de los vectores de ataque en las webs tradicionales. El mensaje para los usuarios individuales, los profesionales de la seguridad y las empresas está claro para prevenir infecciones por *malware*: asegurarse de que los navegadores estén protegidos y desactivar o eliminar los *plug-ins* de navegador innecesarios. Estas infecciones pueden derivar en ataques más significativos, complejos y costosos, como las campañas de *ransomware*. Estos sencillos pasos pueden reducir considerablemente la exposición a las amenazas basadas en las webs más comunes, así como evitar que los adversarios encuentren espacio operativo para llevar a cabo la siguiente fase de la cadena de ataque: la militarización.

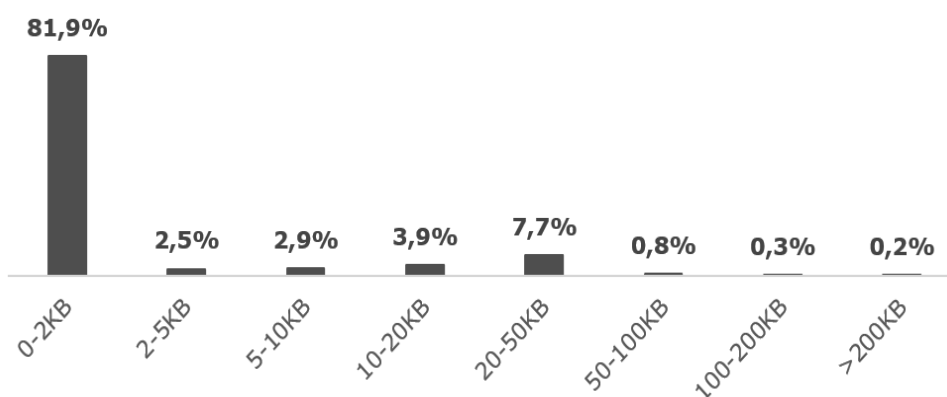
Otro frente de amenazas a nivel global se centra, según Cisco, en el *spam*, que representa aproximadamente dos tercios (65%) del volumen total de correos electrónicos. El volumen global de spam está aumentando, lo que se debe principalmente a las grandes y exitosas *botnets* de envío de spam como *Necurs*. De los datos dispo-

GRÁFICO 19
RECEPTORES DE SPAM POR PAÍSES POR EN EL MUNDO EN 2016 (% SOBRE TOTAL DE SPAM)



Fuente: Elaboración propia con datos de Kasperky Lab 2016

GRÁFICO 20
TAMAÑO DEL SPAM EN EL MUNDO EN 2016 (% SOBRE TOTAL DE SPAM)



Fuente: Elaboración propia con datos de Kasperky Lab 2016

nibles se puede afirmar que aproximadamente entre el 8% y el 10% del spam global observado en 2016 puede categorizarse como malicioso. Este hecho se confirma si se tiene en cuenta que desde diciembre de 2015 a noviembre de 2016 se produjo un aumento significativo en el número de bloqueos de conexiones IP, tal y como se refleja en el gráfico 17.

El gráfico 18 pone de manifiesto que el 12,4% del spam proviene de Estados Unidos, principal generador de spam. En segunda y tercera posición se encuentran Vietnam e India, que generan el 10,3% y 6,2% de spam en el mundo, respectivamente. A continuación se encuentran cinco países que producen un porcentaje similar de spam: Brasil (5,5%), China (5,1%), Rusia (4,9%), Francia (4,9%) y México (4,6%). El resto de países que generan spam lo hacen en una proporción inferior al 3%, rango en el que se encuentra España que

se sitúa en decimotercera posición (1,6%), al mismo nivel que Italia, Japón y Corea.

Desde la perspectiva de la recepción de spam, Alemania es el principal país receptor con el 18,9% del total de correos electrónicos, seguido de China (9,4%), Brasil (7,4%), Italia (6,7%), Reino Unido (4,8%), Rusia (4,5%), Japón (4,3%) y Estados Unidos (4%). El resto de países recibe menos del 4% del spam en el mundo, y España se sitúa en undécima posición con el 2% (Gráfico 19).

Por último, es de interés resaltar el análisis de esta amenaza en función del tamaño del fichero. El gráfico 20 pone de manifiesto que la gran mayoría de los mensajes spam (81,9%) tienen un tamaño entre 0 y 2 kb; el 9,3% de los mensajes spam se concentran en un tamaño entre 2 y 20kb; el 7,7% de los mensajes spam tienen un tamaño entre 20 y 50kb; y el 1,3% tienen un tamaño superior a 50kb.

TABLA 1
MARCO CONCEPTUAL DEL ÍNDICE MUNDIAL DE CIBERSEGURIDAD (IMC)

Índice Mundial de Ciberseguridad (IMC)	Medidas jurídicas	Legislación penal
		Reglamento y conformidad
	Medidas técnicas	CERT/CIRST/CSIRT
		Normas
		Certificación
	Medidas organizativas	Política
		Hoja de ruta para la gobernanza
		Organismo responsable
		Evaluación comparativa nacional
	Creación de capacidades	Desarrollo de la normalización
		Desarrollo laboral
		Certificación profesional
		Certificación del organismo
	Cooperación	Cooperación interestatal
		Cooperación entre organismos
		Asociaciones entre los sectores públicos y privado
		Cooperación internacional

Fuente: Elaboración propia a través del índice Mundial de Ciberseguridad y perfiles de ciberbienestar

ESTUDIOS SOBRE LA CIBERSEGURIDAD POR PAÍSES

Índice Mundial de Ciberseguridad (ABI Research)

Tras varios años de estudio, la ABI Research ha publicado el primer Índice Mundial de Ciberseguridad (IMC) de carácter anual (ABI Research, 2017). El IMC tiene sus orígenes en la Agenda sobre Ciberseguridad Global de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), y considera el nivel de compromiso en cinco ámbitos: medidas jurídicas, medidas técnicas, medidas organizativas, creación de capacidades y cooperación internacional (Tabla 1). El resultado es un índice a nivel estatal y una clasificación mundial de la preparación para la ciberseguridad. Este índice no tiene la intención de determinar la eficacia ni el éxito de una medida en particular, sino de comprobar la existencia de estructuras nacionales para implementar y promover la ciberseguridad.

La tabla 2 refleja los valores del IMC para los 28 países que conforman la Unión Europea en la actualidad. Se observa que Alemania, Estonia y Reino Unido son los países con mayor puntuación (0,71 puntos), mientras que Grecia (0,21 puntos), Irlanda

(0,21 puntos) y Eslovenia (0,18 puntos) son los países europeos que ocupan las últimas posiciones. España se sitúa en la undécima posición con 0,59 puntos, igual valoración que Dinamarca y Francia, y por encima de países como Italia, Bélgica y Luxemburgo, entre otros.

Un análisis más detallado del IMC pone de manifiesto que España obtiene la puntuación más alta (1 punto) en el indicador de medidas jurídicas, por delante de países como Holanda, Suecia, Italia y Bélgica. Además, supera los 0,6 puntos en los indicadores relativos a medidas técnicas (0,67 puntos), medidas organizativas (0,63 puntos) y creación de capacidades (0,63 puntos). Sin embargo, presenta una puntuación muy baja en el indicador de cooperación (0,25 puntos), en el que solamente supera a Grecia, Irlanda y Eslovenia.

The Inclusive Internet

The Inclusive Internet es un informe elaborado por *The Economist* que engloba diferentes indicadores relacionados con la sociedad de la información en el mundo a través de 75 países. Este informe está compuesto por cuatro grandes categorías (dispo-

TABLA 2
ÍNDICE MUNDIAL DE CIBERSEGURIDAD UE-28 (IMC)

Nº	País	Medidas jurídicas	Medidas técnicas	Medidas organizativas	Creación de capacidades	Cooperación	IMC
1	Alemania	1,00	1,00	0,63	0,63	0,50	0,71
1	Estonia	1,00	0,67	1,00	0,50	0,50	0,71
1	Reino Unido	1,00	0,67	0,75	0,75	0,50	0,71
4	Austria	1,00	0,33	0,88	0,75	0,50	0,68
4	Hungría	1,00	0,67	0,75	0,63	0,50	0,68
4	Holanda	0,75	0,50	0,88	0,63	0,63	0,68
7	Letonia	1,00	0,67	0,75	0,50	0,50	0,65
7	Suecia	0,75	0,67	0,63	0,63	0,63	0,65
9	Finlandia	0,50	0,67	0,88	0,50	0,50	0,62
10	Eslovaquia	1,00	0,67	0,88	0,25	0,50	0,62
11	Dinamarca	1,00	0,67	0,88	0,50	0,50	0,59
11	España	1,00	0,67	0,63	0,63	0,25	0,59
11	Francia	1,00	0,17	0,50	0,75	0,63	0,59
14	Italia	0,75	0,33	0,63	0,63	0,50	0,56
15	Polonia	1,00	0,33	0,63	0,63	0,25	0,53
16	Rep. Checa	0,75	0,67	0,63	0,38	0,25	0,50
17	Luxemburgo	0,75	0,33	0,50	0,38	0,25	0,47
17	Rumanía	0,75	0,33	0,63	0,25	0,50	0,47
19	Bélgica	0,75	0,50	0,25	0,38	0,50	0,44
19	Bulgaria	0,75	0,67	0,50	0,38	0,50	0,44
19	Lituania	1,00	0,33	0,75	0,13	0,25	0,44
22	Croacia	0,75	0,67	0,25	0,38	0,25	0,41
23	Malta	0,75	0,50	0,25	0,25	0,25	0,35
24	Chipre	0,75	0,17	0,38	0,13	0,25	0,29
24	Portugal	0,75	0,50	0,13	0,13	0,25	0,29
26	Grecia	0,50	0,33	0,13	0,13	0,13	0,21
26	Irlanda	0,50	0,17	0,00	0,38	0,13	0,21
28	Eslovenia	0,50	0,33	0,00	0,13	0,13	0,18

Fuente: Elaboración propia a través del índice Mundial de Ciberseguridad y perfiles de ciberbienestar.

nibilidad, competitividad, aplicabilidad y preparación) que, a su vez, se dividen en subcategorías que incluyen diversos indicadores (*The Economist*, 2017).

Una de estas categorías, concretamente la preparación, incluye diversos indicadores relacionados con la seguridad. El primero de ellos hace referencia a la disponibilidad del CERT o del CSIRT (*Computer Security Incident Response*) en los diferentes países. Estas herramientas son sistemas que se encargan de gestionar las diferentes situaciones de emergencia relacionadas con la ciberseguridad. Países como España, Alemania, Francia, Holanda, Italia o Reino Unido, entre otros, disponen de estas herramientas. No obstante, Turquía no posee ninguna herramienta que pueda encargarse de situaciones de emergencia relacionada con la ciberseguridad. De hecho, según datos de los Ministerios de Interior y de Indus-

tria de España, a través del Centro de Respuesta a Incidentes Cibernéticos, España ha gestionado más de 105.800 incidentes relacionados con la seguridad en la red durante 2016, de los que 479 afectaron a estructuras críticas de diferente grado, más del doble que en 2015.

El otro indicador que se expone en el informe son las diferentes normas de privacidad que disponen los países analizados. Estas regulaciones hacen referencia a la capacidad que tienen los países en guardar de manera segura todos los datos de personas que se tramitan de manera online. Al igual que en el indicador anterior, España, Alemania, Francia, Holanda, Italia y Reino Unido cuentan con una normativa avanzada en esta materia. En cambio, Turquía no cuenta con una normativa eficaz para evitar ataques de ciberseguridad a los datos personales proporcionados por sus habitantes.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A nivel general cada usuario de Internet juega un papel en el mantenimiento de la integridad de la Red. Las personas comprometen la seguridad general del sistema al permitir, incluso inadvertidamente, que las fuerzas delictivas accedan a sus cuentas o sus máquinas (Shillair *et al.*, 2015). Los usuarios españoles están cada vez más preocupados por la seguridad y año tras año las medidas de protección contra las ciberamenazas se amplían en los hogares españoles. España se encuentra en línea con los países de su entorno a la hora de contar con estructuras a nivel nacional para implementar y promover la ciberseguridad.

Está comprobado que las técnicas de *phishing* se usan a menudo para obtener contraseñas de los empleados y acceder a cuentas para robar fondos (Dhamija, Tygar y Hearst, 2006). El *malware* se instala subrepticiamente en las computadoras de usuarios que no perciben el alto riesgo de descargar archivos o programas sin escanear (Workman, Bommer y Straub, 2008). Las personas cuyas computadoras parecen estar trabajando solo un poco más lento de lo normal no se dan cuenta de que estos dispositivos pueden haberse convertido en *botnets* que pueden ser utilizados por fuerzas externas (Leder, Werner y Martini, 2008). Los responsables políticos encuentran problemático encontrar formas de comunicar la gravedad de las amenazas y qué precauciones deben seguirse.

El *malware* ha crecido de manera exponencial en los últimos años. Con el paso del tiempo las ciberamenazas evolucionan, se transforman y se propagan por los dispositivos de particulares y empresas como si de una enfermedad se tratase. Estos *malware* son cada vez más fuertes y dañinos provocando perjuicios algunas veces hasta irreparables. Es aquí donde la ciberseguridad toma el testigo y adquiere una importancia hasta ahora nunca vista. Por si fuera poco, una oleada de ataques ha sacudido gobiernos, empresas y hogares por igual en los últimos meses. Estos ataques se intensifican cada vez más provocando daños irreparables y una importante pérdida de confianza por parte de los usuarios. Por todo ello, los profesionales de esta rama deben analizar y estudiar como adelantarse a los hackers defendiéndose de todo tipo de *malware* y, sin duda, el sector de la ciberseguridad será un sector al alza que en los próximos años alcanzará una importancia incontestable.

En los próximos tiempos la ciberseguridad deberá incorporar nuevas prácticas y tecnologías que actualmente son tendencia, como son la seguridad en los dispositivos móviles personales con usos profesionales (BYOD), la seguridad en las infraestructuras críticas y la seguridad en el Internet de las Cosas.

La utilización de dispositivos móviles propios para acceder a los datos corporativos es una tendencia ascendente entre los trabajadores denominada *bring your own device* (BYOD). El apogeo del BYOD es muy beneficioso para las empresas debido al ahorro de

costes ya que cada empleado utiliza sus propios dispositivos para la realización del trabajo, entre otras cosas. No obstante, el BYOD manifiesta unos riesgos importantes para las empresas debido a la sensibilidad de estos dispositivos ante potenciales ciberataques. Es por ello que las empresas y los trabajadores deberán esforzarse en aumentar las medidas de seguridad en las BYOD con el objetivo de disminuir el número de ataques que se puedan producir.

Las infraestructuras críticas (centrales y redes de energía, transportes, sistema financiero, hospitales, etc.) son elementos esenciales de cualquier sociedad. Estas infraestructuras son controladas por sistemas informáticos, por lo que pueden recibir ciberataques en cualquier momento con consecuencias desastrosas. Por si fuera poco, estos sistemas de control industrial están en el foco de atención por sus continuos problemas de seguridad, debidos a su continua expansión y a la escasa protección del software que los gestiona. Actualmente, el Centro Nacional para la Protección de Infraestructuras Críticas (CNPIC) es el organismo que vela por la seguridad de dichas infraestructuras.

El concepto de Internet de las Cosas hace referencia a la creciente interconexión de objetos inteligentes (electrodomésticos, sensores, dispositivos) a través de Internet. En su mayoría, este tipo de dispositivos carecen de las medidas de seguridad adecuadas permitiendo que los hackers monitoricen los datos y pongan en peligro la integridad de los productos y servicios. Con el auge de las Ciudades Inteligentes (*Smart Cities*), basadas en Internet, es muy probable que a corto plazo puedan ocasionarse importantes problemas de seguridad en estos dispositivos.

Como consecuencia de todo lo analizado se plantean, a modo de consejos, un conjunto de actuaciones que pueden servir para mejorar la seguridad informática a nivel de usuario:

- Mantener actualizado el software en todo momento. Cuando un desarrollador/fabricante publica un programa informático pueden aparecer fallos de seguridad. Estos fallos de seguridad, denominados vulnerabilidades, son aprovechados por los cibercriminales para tratar de infectar nuestro equipo con software malicioso con el objetivo de robar nuestros datos, usar nuestro equipo para su beneficio, etc. Es, por ello, que resulta fundamental mantener una atención constante sobre las actualizaciones de nuestro sistema operativo, así como de aquellos programas que puedan implicar un agujero de seguridad en caso de ser explotados por un atacante o cualquier tipo de *malware*.
- Tener precaución al usar equipos compartidos. Cuando se utiliza un ordenador compartido conviene tener en cuenta las siguientes recomendaciones:
 - No guardar los datos de acceso. Muchos sitios web (correo online, redes sociales, etc.) nos ofrecen la posibilidad de guardar nues-

tra contraseña para no tener que teclearla cada vez que entramos a una aplicación. Se debe responder siempre «no» a este ofrecimiento, o proceder a desactivar la casilla donde se ofrece dicha opción.

- Usar el modo «privado» siempre que sea posible. Hoy en día los principales navegadores web ofrecen un modo especial de navegación (Incógnito en Chrome o *InPrivate* en Internet Explorer, por ejemplo) con el que se puede visitar páginas web sin dejar rastros, al no guardar historial, cookies, datos de formularios web, etc.
- Comprobar que se usa una conexión segura. La manera más fácil de comprobar que estamos conectando a Internet bajo el amparo de una conexión segura es asegurarnos de que en la barra de direcciones del navegador aparecen las siglas 'https', en lugar del clásico 'http' de las conexiones normales. Se trata de una opción especialmente recomendable si conectamos a Internet mediante redes inalámbricas o teléfonos móviles, ya que nuestras contraseñas o datos bancarios podrían ser descubiertos si no navegamos bajo el paraguas de una conexión segura.
- No utilizar contraseñas poco seguras. La contraseña no debe contener el nombre de usuario de la cuenta o cualquier otra información personal fácil de averiguar (cumpleaños, nombres de hijos, cónyuges...). Tampoco una serie de letras dispuestas adyacentemente en el teclado («qwerty») o siguiendo un orden alfabético o numérico (123456, abcde...). No se deben almacenar las contraseñas apuntadas en un papel en un lugar público y al alcance de los demás, ni compartir las contraseñas en Internet (por correo electrónico), ni por teléfono. Por último, no se debe utilizar la opción de «Guardar contraseña» que en ocasiones se ofrece para evitar reintroducirla en cada conexión.
- Tener cuidado con los correos no solicitados o no deseados (spam). Muchos de los correos no solicitados o no deseados pueden contener *malware*, programas y códigos maliciosos cuyo objetivo es infiltrarse en un equipo informático sin el consentimiento del propietario. Se puede reducir en nuestra bandeja de entrada evitando los correos en cadena y no publicando nuestro e-mail completo en páginas web (los enlaces 'mailto' hacen que nuestro correo sea indexado en buscadores y se convierta en una fuente de spam).
- Analizar las descargas con un antivirus. Las descargas de Internet son una fuente de infección ampliamente utilizada por los desarrolladores de *malware*. A través de códigos maliciosos camuflados en ficheros que despiertan interés para el usuario (como, por ejemplo, no-

vedades de software, archivos sobre nuevas producciones cinematográficas o musicales, etc.), los ciberdelincuentes logran el objetivo de infectar el equipo informático de usuarios poco precavidos.

- Realizar copias de seguridad de ficheros y archivos. Por seguridad y protección de toda la información es más que recomendable realizar una copia de respaldo de aquellos archivos que no se quieren perder. La realización de copias de seguridad nos permitirá disponer de la información si nuestros equipos se infectan de *malware* o si somos víctimas de un ataque de ransomware.

BIBLIOGRAFÍA

- ABI Research (2017). Índice Mundial de Ciberseguridad (IMC). Extraído de <https://www.abiresearch.com/>
- CISCO (2016). Informe Anual de Seguridad. Extraído de https://www.cisco.com/c/dam/m/es_es/internet-of-everything-ioe/iac/assets/pdfs/security/cisco_2016_asr_011116_es-es.pdf
- Dhamija, R., Tygar, J. D., & Hearst, M. (2006). Why phishing works. In Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in computing systems, pp. 581-590.
- Fundación Telefónica (2015, 2016). Informe Anual Fundación Telefónica España. Extraído de <https://www.fundaciontelefonica.com/conocenos/informe-anual/>
- Herrero, J., Urueña, A., Torres, A., & Hidalgo, A. (2017a). My computer is infected: the role of users' sensation seeking and domain-specific risk perceptions and risk attitudes on computer harm. *Journal of Risk Research*, 20(11), 1466-1479.
- Herrero, J., Urueña, A., Torres, A., & Hidalgo, A. (2017b). Smartphone addiction: psychosocial correlates, risky attitudes, and smartphone harm. *Journal of Risk Research*. Publicado on-line <https://doi.org/10.1080/13669877.2017.1351472>
- Informe Pandalabs (2016). Primer trimestre 2016. <http://www.pandasecurity.com/spain/mediacenter/src/uploads/2016/05/Pandalabs-2016-T1-LR-ES.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística (2016). Encuesta sobre Equipamiento y Uso de Tecnologías de Información y Comunicación en los Hogares. 2016. Extraído de <http://www.ine.es/>
- IT Security Report (2016). The Independent IT-Security Institute. AV TEST. 2015/2016. Extraído de <https://www.av-test.org/es/>
- Kaspersky Lab (2017). Kaspersky Cybersecurity Index. Extraído de <https://index.kaspersky.com/>
- Leder, F., Werner, T., & Martini, P. (2009). Proactive botnet countermeasures: an offensive approach. *The Virtual Battlefield: Perspectives on Cyber Warfare*, 3, pp. 211-225.
- Ministerio de la Presidencia (2016). Datos del Ministerio de la Presidencia y para las Administraciones Territoriales. Extraído de <http://www.seat.mpr.gob.es/porta/index.html>
- PWC (2016). Informe Temas Calientes de la Ciberseguridad. Extraído de <http://www.pwc.es/es/publicaciones/gestion-empresarial/temas-candentes-ciberseguridad.html>

Shillair, R., Cotten, S. R., Tsai, H. Y. S., Alhabash, S., LaRose, R., & Rifon, N. J. (2015). Online safety begins with you and me: Convincing Internet users to protect themselves. *Computers in Human Behavior*, 48, pp. 199-207.

Symantec (2016). Internet Security Threat Report. Extraído de <https://www.symantec.com/content/dam/symantec/docs/reports/istr-21-2016-en.pdf>

The Economist (2017). The Inclusive Internet. Extraído de <https://theinclusiveinternet.eiu.com/>

Workman, M., Bommer, W. H., & Straub, D. (2008). Security lapses and the omission of information security measures: A threat control model and empirical test. *Computers in Human Behavior*, 24, pp. 2799-2816.

OMNISCANALIDAD EN EL SECTOR DE LA ROPA: UNA NUEVA REVOLUCIÓN DIGITAL

EMILIANO ACQUILA-NATALE

SANTIAGO IGLESIAS-PRADAS

JULIÁN CHAPARRO-PELÁEZ

Universidad Politécnica de Madrid

La combinación de nuevos formatos de venta, las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) y los cambios en el entorno y en las condiciones profesionales de las personas han propiciado una transformación del comportamiento de compra del individuo a lo largo de todo el «viaje del consumidor», o *customer journey* (1) (Frasquet, Mollá, & Ruiz, 2015). Esta evolución del comportamiento del consumidor va acompañada de una

creciente complejidad del proceso de compra, obligando a las empresas a buscar nuevas formas de gestión para sus negocios y así competir en el nuevo entorno comercial. A mediados de los noventa, Internet irrumpe en el comercio minorista modificando progresivamente el modo en que las empresas venden sus productos, desde modelos de negocio monocal –utilizando un solo canal, físico o a distancia, para comercializar productos– hacia modelos multicanal, ofertando más de un canal, físico y/o a distancia, simultáneamente.

Así, se produce una transformación paulatina hacia la gestión de múltiples canales, partiendo de una gestión independiente y sin conexión entre sus canales –gestión de «silos»–, pasando posteriormente a estrategias en la que los canales trabajan de un modo integrado (Verhoef, Kannan, & Inman, 2015). Este proceso de integración, entendido como el grado de coordinación de objetivos, diseños e implementación de los canales ofertados (Brynjolfsson, Hu, & Rahman, 2013) se está desarrollando de forma dispar entre las empresas, pudiéndose encontrar distintos grados de desarrollo. La dispari-

dad en la gestión de los canales de venta ha originado la aparición de conceptos íntimamente relacionados que intentan clasificar los distintos niveles de integración logrados por las empresas. De menor a mayor grado de integración, los diferentes niveles son abarcados por los conceptos de multicanalidad, canalidad cruzada y omniscanalidad.

Gran parte de la eficiencia en la gestión de los canales pasa por profundizar en el conocimiento del comportamiento del consumidor como medio para que las empresas potencien las ventajas y contrarresten los inconvenientes relacionados con la integración de los canales ofertados. Los individuos utilizan los distintos canales disponibles a lo largo del proceso de compra en el momento que estiman conveniente, libremente (Rigby, 2011) y sin un proceso secuencial lógico (Uruña-López, Agudo-Peregrina, & Hidalgo-Nuchera, 2011).

Este comportamiento, impensable a finales del siglo pasado, comienza a ser una realidad cada vez más evidente en nuestros días (Piotrowicz & Cuthbertson, 2014). Comprobar el inventario de un producto en la

página web de la empresa antes de ir a la tienda física, comparar precios de los productos con el teléfono móvil mientras se visita la tienda, probar un producto en el canal físico y luego comprarlo en la tienda online, o comprar el producto en la tienda online y recogerlo en la tienda física más cercana, son algunos de los ejemplos que muestran el gran cambio experimentado.

A lo largo de este documento se detallan los cambios que se están produciendo en el *customer journey* como consecuencia del proceso de transformación digital, y cómo éstos influyen y/o se ven influidos por las decisiones empresariales y cambios en el comportamiento del consumidor. A su vez, se hará un especial énfasis en el sector de la venta minorista de ropa, debido a las siguientes razones:

- La naturaleza propia del producto. Las particulares características sensoriales de esta tipología de producto resulta de especial interés, teniendo en cuenta el gran aumento que está experimentando la venta de ropa a través de los canales en línea (PwC, 2016).
- La industria textil tiene gran importancia en el sector minorista, siendo la ropa el producto más comprado por los consumidores en Estados Unidos y Europa (78%), independientemente del canal utilizado (Forrester, 2014).
- Las compañías del sector están adoptando estrategias multicanal. Ejemplo de ello es el hecho de que en torno al 30% de las empresas han incorporado elementos básicos de integración de canales (Forrester, 2014). Además, empresas líderes como Burberry, H&M, Uniqlo o Zara están invirtiendo en la mejora de la experiencia de usuario en las tiendas físicas mediante su integración con el resto de canales digitales.

El estudio se estructura de la siguiente manera. El siguiente apartado profundiza en los cambios experimentados en el comportamiento del consumidor a lo largo del proceso de decisión de compra. A continuación, se detallan la evolución de los canales de venta en el entorno actual y los cambios experimentados en la gestión de los mismos. Finalmente, se plantean las principales conclusiones y líneas futuras de investigación en este campo.

COMPORTAMIENTO DEL CONSUMIDOR

En el entorno multicanal actual, los consumidores tienen un mayor nivel de libertad a la hora de elegir el modo en que interactúan con las empresas, actuando de modo diferente en cada una de las etapas del proceso de compra y utilizando los canales disponibles que mejor se adaptan a sus necesidades para cada momento en particular (Gensler, Verhoef, & Böhm, 2012). Por ejemplo, utilizan los dispositivos móviles para buscar información y comprar productos en cualquier momento y en cualquier lugar, navegan con sus portátiles a la hora de comparar alternativas de productos, o visitan la tienda

física cuando necesitan probar algún producto en particular. En resumen, los clientes desean vivir una experiencia completa y satisfactoria de compra mediante el uso más eficiente de los canales disponibles. Esta situación lleva a las empresas a la necesidad de conocer qué motivos llevan a los consumidores a preferir un canal u otro, con el objetivo de mejorar el servicio en cada uno de ellos y prestar ese servicio en el momento en que los consumidores lo requieran (Kemperman, van Delft, & Borgers, 2015).

En las siguientes líneas se muestran las principales variables estudiadas respecto a la preferencia de canal de los consumidores, los cambios producidos en las etapas del proceso de compra como consecuencia de la integración de canales y la influencia de la tipología de producto en el proceso de decisión.

Preferencia de canal

Los consumidores toman diferentes decisiones a lo largo de todo el proceso de compra. Más aún, una misma persona puede modificar sus preferencias de compra seleccionando distintos canales de venta según la etapa del proceso de compra en la que se encuentre, el producto que desee adquirir, o las motivaciones que le lleven a realizar la compra (Black, Lockett, Ennew, Winklhofer, & McKechnie, 2002). Cada persona se encuentra influida por un conjunto de variables a la hora de llevar a cabo cada opción de compra en particular.

En este sentido, durante años los investigadores han trabajado en la identificación de variables de influencia que mejor explicasen el comportamiento del consumidor en la utilización de los distintos canales disponibles, planteando agrupaciones según diversos criterios. Del análisis de los estudios realizados, es posible plantear cuatro grupos bien diferenciados: los relacionados con las características del consumidor, con los canales, con las decisiones organizacionales y con el producto.

Dentro del grupo de variables relacionadas con las características del consumidor se incluyen las variables demográficas (Black *et al.*, 2002) y geográficas (Trenz, 2015), la experiencia previa en el uso del canal (Gensler *et al.*, 2012) o la influencia que ejerce la sociedad en el individuo –norma subjetiva, motivación social (Black *et al.*, 2002), influencia social (Neslin *et al.*, 2006) o *cliente* (Verhoef, Neslin, & Vroomen, 2007).

En segundo lugar, las propias características del canal influyen en la selección realizada por los consumidores. En este grupo se incluyen variables como la calidad, conveniencia, riesgo o disfrute percibidos (Neslin *et al.*, 2006; Trenz, 2015; Verhoef *et al.*, 2007), así como la accesibilidad al canal (Black *et al.*, 2002), ya que los consumidores son más propensos a utilizar los canales en línea frente los canales físicos en lo que se refiere a disponibilidad horaria o geográfica dentro del proceso de compra.

TABLA 1
DETERMINANTES DE LA ELECCIÓN DE CANAL

Clasificación	Factores	Definición
Características del consumidor	Demográficas	Edad, género, nivel educativo, ingresos, etc.
	Geográficas	Proximidad geográfica con la tienda física.
	Experiencia previa	Experiencia previa en el uso del canal.
	Norma subjetiva	Influencia que ejercen las personas afines al consumidor en la utilización o no de un determinado canal.
Características del canal	Calidad	Capacidad que tiene el canal para satisfacer las necesidades del consumidor.
	Conveniencia	Facilidad con que los consumidores pueden recopilar información, tiempo de realización del proceso de compra, obtención inmediata del producto comprado, etc.
	Riesgo percibido del canal	Grado de incertidumbre sobre el resultado obtenido y el deseado asociado al canal.
	Disfrute	Motivaciones intrínsecas del individuo y refleja la diversión o el placer derivado del proceso de compra.
	Accesibilidad	Facilidad con la que puede acceder el consumidor a un canal determinado.
Variables organizacionales	Reputación de la empresa	Grado en el que las personas creen en la honestidad de la organización y su preocupación por sus clientes.
	Canales disponibles	Oferta de canales por parte de la empresa.
	Facilidad de movimiento entre canales	Posibilidad que otorgan las empresas a la hora de cambiar de un canal a otro dentro del proceso de compra
	Políticas de precio	Precios diferenciales entre los canales ofrecidos.
	Servicio post-venta	Política de envío/recogida, devolución y atención al cliente.
Características del producto	Tipología	Características específicas de cada producto.
	Riesgo percibido del producto	Grado de incertidumbre sobre el resultado obtenido y el deseado asociado al producto.

Fuente: Elaboración propia

En tercer lugar, la empresa también puede incentivar o desincentivar la utilización de un canal u otro mediante la toma de decisiones limitando, en cierto modo, la libertad de elección de los consumidores (Black *et al.*, 2002; Lihra & Graf, 2007). Este grupo incluye la reputación de la empresa (Black *et al.*, 2002) –marca, tamaño, antigüedad en el mercado–, que resulta especialmente relevante con la incorporación de los nuevos canales de venta, dado que permite reducir el riesgo percibido por los clientes respecto a la utilización de esos nuevos canales. Otras variables incluidas en esta categoría están relacionadas con la cantidad o gama de canales ofertados por las empresas (Black *et al.*, 2002) o con la facilidad de movimiento entre canales (Neslin *et al.*, 2006). Por otro lado, las empresas pueden incentivar la utilización de un canal u otro mediante la discriminación de precios entre los canales disponibles (Trenz, 2015). Una variable de creciente importancia en el entorno multicanal es el servicio post-compra, ya que el modo en que las empresas implementan estos servicios influirán decisivamente en el uso de canal en los consumidores (Trenz, 2015; Verhoef *et al.*, 2007).

Por último, existe un grupo de variables relacionadas con el producto propiamente dicho, que incluye las distintas categorías de producto, la necesidad o no de tocar/sentir el producto (Frasquet *et al.*, 2015), o el riesgo percibido por el consumidor respecto al producto (Black *et al.*, 2002).

Proceso de decisión de compra en el entorno multicanal ↓

Según el Modelo de Toma de Decisiones del Consumidor (*Model of Consumer Decision Making*) (Blackwell, Miniard, & Engel, 2001), las decisiones de los consumidores se entienden como un proceso secuencial de etapas. En general, las actividades realizadas por los consumidores dentro del *customer journey* se pueden agrupar en tres etapas diferenciadas: pre-compra, compra y post-compra.

La etapa de precompra se divide, a su vez, en tres fases: (1) reconocimiento del problema: surge cuando el consumidor reconoce una necesidad insatisfecha que debe ser resuelta; esta fase corresponde al momento en el que el consumidor recibe los estímulos internos –hambre, sed, etc.– o externos –mensajes publicitarios, conversación con personas de su entorno, etc.–, que incentivan la compra; (2) búsqueda de información, en la que el consumidor explora las distintas posibilidades disponibles para cubrir dicha necesidad; y (3) evaluación de alternativas, en la que el comprador hace uso de criterios valorativos para comparar las distintas opciones disponibles.

La incorporación de los canales digitales ha facilitado y reducido el proceso de decisión de los consumidores

en esta etapa, ya sea facilitando la comparación de alternativas, ahorrando tiempo y esfuerzo en la búsqueda de información, o mejorando los medios para dar a conocer los productos (Reid & Ross, 2015; Verhoef *et al.*, 2007).

La etapa de compra se asocia con la «realización del pago del producto» –momento en el que se reconoce la adquisición efectiva del bien o servicio (Balasubramanian, Raghunathan, & Mahajan, 2005; Frasquet *et al.*, 2015).

La incorporación de los nuevos canales de venta ha traído aparejado una transformación en el modo en que se hace efectivo el pago de los productos. En los últimos años se ha incrementado la relevancia de distintas opciones de pago tendientes a cubrir las transacciones en línea –tarjeta de débito /crédito, Paypal, AliPay, Google Wallet, etc.–, que obligan a las empresas a ampliar y actualizar sus sistemas y las opciones ofrecidas a los clientes.

Por último, la etapa de postcompra tradicionalmente se ha asociado a las actividades de consumo y evaluación posterior del producto (Blackwell *et al.*, 2001) donde el consumidor realiza un balance entre las expectativas que tenía depositadas en el producto y el desempeño percibido del mismo. El resultado obtenido de la comparación –positivo o negativo– determina el nivel de satisfacción o insatisfacción del consumidor. Sin embargo, a partir de la generalización del comercio minorista en línea, las actividades relacionadas con el envío/recogida/devolución de productos y el servicio de atención al cliente comienzan a ser parte fundamental del proceso de decisión de compra (Kemperman *et al.*, 2015). Las razones esgrimidas para su incorporación vienen dadas por la importancia de estos servicios en las compras mediante los canales digitales, ante la imposibilidad de obtener los productos en el momento en que se realiza la compra, situación que puede transformarse en una barrera para la compra de productos no digitales. Adicionalmente, la variedad de opciones de envío y recogida –por ejemplo, entrega a domicilio, recogida/devolución en tienda o en puntos de conveniencia– otorgan mayor libertad al consumidor en la elección del canal de compra. El proceso de devolución de los productos también ha experimentado una transformación análoga. Por último, el servicio postcompra, también hace referencia al apoyo que la empresa proporciona a los consumidores una vez realizada la compra y que juega un papel fundamental en la retención de clientes (Kemperman *et al.*, 2015).

De lo anterior, se desprende que el estudio de las diferentes etapas del proceso de compra vuelve a tener gran relevancia en el contexto de la venta multicanal integrada. Los consumidores actuales pueden tomar decisiones de compra diferentes en momentos determinados, recorriendo distintos caminos a la hora de buscar información, seleccionar el producto, realizar la compra y hacerse con el producto adquirido (Eldred, 2010; Lihra & Graf, 2007; Rigby, 2011; Verhoef *et al.*, 2015). Este cambio en el comportamiento del consu-

midor está afectando de modo diferente, según cada sector específico de la economía, al modelo de negocio de muchas empresas.

En este sentido, las empresas están planteando nuevas opciones u alternativas dentro del proceso de compra, sin una idea clara acerca del modo de abordarlas y, principalmente, sin información fiable que permita medir los beneficios reales que se obtienen de su implementación.

Algunos ejemplos en este sentido son los siguientes:

- *Showrooming*, consistente en probar un producto en una tienda física para posteriormente comprarlo mediante un canal en línea. Este formato de tienda es especialmente relevante en tipologías de producto «*touch and feel*» donde la experimentación sensorial es importante para finalizar el proceso de compra, siendo el ejemplo paradigmático el caso de las tiendas de ropa.
- *Webrooming*, donde el cliente busca información del producto mediante un canal en línea, pero realiza la compra en la tienda física.
- *Click and collect*, que permite a los clientes comprar en línea y recoger en la tienda física, pudiendo devolver inmediatamente el producto si no cubre sus expectativas.

Influencia de la tipología de producto

En los apartados anteriores se ha explicado cómo la aparición de múltiples canales de venta ha transformado las preferencias de los consumidores, independientemente del producto comprado. Llegados a este punto, se debe incluir en la ecuación la variable «producto», dada su influencia en la preferencia de uso de canal (Balasubramanian *et al.*, 2005; Frasquet *et al.*, 2015; Kemperman *et al.*, 2015). En este sentido, se puede establecer una relación entre la tipología de producto y las características específicas de cada canal.

Así, determinados productos considerados «*touch and feel*» pueden modificar la elección de canal de los consumidores (Lihra & Graf, 2007) respecto a otro tipo de productos que no requieren ese contacto previo –por ejemplo, productos digitales. Entre los productos «*touch and feel*» encontramos las prendas de vestir, donde las propias características de este tipo de producto –textura, estilo, color, talla, etc.– condicionan la selección del canal a lo largo de todo el proceso de compra (Reid & Ross, 2015). Mientras que en el caso de los bienes digitales o servicios –por ejemplo, venta de pasajes de avión, canciones en formato digital, etc.– los consumidores son más proclives a la utilización de canales en línea en todo el proceso de compra, se podría pensar que la ropa no es un producto adecuado para la compra a distancia debido a su naturaleza principalmente sensorial. Sin embargo, esta idea se ve discutida año a año por el peso cada vez mayor de las ventas de los canales digitales respecto al canal físico (PwC, 2016).

La elección de canal también puede verse afectada por el tipo de producto en las distintas etapas que componen el proceso de decisión de compra (Balasubramanian *et al.*, 2005). Así, los consumidores pueden preferir la utilización de los canales en línea para realizar las actividades asociadas a la etapa de precompra y cambiar al canal físico en la etapa de compra a la hora de adquirir un producto *touch and feel*, o pueden utilizar únicamente el canal en línea para buscar y adquirir, por ejemplo, unos pasajes de avión u otro tipo de producto que no requiera un contacto previo.

En el sector de la venta de ropa, resulta fundamental el apoyo de los canales en línea como soporte a ventas en el canal físico, dado que en torno al 20% de los usuarios buscan y comparan productos y precios en la página web como paso previo a visitar la tienda para probarse el producto y, en su caso, finalizar la compra (Urueña *et al.*, 2017).

INTEGRACIÓN DE CANALES ↓

A lo largo de esta sección se presentan los canales de venta más utilizados en la actualidad, explicando el cambio de rol que alguno de ellos ha sufrido como consecuencia del nuevo paradigma comercial y tecnológico propiciado por los procesos de transformación digital. También se definen los distintos conceptos relacionados con el proceso de integración de canales –multicanalidad, canalidad cruzada y omnicanalidad.

Canales de venta ↓

El canal de venta se define como el punto de contacto a través del cual las empresas y los consumidores interactúan de forma bidireccional (Beck & Rygl, 2015; Neslin *et al.*, 2006). En el ámbito comercial, el canal de venta es la forma en que una empresa vende y entrega sus bienes y servicios a los clientes (Levy, Weitz, & Beittelspacher, 2012). Con la incorporación paulatina de nuevos canales de venta, esta relación empresa-cliente no sólo tiene lugar mediante las tiendas físicas, sino también a través de las tiendas a distancia.

El canal físico en el entorno de la transformación digital ↓

El canal físico es el canal tradicional y más extendido de compra, cuya característica distintiva es la posibilidad que otorga al consumidor de utilizar los cinco sentidos para evaluar los productos antes de realizar la compra (Levy *et al.*, 2012).

Si bien son indudables las ventajas que ofrece este canal de venta a los consumidores –por ejemplo, permitir el contacto físico con el producto, satisfacción inmediata, trato personal y cercano por parte de los empleados, interacción social y entretenimiento, posibilidad de realizar pagos en efectivo, o simplicidad en el proceso de devolución del producto–, también plantea ciertos inconvenientes, como limitaciones en el horario de compra, barreras geográficas para determinados sectores de la

sociedad, costes de desplazamiento y tiempo por parte de los consumidores, o dificultad a la hora de comparar la información entre productos (Eldred, 2010). Estos inconvenientes llevan a las empresas a repensar continuamente nuevos servicios para adaptar este canal a los cambios producidos por la transformación digital.

Desde los años del boom de las «punto.com» (1999-2000) las tiendas físicas vienen sufriendo un proceso de cambio para adaptarse a la creciente amenaza de los canales en línea. Este cambio pasa no sólo por la compra en sí misma, sino por la posibilidad de complementar los servicios que no pueden ser prestados en el resto de canales a distancia. Ejemplos en este sentido son las tiendas *showroom*, permitir la recogida, devolución o cambio de productos comprados en otros canales, o la incorporación de dispositivos tecnológicos en las tiendas que permiten realizar comparaciones en línea entre distintos productos mientras se visita el establecimiento.

Respecto a este último ejemplo, es interesante pensar en el papel de la tecnología en la sostenibilidad del canal físico. La inclusión en las tiendas de pantallas interactivas, dotar al personal con dispositivos móviles, ofrecer WiFi gratuita a sus clientes, la utilización de la realidad aumentada o de probadores virtuales, permiten completar la experiencia de compra del cliente. En todo caso, no es suficiente con la simple incorporación de tecnología, sino que estos cambios exigen un rediseño estratégico del establecimiento (Piotrowicz & Cuthbertson, 2014).

Canal en línea (e-commerce) ↓

Se trata de un tipo de canal de venta a distancia en el que los productos se ofrecen a los consumidores a través de Internet (Levy *et al.*, 2012). Durante años se ha pronosticado el impacto que el canal en línea tendría sobre las ventas totales de las empresas –generalmente al alza–, y su relevancia con respecto al canal físico (Eldred, 2010).

Sin embargo, y a pesar de la previsión de un crecimiento de las ventas a través de Internet por encima del canal físico, todavía representan un porcentaje menor al esperado respecto a las ventas totales de las empresas (Urueña *et al.*, 2017). Esta situación puede explicarse, al menos en parte, por la percepción de inseguridad en el proceso de compra –fraude en el pago electrónico, mala gestión de datos personales, etc.– y la imposibilidad de tocar y «sentir» los productos antes de realizar la compra –principalmente en determinados productos donde el contacto físico es importante, como el caso de la ropa (Iglesias-Pradas, Pascual-Miguel, Hernández-García, & Chaparro-Peláez, 2013).

A pesar de que la revolución pronosticada no ha sido tal, la introducción de Internet como canal de venta ha abierto nuevas posibilidades a los comerciantes minoristas (Rigby, 2011). Así, se reducen las barreras de entrada a nuevos mercados al no tener que abrir tiendas físicas en todos ellos, resulta posible ofertar precios más competitivos de sus productos mediante la reducción

de costes y eliminación de intermediarios, y se produce una mejora en la relación con los clientes debido a un mejor conocimiento de sus hábitos de compra. Adicionalmente, la transformación digital permite aumentar la oferta de servicios disponibles para los consumidores, dando la posibilidad de comprar las 24 horas del día, comparar distintos productos de forma fácil y rápida, o acceder a mayores surtidos de producto a precios más reducidos.

Canal móvil (*m-commerce*)

Consiste en el acceso al canal en línea mediante dispositivo móvil –teléfono móvil o tableta– (Levy *et al.*, 2012). El canal móvil está experimentando un gran crecimiento gracias a la rápida adopción de los dispositivos móviles inteligentes por parte de los consumidores y al esfuerzo que están realizando las empresas para adaptar sus contenidos y procesos de compra a este entorno. En los tres últimos años las compras realizadas por los consumidores españoles mediante dispositivos móviles se ha incrementado notablemente (Urueña *et al.*, 2017).

Las ventajas e inconvenientes del canal están íntimamente relacionadas con el comercio electrónico en general. Así, entre las ventajas específicas del canal destaca el acceso a la información de los productos cuándo y dónde el consumidor desee –permitiendo por ejemplo comparar precios y productos en el dispositivo móvil mientras se visita la tienda física (Levy *et al.*, 2012). Por su parte, los mayores inconvenientes del canal móvil son el aún bajo desarrollo actual de aplicaciones móviles o diseños web adaptados a estos dispositivos –el 70% de los comercios minoristas no cuentan con este desarrollo (Acquila-Natale & Chaparro-Peláez, 2018)–, la velocidad de conexión a Internet y las dimensiones de la pantalla de ciertos dispositivos.

El canal móvil juega un papel fundamental en el proceso de integración de canales, ya que permite conectar el mundo físico y virtual. El uso de los teléfonos móviles en la tienda física permite a los consumidores minimizar los inconvenientes asociados a los canales físico y en línea, aunque requiere la optimización de las páginas web para dispositivos móviles, el desarrollo de aplicaciones móviles de la marca para facilitar el uso de servicios de búsquedas y comparación de productos, escaneo de productos –códigos QR o de barras–, o ampliar las opciones de pago a través del teléfono móvil.

Canal redes sociales (*s-commerce*)

El comercio mediante redes sociales –*social commerce* o *s-commerce*– se encuentra en sus etapas iniciales de desarrollo. Aunque aún representa menos del 10% del total de búsqueda de información de productos y un 3% de las compras *online* realizadas en España (Urueña *et al.*, 2017), se estima un rápido crecimiento del canal en los próximos años debido a que los principales actores –Facebook/Instagram, Twitter y Pinterest, entre otros– están adoptando medidas para facilitar el proceso de compra. Un ejemplo de ello es la inclusión

en estas plataformas de botones de compra rápida o *buy-now buttons*.

Si bien definiciones amplias del canal establecen el comercio social en términos de las actividades de pre-compra, compra y post-compra que son influidas por una red social (Yadav, de Valck, Hennig-Thurau, Hoffman, & Spann, 2013), en el *s-commerce* entendido como tal, los consumidores realizan las transacciones comerciales dentro de la red social, seleccionando el producto y realizando la compra sin salir de la misma.

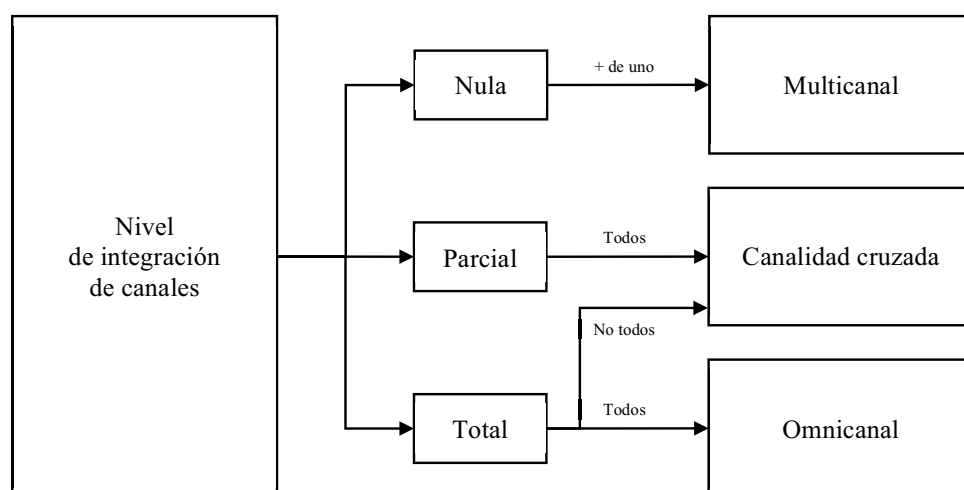
El *s-commerce* plantea interesantes posibilidades de uso –contacto directo y conocimiento pormenorizado de los consumidores, difusión de nuevos productos, etc.– y las mayores expectativas se encuentran en el impacto que tendrán sobre el proceso de compra como nuevo punto de contacto entre las empresas y sus clientes.

¿Multicanalidad, canalidad cruzada u omnicanalidad?

Si bien el uso de varios canales en el proceso de compra es algo habitual en la actualidad, esto no ha sido siempre así. Es por ello que el concepto de multicanalidad, entendido como la utilización por parte de una empresa de dos o más canales para llegar a uno o más segmentos de consumidores (Kotler & Keller, 2006), ha adquirido una gran popularidad en los últimos años. Analizando el mercado a partir de la generalización del comercio mediante el uso de múltiples canales de venta, se pueden identificar tres oleadas en su desarrollo evolutivo (Huuhka, Laaksonen, & Laaksonen, 2014):

- La primera oleada da comienzo en la década de los noventa, basada esencialmente en los avances tecnológicos. La incorporación de nuevos canales se desarrolla, principalmente, como negocios independientes donde las empresas realizan una gestión diferenciada en cada uno de los canales ofertados (Eldred, 2010) –por ejemplo, venta de productos con centros de distribución independientes, precios y políticas de devolución diferentes según el canal de compra, etc. Esta etapa se caracteriza por la baja aceptación del entorno multicanal por parte de los consumidores y la no integración de los canales ofertados por las empresas.
- La segunda ola del desarrollo multicanal sigue siendo impulsada por el progreso tecnológico, pero con un enfoque más orientado al cliente. A diferencia del periodo anterior, los consumidores incrementan notablemente tanto el uso de los distintos canales físicos como electrónicos. En esta etapa, que se puede situar en los primeros años de este siglo, las empresas comienzan a vislumbrar la importancia de desarrollar una oferta de canales integrada con el objetivo de ser más eficientes en la gestión y mejorar la experiencia de compra de sus clientes.

FIGURA 1
NIVEL DE INTEGRACIÓN DE CANALES



Fuente: Adaptado de Beck *et al.* (2015)

- La tercera oleada viene de la mano de la utilización generalizada de Internet por parte de las empresas y de los consumidores y, posteriormente, con la aparición de nuevos canales digitales –por ejemplo, teléfonos móviles y redes sociales. En esta nueva etapa los consumidores incorporan las nuevas tecnologías a sus actividades cotidianas, centrando su atención en vivir nuevas experiencias de compra donde no existan barreras entre los canales que limiten su libre utilización en el momento y lugar deseado. Surge así el concepto de omniscanalidad como nueva filosofía de gestión empresarial –algunos autores (Beck & Rygl, 2015; Lazaris & Vrechopoulos, 2014) datan su aparición entre el 2009 y el 2012. El punto diferenciador de este nuevo ciclo es el proceso de integración de los canales ofertados por las empresas. La omniscanalidad se centra en la integración de todos los canales disponibles –físicos y a distancia– permitiendo a los consumidores percibir el proceso de compra como uno solo, independientemente del canal utilizado (Bell, Gallino, & Moreno, 2014; Rigby, 2011).

Un elemento común a todas las etapas es que las organizaciones se han visto obligadas a adaptarse al nuevo entorno a partir de la aparición de nuevas tecnologías, los cambios en las preferencias de consumo de los clientes, el aumento progresivo de canales de venta disponibles y su gestión cada vez más integrada (Kotler & Keller, 2006). El proceso de integración de canales ha sido la piedra angular de esta revolución comercial. La idea de una gestión integrada de los canales permite amalgamar los objetivos, el diseño y la implementación de los canales de venta y la tecnología, creando sinergias para la empresa y, al mismo tiempo, ofrecer una experiencia de compra satisfactoria para los consumidores (Brynjolfsson *et al.*, 2013).

En este nuevo entorno comercial, las empresas pueden alcanzar distintos niveles o grado de desarrollo en su camino hacia una estrategia conjunta e integrada de los canales de venta ofrecidos (Beck & Rygl, 2015; Kemperman *et al.*, 2015). La existencia de estos niveles ha propiciado la aparición de tres conceptos diferenciados (Fig. 1):

- Multicanalidad, consistente en la oferta de distintos canales de venta, donde cada uno de ellos sigue una estrategia diferente e independiente del resto de canales.
- Canalidad cruzada (*cross-channel*), en la que los canales de venta ofertados siguen una estrategia conjunta.
- Omniscanalidad, entendida como una evolución del *cross-channel* ya que además de utilizar una única estrategia en todos los canales, permite que los clientes cambien de canal libremente en el momento que lo deseen a lo largo de todo el proceso de compra.

Omniscanalidad en el sector de la venta de ropa en España

En la actualidad existe un número muy reducido de estudios que permiten conocer el nivel de integración alcanzado por las empresas. En el sector de la ropa, los informes existentes sitúan el grado de integración alcanzado por las empresas a nivel mundial entre un 30% y un 50% (IBM, 2015), porcentaje muy alejado de lo que se podría considerar como omniscanalidad. En el caso particular de España, un estudio más reciente (Aquila-Natale & Chaparro-Peláez, 2018) muestra un nivel cercano al 60%, evidenciando el esfuerzo que están realizando año tras año las empresas en su camino hacia la omniscanalidad.

Este estudio define seis grupos de indicadores –canales ofertados, consistencia entre canales, acceso a la información, promoción cruzada, ejecución de pedidos y atención al cliente– que permiten medir la integración del canal a lo largo de todo el proceso de decisión de compra. Entre las principales aportaciones de este trabajo destacan las siguientes:

- El bajo nivel de desarrollo de las aplicaciones móviles: únicamente un tercio de las marcas cuenta con este canal de venta, siendo España el mercado europeo con mayor penetración de teléfonos móviles.
- El esfuerzo realizado por las marcas para proporcionar información detallada, precisa y sincronizada de los productos ofertados a través de todos los canales de venta, que resulta especialmente relevante teniendo en cuenta la tipología de producto.
- La mitad de las empresas permite consultar información de un canal desde otro canal –por ejemplo, consulta de stock, escaneo de producto, kioscos, WiFi o personal con dispositivos.
- En cuanto a los indicadores de ejecución de pedidos, los servicios relacionados con BOPIS –compra en línea y recogida en la tienda– y BORIS –compra en línea y devolución en tienda física– sólo son ofrecidos por el 50% de las empresas.

La principal conclusión que se puede extraer es que las empresas van incorporando progresivamente distintos servicios que permiten ofrecer mayores y mejores alternativas a sus clientes para realizar sus compras libremente y sin barreras entre los distintos canales disponibles de venta. Este proceso de integración ha pasado a ser un aspecto estratégico fundamental que las compañías deben considerar con el objetivo de mantener –o potenciar– sus ventajas competitivas en el entorno omnicanal actual.

CONCLUSIONES

Este trabajo presenta los grandes retos que acarrea la transformación digital en el entorno del comercio minorista, haciendo especial énfasis en el sector de la ropa. Los principales retos estriban en la necesidad de predecir qué combinación de canales utilizarán los consumidores en cada etapa del proceso de compra, y en identificar cómo pueden influir las decisiones empresariales en las preferencias de uso de esos canales por parte de los consumidores.

Sin embargo, un estudio en profundidad del fenómeno de la omnicanalidad requiere responder a otros interrogantes que las empresas necesitan para dar respuesta a los cambios derivados de la transformación digital. En este sentido, es necesario el estudio del efecto de la incorporación de nuevos canales. Una vez superada la etapa de los efectos derivados de la incorporación del comercio electrónico, resulta fundamental conocer con mayor grado de detalle el impacto del comercio móvil y del comercio mediante redes sociales en las

preferencias de uso de canal por parte de los consumidores a lo largo de cada una de las etapas del proceso de compra.

Adicionalmente, y si bien inicialmente el interés se ha centrado en el estudio del comportamiento del consumidor en cada uno de los canales de forma independiente, es necesario conocer el efecto que tiene el proceso de integración de canales sobre las preferencias de uso de canal por parte de los consumidores. Por tanto, resulta imprescindible un replanteamiento del estudio del comportamiento del consumidor a lo largo de todas las etapas del proceso de compra, particularmente en las etapas de pre-compra y post-compra. Sólo a través de esta reformulación será posible entender la aparición del efecto del uso de un canal en un momento particular del proceso de compra en la preferencia asociada a otras etapas –asociado a los efectos de *spillover*, *lock-in effect*, y sinergia entre canales– que permita a las empresas el planteamiento de una estrategia óptima de oferta de canales.

Como reflexión final se puede afirmar que, pese a los avances propiciados por la transformación digital, aún queda camino por recorrer a la hora de mejorar nuestro conocimiento del comportamiento del consumidor en entornos omnicanal. En este sentido, las interrogantes planteadas por Neslin *et al.* (2006) siguen vigentes. Así, preguntas como «¿Cuál es la contribución de cada canal dentro del *customer journey*?», «¿Qué actividades deben ser integradas dentro de una empresa?», «¿Cuál es el nivel de integración adecuado para cada empresa?», o «¿Es necesario utilizar todos los canales disponibles?», siguen siendo hoy de tanta actualidad como hace diez años. De la respuesta a estas preguntas podrá depender en gran parte el futuro del comercio.

NOTAS

- [1] Proceso de compra completo que realiza el consumidor, incluyendo todas las actividades inherentes a las etapas de precompra, compra y postcompra.

BIBLIOGRAFÍA

- Acquila-Natale, E., & Chaparro-Peláez, J. (2018). Measuring channel integration of fashion and apparel retailers. *Paper Accepted at the Global Innovation and Knowledge Academy (GIKA 2018)*.
- Balasubramanian, S., Raghunathan, R., & Mahajan, V. (2005). Consumers in a multichannel environment: Product utility, process utility, and channel choice. *Journal of Interactive Marketing*, 19(2), 12–30. <https://doi.org/10.1002/dir.20032>
- Beck, N., & Rygl, D. (2015). Categorization of multiple channel retailing in Multi-, Cross-, and Omni-Channel Retailing for retailers and retailing. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 27, 170–178. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2015.08.001>
- Bell, D. R., Gallino, S., & Moreno, A. (2014). How to win in an Omnichannel world. *MITSloan Management Review*.
- Black, N. J., Lockett, A., Ennew, C., Winkhofer, H., & McKe-

- chnie, S. (2002). Modelling consumer choice of distribution channels: an illustration from financial services. *International Journal of Bank Marketing*, 20(4), 161–173. <https://doi.org/10.1108/02652320210432945>
- Blackwell, R. D., Miniard, P. W., & Engel, J. F. (2001). *Consumer Behavior*. (Harcourt College Publishers, Ed.) (9th ed.).
- Brynjolfsson, E., Hu, Y. J., & Rahman, M. S. (2013). Competing in the Age of Omnichannel Retailing. *MIT Sloan Management Review*, (54412).
- Eldred, J. (2010). Consumer channel choice. Kingston Business School.
- Forrester. (2014). *Customer desires vs. retailer capabilities: minding the omni-Channel commerce gap*.
- Frasquet, M., Mollá, A., & Ruiz, E. (2015). Identifying patterns in channel usage across the search, purchase and post-sales stages of shopping. *Electronic Commerce Research and Applications*, 14(6), 654–665.
- Gensler, S., Verhoef, P. C., & Böhm, M. (2012). Understanding consumers' multichannel choices across the different stages of the buying process. *Marketing Letters*, 23(4), 987–1003. <https://doi.org/10.1007/s11002-012-9199-9>
- Huuhka, A., Laaksonen, M., & Laaksonen, P. (2014). The Evolution Of New Systemic Forms In Retailing And Digital Business. In *Contributions to International Business* (Vol. Acta Wasae, pp. 239–249).
- IBM. (2015). *IBM Omnichannel Capability Index (OmCI) Survey 2015*.
- Iglesias-Pradas, S., Pascual-Miguel, F., Hernández-García, Á., & Chaparro-Peláez, J. (2013). Barriers and drivers for non-shoppers in B2C e-commerce: A latent class exploratory analysis. *Computers in Human Behavior*, 29(2), 314–322. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.01.024>
- Kemperman, A., van Delft, L., & Borgers, A. (2015). Omni Channel Fashion Shopping. In *Successful Technological Integration for Competitive Advantage in Retail Settings* (pp. 144–167). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-8297-9>
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2006). *Dirección de Marketing* (12 ed.). Pearson educación.
- Lazaris, C., & Vrechopoulos, A. (2014). From Multichannel to «Omnichannel» Retailing: Review of the Literature and Calls for Research. In *2nd International Conference on Contemporary Marketing Issues (ICCMII)*.
- Levy, M., Weitz, B. A., & Beitelspacher, L. S. (2012). *Retailing Management* (Eighth Ed.). McGraw-Hill/Irwin.
- Lihra, T., & Graf, R. (2007). Multi-channel communication and consumer choice in the household furniture buying process. *Direct Marketing: An International Journal*, 1(3), 146–160. <https://doi.org/10.1108/17505930710779324>
- Neslin, S. A., Grewal, D., Leghorn, R., Shankar, V., Teerling, M. L., Thomas, J. S., & Verhoef, P. C. (2006). Challenges and Opportunities in Multichannel Customer Management. *Journal of Service Research*, 9(2), 95–112. <https://doi.org/10.1177/1094670506293559>
- Piotrowicz, W., & Cuthbertson, R. (2014). Introduction to the Special Issue Information Technology in Retail: Toward Omnichannel Retailing. *International Journal of Electronic Commerce*, 18(4), 5–16. <https://doi.org/10.2753/JEC1086-4415180400>
- PwC. (2016). *La relación con el cliente omnicanal en el sector moda en España*.
- Reid, L., & Ross, H. F. (2015). Online Fashion Purchase: How the Barriers and Enablers Are Influencing the Consumer's Decision-Making Processes. *International Journal of Sales, Retailing & Marketing*, 4(2), 45–59.
- Rigby, D. (2011). The Future of Shopping. *Harvard Business Review*, (december), 1–9.
- Trenz, M. (2015). *Multichannel commerce: A consumer perspective on the integration of physical and electronic channels*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-16115-0>
- Urueña-López, A., Agudo-Peregrina, A. F., & Hidalgo-Nuchera, A. (2011). Internet como fuente de información en el proceso de compra: hacia una concepción integral del consumidor. *El Profesional de La Información*, 20(6), 627–633. <https://doi.org/10.3145/epi.2011.nov.04>
- Urueña, A., Prieto, E., Ballester, M. P., Castro, R., Cadenas, S., & Seco, J. A. (2017). *Estudio sobre Comercio Electrónico B2C 2016 (Edición 2017)*. ONTSI.
- Verhoef, P. C., Kannan, P. K., & Inman, J. J. (2015). From Multi-Channel Retailing to Omni-Channel Retailing. *Journal of Retailing*, 91(2), 174–181. <https://doi.org/10.1016/j.jretai.2015.02.005>
- Verhoef, P. C., Neslin, S. A., & Vroomen, B. (2007). Multichannel customer management: Understanding the research-shopper phenomenon. *International Journal of Research in Marketing*, 24(2), 129–148. <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2006.11.002>
- Yadav, M. S., de Valck, K., Hennig-Thurau, T., Hoffman, D. L., & Spann, M. (2013). Social Commerce: A Contingency Framework for Assessing Marketing Potential. *Journal of Interactive Marketing*, 27(4), 311–323. <https://doi.org/10.1016/j.intmar.2013.09.001>

Número 406, cuarto trimestre de 2017

Arquitectura

Servicios

Otros temas

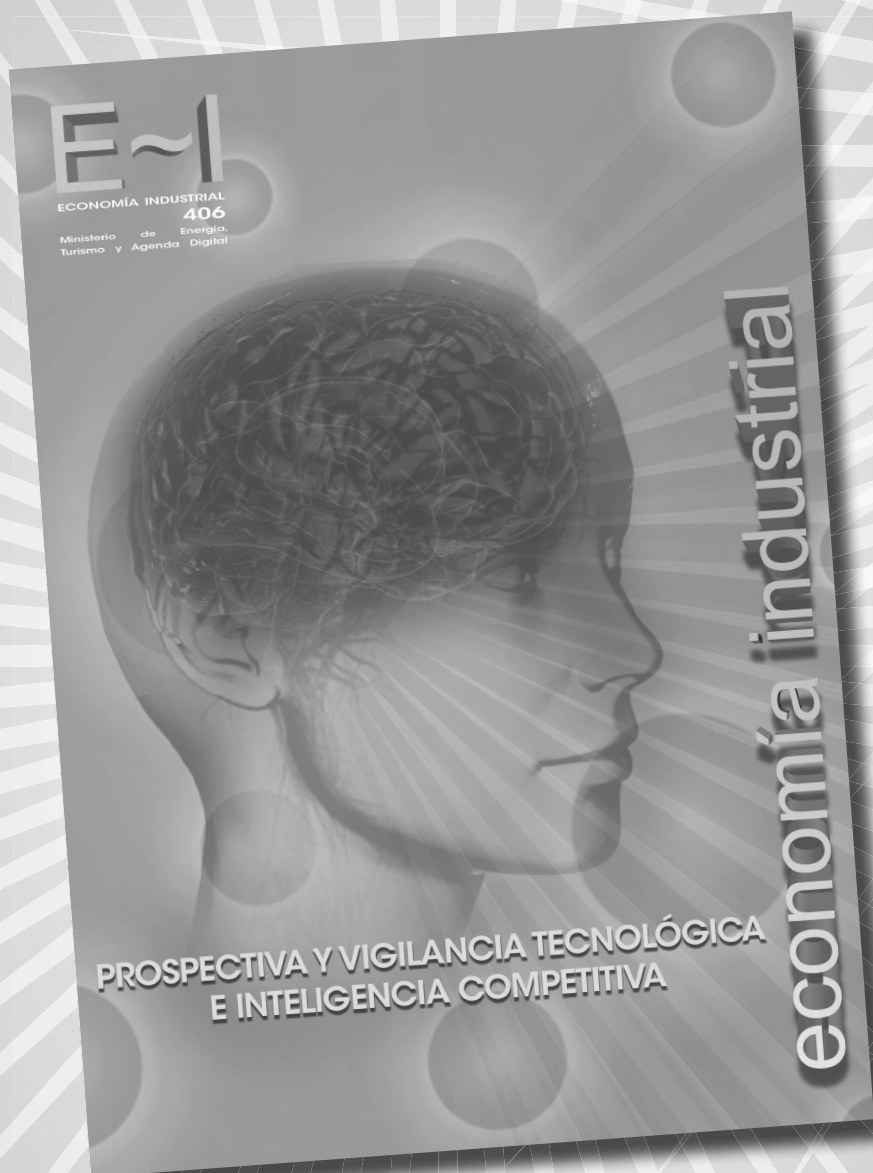
Crítica de libros

Aplicaciones
industriales

Políticas
públicas

Notas

Selección bibliográfica



www.economiaindustrial.es



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE INDUSTRIA, COMERCIO
Y TURISMO

SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA

SUBDIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO NORMATIVO,
INFORMES Y PUBLICACIONES
CENTRO DE PUBLICACIONES

www.mincotur.gob.es

VENTA Y SUSCRIPCIONES:

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO
CENTRO DE PUBLICACIONES

Panamá, 1. Planta 0. 28071 Madrid

Teléfonos: VENTAS: 913 495 129 / 913 494 968. CENTRALITA: 913 494 000
Fax: 913 494 485

TRANSFORMACION DIGITAL EN EL ÁMBITO SANITARIO: OBTENIENDO EFICIENCIA Y EFICACIA MEDIANTE EL USO DE COMUNIDADES VIRTUALES DE PRÁCTICA CLÍNICA

ANA JIMÉNEZ-ZARCO

Universitat Oberta de Catalunya

DAVID LACASTA TINTORER

Universitat Autònoma de Barcelona

FRANCESC SAIGÍ-RUBIÓ

Universitat Oberta de Catalunya

En España, la salud es un derecho universal, pero también constituye una actividad económica que genera un importante volumen de gasto, a la vez que ofrece elevadas tasas de actividad, tanto en cuanto a la creación de empresas como de puestos de trabajo. Según los datos aportados por Ministerio de Sanidad y Servicios Sociales, el gasto total del sistema sanitario español supuso, en el año 2014, 95.722 millones de euros; de ellos, el 69,8%

(66.826 millones) son financiados íntegramente por el sector público, mientras que el 29,1% restante (28.895 millones) lo son por el sector privado. Esta cifra representa el 9,2% del total del PIB nacional, (6,4% gasto sanitario público y 2,8% privado), siendo así el gasto per cápita es de 2.058 euros por habitante. Además, los datos ofrecidos por el INE (2017) señalan que se trata de uno de los sectores de actividad con una mayor tasa de crecimiento, tanto en número de empresas como en creación de empleo. Hoy existen en España unas 147.780 empresas sanitarias, un 3,46 por ciento más que las registradas en 2016. Además, el informe elaborado por Manpower en 2017, muestra como el sector sanitario es uno de los que presentan mayor potencial de crecimiento durante los próximos 10 años.

En los últimos años, el sector se ha enfrentado a un importante reto: incrementar sus niveles de eficiencia y eficacia, en un entorno económico y demográfico adverso. El informe de la Comisión Europea sobre sostenibilidad de los sistemas de salud en la UE estima que, desde 2009, en España, el gasto público en salud ha

disminuido en unos 12.000 millones de euros (Unión Europea, 2016). Los recortes realizados durante esos años se han traducido en el desarrollo de políticas de contención del gasto, que no sólo ha afectado a las partidas de personal y consumos internos (1), sino también a la de inmovilizado material y reposición de equipos (Bandrés y González, 2015). Lo que en otras palabras se traduce en la presencia de menor personal sanitario, peor remunerado y -en ocasiones- condiciones laborales precarias, junto con la falta de renovación de equipamiento tecnológico e instalaciones sanitarias.

Por otro lado, cabe destacar que la población española es una población en proceso de envejecimiento. Los datos ofrecidos por el INE, en 2016, muestran que el 18,4% de la población nacional tiene más de 65 años (Abellán-García et al., 2017). Pero el problema es que la tendencia va a más, de tal forma que desde el 2010 el índice de envejecimiento en España ha aumentado de forma consecutiva hasta alcanzar el 118% (Fundación ADECO, 2016).

Ambas crisis, económica y demográfica, han puesto en jaque al sistema sanitario español, que ante un entorno

de contención del gasto y un perfil de paciente más dependiente (2), establece como objetivo la mejora de la atención y la calidad asistencial al paciente. En un contexto de escasos recursos, resulta complicado: (a) tratar de mejorar los niveles de eficiencia y eficacia de la actividad del profesional sanitario; y a la vez, (2) ofrecer a los pacientes experiencias satisfactorias basadas en altos estándares de calidad y reducción de costes reducciones temporales, económicos y psicológicos vinculados al proceso asistencial.

Por último, tal y como señalan Mira y Aranaz (2000), la práctica asistencial debería centrarse en el paciente; esto es, reconocer su papel activo en la toma de decisiones sobre su salud y considerar que las decisiones clínicas deben incluir la perspectiva del paciente. La complejidad y, sobre todo, la importancia de este escenario ha llevado a centrar el interés en ámbitos específicos de la actividad sanitaria como es la Atención Primaria (en adelante AP). Este servicio desempeña un papel fundamental, ya que constituye el punto de entrada del paciente al sistema sanitario, de tal forma que es capaz de ofrecer servicios efectivos para evitar ingresos hospitalarios innecesarios, mejorar la inmediatez de la atención y reducir las listas de espera (Murray y Berwick, 2003). Además, en el servicio de AP es donde transcurre la relación entre el paciente y profesional sanitario, de tal manera que su funcionamiento condiciona que la experiencia del paciente sea satisfactoria (Fortenberry y McGoldrick, 2016; Mira et al., 2002; Shirley y Sanders, 2013).

Sin embargo, un rasgo característico de los servicios de AP es que han de atender a un gran número y variedad de pacientes que padecen toda una serie de problemas de salud, de los cuales una cantidad considerable es clínica y socialmente compleja. Esto significa que los profesionales sanitarios deben tratar varios aspectos simultáneamente, lo que puede plantear una multitud de problemas no sólo en lo relativo a la práctica clínica, sino también en la calidad de la relación que mantiene con el paciente (Mira y Aranaz, 2000), y sobre todo, al estado físico y psicológico de este último (Rodríguez et al., 2011).

Es por ello se antoja necesaria una transformación del sistema. Estos profesionales requieren un sistema eficaz de búsqueda de información de calidad, que les permita actualizar sus conocimientos y resolver problemas de manera rápida, eficiente y eficaz (González et al., 2007; Younger, 2015). Las sesiones clínicas y las conversaciones individuales, presencial o telefónicamente, con la Atención Especializada (en adelante AE) son opciones que les permiten resolver estas cuestiones (De Fiol et al., 2014). Pero ante la saturación del sistema sanitario, la comunicación entre la AP y la AE no es fácil, rápida ni eficaz (Alonso-Pérez et al., 2000), hecho que implica importantes consecuencias en término del incremento de costes no sólo para el sistema sanitario, sino también para el paciente (Mira y Aranaz, 2000). Así, muchas derivaciones a AE (hospitalización o consulta especializada) o demora en las citaciones se producen de forma innecesaria como resultado de una mala comunicación entre AP y AE (Bodenheimer, 2008), o por falta de conocimientos de los profesionales de AP (Beasley et al.,

2004, Horner et al., 2015). Además, el incremento en el tiempo de espera a la hora de recibir un diagnóstico definitivo, o el aumento del número de análisis y pruebas clínicas, influyen de forma negativa en el estado físico y anímico del paciente, con el consiguiente impacto negativo sobre su experiencia (Rios-Risquez y García-Izquierdo, 2016).

A modo de solución, abundantes trabajos apuntan los beneficios que la transformación digital, mediante el uso intensivo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), ofrecen en términos de eficiencia, rentabilidad, mejora de la atención médica y uso del tiempo (Davies y Harrison, 2007; Louro-González et al., 2009; González-González et al., 2006). Más allá de los beneficios que el correo electrónico y la videoconferencia ofrecen en el ámbito de la comunicación, otras herramientas como las Comunidades Virtuales de Prácticas (en adelante CoP) ofrecen un espacio adecuado para la comunicación, la relación y la construcción de conocimiento entre los diferentes profesionales sanitarios.

Aplicadas al ámbito sanitario, las Comunidades Virtuales de Práctica Clínica (CoPC) son plataformas *online* que aprovechan las ventajas de la Web 2.0 para construir conocimiento entre los profesionales sanitarios de diferentes niveles asistenciales (Musgrove et al., 2000). Aunque las evidencias que demuestren su utilidad son aún limitadas (Li et al., 2009, McGowan et al., 2012), estas comunidades virtuales han mostrado una gran capacidad para transferir los conocimientos adquiridos a la práctica clínica diaria entre profesionales de AP y AE (Lee y Lan, 2007; Sraus et al., 2011; Zanaboni et al., 2009), así como un gran potencial a nivel formativo (Kim et al., 2009; Stoves et al., 2010), favoreciendo la generación de conocimiento tácito que emerge de la interacción entre profesionales de diferentes niveles asistenciales.

Considerando lo anterior, el presente trabajo presenta la evolución y resultados alcanzados por ECOPIH a lo largo de sus 8 años de existencia. ECOPIH es una CoPC que utiliza una plataforma Web 2.0 para la comunicación entre atención primaria y hospitalaria, y que incluye profesionales de la salud de centros de atención primaria y especialistas de varios hospitales en Badalona y Sant Adrià de Besòs (dos ciudades del área metropolitana de Barcelona, España). Para ofrecer una visión general de la transformación facilitada por ECOPIH, comenzaremos el trabajo presentando la comunidad ECOPIH y explicando los motivos de su creación. Seguidamente, procederemos a analizar cuáles han sido los factores que durante los primeros años de su existencia contribuyeron a que el colectivo sanitario la adoptara y usara de forma regular. Finalmente, se mostrarán cuáles han sido los resultados alcanzados por la CoPC, estableciéndose si los mismos han alcanzado o no las expectativas que sobre ellas tenían los profesionales sanitarios.

EL PROYECTO ECOPIH: RAZONES PARA SU CREACIÓN

Es bien conocida la necesidad que tienen los profesionales sanitarios de acceder a fuentes de confianza, así como la dificultad de la literatura científica para respon-

der directamente preguntas clínicas surgidas de la práctica diaria (Davies y Harrison, 2007, González-González, et al., 2006, Wilson et al., 2003). La integración de las TIC en la actividad diaria debería dar solución a problemas existentes en el día a día de los profesionales asistenciales. El acceso difícil a las consultorías con especialistas es un aspecto resuelto de forma parcial y muy heterogénea en los diferentes centros de salud. El proyecto ECOPIH busca desarrollar una herramienta que permita homogeneizar la comunicación entre profesionales haciéndola más ágil, eficiente y participativa para todos los profesionales.

ECOPIH fue creada en el 2009 sobre la plataforma e-Catalunya (<http://ecatalunya.gencat.cat>) como su sistema de gestión de contenidos, una plataforma de trabajo colaborativo que ha sido creada por la Generalitat de Catalunya con el objetivo de innovar en servicios públicos, mejorar la productividad y eficiencia de las organizaciones, y conectar el talento y crear red (Generalitat de Catalunya, 2018). La elección de la plataforma no es banal, ya que como gestor de contenidos ofrece una gran cantidad de funcionalidades disponibles directamente, opciones de implementación incremental e integración en entornos muy conocidos que facilita a los usuarios compartir de forma rápida y fácil la información. Asimismo, e-Catalunya permite trabajar con estándares a nivel corporativo y que ofrecen seguridad, privacidad, administración e integración dentro de una plataforma estable y cerrada. (Lacasta et al., 2013). ECOPIH permite a los usuarios compartir información rápida y fácilmente gracias a sus numerosas aplicaciones. Una serie de subgrupos en el sistema (uno para cada especialidad activa) fueron creados desde su inicio, habilitando las siguientes herramientas dentro de cada grupo: i) un foro donde plantear consultas sobre casos clínicos para la consulta; ii) un repositorio de documentos y un repositorio de imágenes; iii) un blog donde publicar las noticias que la gente quiere compartir; iv) un calendario y una herramienta para editar documentos en línea; v) una herramienta llamada "Procesos participativos" que se puede utilizar para realizar encuestas a los miembros participantes. A la vez, ECOPIH tiene presencia en las redes sociales, en especial Twitter y Facebook. Todo ello le permite darse a conocer ante otros profesionales de otros centros sanitarios interesados en conocer la iniciativa.

Las reglas de uso del foro incluyen el respeto por la confidencialidad del paciente y la identificación del médico. Las publicaciones no se moderan, aunque se revisan para garantizar que cumplan con las reglas de juego establecidas. La plataforma tiene un sistema de notificación que permite a los miembros recibir correos electrónicos diarios, semanales o mensuales, que contienen actualizaciones de las noticias disponibles en ECOPIH. De esta forma, cuando un profesional desea consultar un caso clínico, debe redactarlo en el foro, aportando, si lo cree necesario, la imagen (fotografía o imagen radiológica), o documento (por ejemplo, un informe o un electrocardiograma escaneado). El especialista de referencia interviene para responder la duda aportando protocolos o bibliografía que amplíen su respuesta, si lo

considera oportuno. El resto de los miembros de la AP pueden leer los contenidos y participar en la discusión del caso, así como compartir también cualquier documento o realizar aportaciones en el blog. Además, cabe señalar que la participación de los profesionales de AP es voluntaria. Toda la información es accesible mediante un buscador, que permite revisar si existe algún caso o documento útil publicado con anterioridad relativo a la cuestión que se desea.

Disponer de una herramienta que aporte información rápida, fiable y práctica es fundamental para los profesionales de AP, dada la multitud de dudas en la práctica clínica diaria (Louro-Gonzalez, et al., 2009 Coumou y Meijman, 2006, Del Fiol y Workman, 2014; Ely et al. 2005; Boulware et al., 2010). Con este objetivo, la implementación de esta CoPC debería proveer, en primer lugar, una nueva vía de resolución de casos clínicos al proporcionar un modelo útil para la gestión del conocimiento con éxito en otras disciplinas, y un mecanismo que facilite y promueva una nueva forma de trabajar y aprender a partir del trabajo colaborativo y del uso de la inteligencia colectiva. Se cree que estos condicionantes deberían ser útiles en AP, donde la flexibilidad y la coordinación permanente son aspectos clave en la atención a pacientes con importante multimorbilidad. De esta manera, las dudas generadas en las consultas médicas de AP son resueltas de forma asincrónica por los especialistas de referencia sin necesidad de derivar el paciente, mejorando el proceso.

En segundo lugar, el establecimiento de herramientas de comunicación virtual debería permitir una mejora de la comunicación entre niveles asistenciales, tanto de medicina como de enfermería y especialistas en las diferentes áreas, resolviendo el distanciamiento que hay entre AP y AE (Terraza-Núñez et al., 2006; O'Malley y Reschovsky, 2010; Bodenheimer, 2008). Las sesiones clínicas y las conversaciones individuales, presencial o telefónicamente, con la AE son opciones que permiten resolver las cuestiones planteadas en las consultas de AP. Pero ante la saturación del sistema sanitario, la comunicación entre AP y AE no es rápida, fácil, ni eficaz. En respuesta a esta situación se generan muchas derivaciones a la AE mediante la hospitalización o la interconsulta en el área de consultas externas. ECOPIH incluye en la comunicación entre profesionales el concepto de web 2.0, y lo hace a través de una CoPC, causando un cambio en la forma cómo se gestiona el conocimiento.

En tercer lugar, ECOPIH debería proveer una opción de formación continua mediante la compartición de conocimiento. La herramienta ECOPIH posea una vertiente formativa muy potente al combinar cuatro aspectos esenciales: (1) el aprendizaje a partir de casos clínicos reales directamente aplicables a la práctica diaria; (2) el hecho de hacerlo con la presencia de un experto (el especialista); (3) el hecho que toda información disponible en la plataforma (tanto los consejos del especialista como la bibliografía que se adjunta) esté disponible para toda la comunidad (incluso para aquellos miembros que no tienen una participación activa, tan sólo observadores o lectores o "lurkers"); y (4) las posibilidades

de interacción social que ofrece la plataforma, siendo ésta una de las vías mediante las cuales los profesionales sanitarios generan su propio conocimiento tácito o práctico (Perales et al., 2002; Saigi, 2011; Soubh et al., 2002; Lombardo et al., 1996).

En cuarto lugar, ECOPIH, debería permitir gestionar mejor el tiempo, tanto para el profesional de AP como el de AE, al permitirle decidir el tiempo que le destina a la comunicación con AP y al evitar interrupciones y consultas repetidas.

No obstante, precisamente la variable tiempo podría jugar en contra al uso de esta herramienta. Por un lado, para los profesionales de AP, al tener que compaginarla con el paciente. Y por otro, para los profesionales especialistas, al tener que consultar la herramienta para la resolución de las dudas al finalizar su jornada laboral. Es por ello que el uso de herramientas de comunicación virtual como ECOPIH demanda también cambios organizativos que permitan disponer de este tiempo de forma regular, tanto a los profesionales de AP como de AE. Aparte del valor añadido que supone para los propios usuarios el uso de una herramienta como ECOPIH, la institución debería apostar por la herramienta ofreciendo un reconocimiento a sus participantes e incorporándola, en la medida de lo posible, en la cartera de servicios o estableciendo mecanismos para incentivar su uso.

Otro elemento que actúa como barrera sería las cuestiones tecnológicas. Ligada con la variable tiempo, lo ideal sería que estuviera integrada en la estación de trabajo habitual sin la necesidad de introducir una nueva contraseña. Luego estarían las cuestiones vinculadas con la interfaz y la usabilidad. Por último, la posibilidad técnica versus la idoneidad de vincularse con la historia clínica electrónica del paciente a tratar para incrementar la utilidad al uso de ECOPIH.

FACTORES QUE DETERMINAN LA ADOPCIÓN Y USO DE ECOPIH: PERIODO 2009-2011 ↓

Durante los primeros años de vida de la herramienta, uno de los principales retos a los que se enfrentaba ECOPIH era conseguir una elevada tasa de adopción por parte del personal sanitario de AP y AE. Para ello, era básico preguntarse qué era lo que motivaba al profesional asistencial a utilizar una herramienta de CoPC en la organización asistencial donde desarrollaban su actividad. El trabajo de Lacasta y colaboradores (2015) ofrece una descripción detallada del proceso de análisis, pero de forma resumida, se puede indicar que el estudio de una muestra de 166 profesionales pertenecientes a los centros de AP y AE (pertenecientes a los centros hospitalarios de Badalona y Sant Adrià de Besòs), y obtenida durante el mes de diciembre de 2011, permitió establecer los factores que inciden sobre la intención de uso de la herramienta.

En relación al perfil del usuario de la herramienta, se puede indicar que el usuario tipo era una mujer (68,1%) mayor de 45 años (56%), médico (65,6%), que usa de

forma habitual dispositivos móviles (70,7%) y tiene presencia en redes sociales (59,8%).

Por lo que respecta a los factores determinantes de la adopción, se tuvo en consideración las propuestas realizadas por algunos trabajos realizados en el ámbito de la Adopción y Difusión de Innovaciones que señalan la facilidad de uso, la utilidad percibida (Davis, 1993, Davis y Venkatesh, 1996, Lee et al, 2003) o la seguridad y confidencialidad en cuanto a la difusión de la información (Dünnebei et al., 2012; Venkatesh y Davis, 1996) como determinantes sobre la intención de uso. Además, también se tuvo en consideración que el profesional sanitario usa la tecnología tanto en su ámbito profesional como personal, por lo que cabe esperar que el perfil de usuario de las TIC que éste muestre también incida en su intención de usar ECOPIH.

Los resultados obtenidos refuerzan las ideas anteriormente presentadas sobre cómo los profesionales de AP y AE dan relevancia a las posibilidades de ECOPIH para reducir los costes relacionados con su actividad. Probablemente, la saturación de los servicios debido a la necesidad de optimizar costes, en un contexto de crisis económica, de contención del gasto sanitario y recortes en las prestaciones de sanidad explican la relevancia de la reducción de costes relacionados con la actividad. Por otro lado, la posibilidad de acceder de forma rápida a información relevante para la resolución del caso clínico permite al profesional agilizar y mejorar de forma eficiente la calidad y precisión de su diagnóstico. Este hecho, tal y como hemos visto, no sólo afecta de forma directa a la reducción de los costes del sistema sanitario, sino lo que es más importante, incide de forma directa sobre el nivel de satisfacción del paciente. El paciente recibe de forma rápida un diagnóstico acertado, evitándole tiempo de espera, posibles desplazamientos, pruebas e ingresos que no sólo pueden ser perjudiciales a nivel físico, sino también que incrementan sus niveles de estrés e incertidumbre con respecto a su enfermedad.

En segundo lugar, cabe señalar que el uso habitual de las redes sociales y de aplicaciones web 2.0 es de importancia secundaria en la configuración de los factores discriminantes del uso de ECOPIH por parte de los profesionales sanitarios. Aunque algunos de ellos parecen reacios a utilizar aplicaciones de redes sociales, nuevos modelos son necesarios para mantenerse al día y compartir conocimientos clínicos con otros profesionales debido a la gran cantidad de conocimiento médico requerido para el cuidado del paciente en la práctica clínica. Por lo tanto, es razonable suponer que los profesionales buscan cada vez más alternativas para compartir información, y las CoPC virtuales podrían proporcionar un medio eficiente y efectivo para lograrlo.

Finalmente, se ha de tener en cuenta que los protocolos sanitarios inciden en la necesidad de salvaguardar y proteger la información relativa al paciente, en especial cuando se usan medios electrónicos. En el caso de ECOPIH no ha sido un tema conflictivo, puesto que de entrada se estableció por escrito que la responsabilidad del manejo del paciente recaía en el profesional

TABLA 1
DERIVACIONES EN DIFERENTES ÁREAS DE ESPECIALIDAD ATENDIENDO AL USO DE ECOPIH

DERIVACIONES POR ESPECIALIDAD		USUARIOS	NO USUARIOS	SIGNIFICACIÓN
Cardiología	Bajo	15,3%	4,7%	0,023
	Medio	9,7%	5,7%	
	Alto	25,0%	19,8%	
	Muy alto	50,0%	69,8%	
Endocrinología	Bajo	25,0%	9,4%	0,025
	Medio	29,2%	27,4%	
	Alto	16,7%	27,4%	
	Muy alto	29,2%	36,8%	
Digestivo	Bajo	12,5%	4,7%	0,019
	Medio	23,6%	6,6%	
	Alto	12,5%	15,1%	
	Muy alto	51,4%	73,6%	
Nefrología	Bajo	91,7%	88,7%	0,635
	Medio	8,3%	10,4%	
	Alto	0,0%	0,09%	
	Muy alto	-	-	
Neurología	Bajo	16,7%	9,4%	0,455
	Medio	12,5%	12,3%	
	Alto	26,4%	34,0%	
	Muy alto	44,4%	44,3%	
Neumología	Bajo	15,3%	10,4%	0,443
	Medio	20,8%	16,0%	
	Alto	23,6%	33,6%	
	Muy alto	40,3%	40,6%	

Fuente: Elaboración propia

de AP, y así se explicitaba durante la formación y de forma visible en la propia herramienta.

CONSOLIDACIÓN DE LA HERRAMIENTA Y LA CONFIRMACIÓN DE RESULTADOS: PERIODO 2012-2016 ▼

Entre el año 2012 y 2016 ECOPIH se consolida como una herramienta sumamente útil entre los miembros de la comunidad sanitaria. Actualmente cuenta con un total de 275 miembros registrados que la utilizan de forma habitual. Los datos obtenidos por la plataforma son similares a los obtenidos del análisis de otras CoP (Nielsen, 2006), sin olvidar a los participantes observadores, lectores o "lurkers", que también se benefician del conocimiento de los expertos (*legitimate peripheral participants*) (Andrew et al., 2009, Curran et al., 2009). Así, a lo largo de un año se realizan unas 1000 intervenciones de media por parte de sus miembros, que conllevan una 12.200 lecturas (aproximadamente, 10 lecturas por aportación). Las consultas realizadas por los especialistas de AP a los de AE corresponden principalmente a las especialidades de cardiología, endocrinología, digestivo, nefrología, neurología y neumología, que la herramienta separa por grupos diferenciados.

La información anterior nos lleva a preguntarnos si realmente la herramienta ha alcanzado los objetivos para

los que fue creada. De entrada, los datos del registro suministrado por la propia herramienta señalan que el perfil profesional del usuario coincide con el de la etapa de implantación de la herramienta. Se trata de un profesional menor de 50 años, mayoritariamente femenino (76,5%) y que usa las TIC de forma habitual. ¿Pero realmente se han alcanzado los objetivos buscados? En aras de responder a esta pregunta, el año 2013 se propuso un segundo estudio a fin de conocer el impacto real de la herramienta sobre la práctica asistencial, y con ello conocer si de forma efectiva se han cumplido las expectativas que en relación a ECOPIH mostraba su usuario en el año 2013.

Para ello nuevamente se analizó una muestra de 178 profesionales de AP y AE (pertenecientes a los centros hospitalarios de Badalona y Sant Adrià de Besòs), obtenida durante el mes de diciembre de 2013, y el número de derivaciones realizadas en las áreas de especialización sanitaria anteriormente señaladas: Cardiología, Endocrinología, Digestología, Nefrología, Neurología y Neumología.

La tabla 1 muestra el número de derivaciones realizadas por los usuarios y los no usuarios de la ECOPIH en las diferentes especialidades.

Los resultados obtenidos evidencian diferencias significativas para tres de las especialidades analizadas. Así, para la especialidad de Cardiología, Endocrinología y Digestivo se observa cómo los profesionales miembros de ECOPIH realizan un volumen de derivaciones bajo o medio, frente al volumen alto-muy alto realizado por los profesionales de mayor edad y no miembros de ECOPIH. No se observaron diferencias significativas en cuanto al número de derivaciones de cada grupo al inicio del período de estudio, por lo que las diferencias halladas pueden relacionarse con el uso de ECOPIH. Para el resto de especialidades (nefrología, neumología y neurología), no se observa un patrón de comportamiento diferente entre los grupos. No obstante, cabe señalar que las tres especialidades donde se presentan diferencias son las que muestran un mayor número de derivaciones totales, así como de profesionales sanitarios implicados.

Este hecho parece confirmar que la ECOPIH cumple con una de las principales expectativas mostradas por los profesionales en el momento de adoptar la herramienta: la reducción de costes sanitarios. De forma efectiva se observa cómo el uso de la herramienta ejerce un efecto directo sobre el porcentaje de pacientes que son derivados desde el servicio de AP al de AE. Este hecho conlleva no sólo un ahorro en el tiempo que diferentes profesionales dedican al diagnóstico de la enfermedad, sino también un ahorro de recursos destinados al proceso. Pero junto a la mejora de la eficiencia de la actividad del profesional sanitario, también se ha de considerar que, de manera directa, esta mejora en la calidad asistencial también repercute de forma directa en el paciente. Y es que la posibilidad de reducir el tiempo de espera a recibir el diagnóstico, o el número de viajes y realización de diferentes pruebas clínicas repercute de forma directa en estado físico y psicológico del paciente.

CONCLUSIONES

El análisis de la evolución de ECOPIH ha puesto de manifiesto los beneficios del uso de las tecnologías digitales en el ámbito sanitario, mediante una transformación de los procesos de trabajo. La adopción de una herramienta sencilla como la CoP, que originalmente se ha utilizado en ámbitos profesionales tan alejados del sanitario –por ejemplo, comercial y ventas– ofrece una solución económica y a la vez efectiva a algunos de los retos a los que se enfrenta las instituciones sanitarias. ECOPIH se ha mostrado como una herramienta útil, eficiente, eficaz, y con capacidad formativa. Destaca por ser colaborativa y aportar información fiable y actualizada, con gran capacidad de transferencia a la práctica clínica.

No obstante, detrás de estos resultados se revela la necesidad de proceder con enfoques dinámicos en el diseño de la utilización de las TIC en el ámbito de la salud, especialmente cuando se dirigen a una variedad de usuarios finales. De ahí la importancia de realizar estudios previos a la utilización de las TIC, y tratar de revelar qué predictores pueden influir en su adopción, y cómo. La investigación se enfrenta al reto de generar tal evi-

dencia, un requisito previo para la adopción generalizada de cualquier tecnología en el ámbito sanitario.

En el caso de ECOPIH, son necesarios determinados cambios organizativos y técnicos para promover un mayor uso de la herramienta y así aprovechar todo su potencial tanto a nivel asistencial como formativo. Este escenario plantea importantes desafíos para la formulación de políticas públicas y estrategias por parte de las instituciones de salud en las cuales no deberían estar ausentes decisiones relativas al uso de este tipo de herramientas de comunicación en aras de la eficiencia.

NOTAS

- [1] La reducción en la partida de personal implica una reducción de puestos de trabajo temporales, así como recortes salariales al personal fijo y la congelación en lo que respecta a la tasa de reposición de jubilaciones y bajas laborales. Mientras, la reducción de gastos en consumos internos supone la reducción de gastos en las partidas de farmacia hospitalaria, material sanitario y administración.
- [2] Se trata de un paciente con mayor edad, y que por tanto presenta una mayor frecuencia de ingresos, sufren enfermedades crónicas, pérdida de autonomía y reducción de sus capacidades funcionales.

BIBLIOGRAFÍA

- Abellán-García, A; Ayala-García, A.; y Pujol-Rodríguez, R. (2017): Un perfil de las personas mayores en España, 2017, indicadores y estadísticos básicos. *Informes envejecimiento en red*. <http://envejecimiento.csic.es/documentos/documentos/enred-indicadoresbasicos17.pdf>
- Alonso Pérez de Ágreda JP, Febrel Bordejé M, y Huelin Domeco de Jarauta J. (2000). Factores Asociados a la Derivación Inadecuada Entre Atención Primaria y Especializada: Estudio Cualitativo en Médicos de Atención Primaria. *Gaceta Sanitaria* 14(2):122–130.
- Andrew N, Ferguson D, Wilkie G, Corcoran T, y Simpson L (2009). Developing professional identity in nursing academics: the role of communities of practice. *Nurse Education Today* ;29(6):607–11. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19250718> PMID: 19250718
- Bandrés, E., y González, R. (2015). La reducción del gasto sanitario en España durante la crisis. *Cuadernos de información económica*, 248, 37-48.
- Bodenheimer T. (2008) Coordinating care--a perilous journey through the health care system. *N Engl J Med* 6;358(10):1064–71
- Boulware DR, Dekarske AS, Filice G A. (2010). Physician preferences for elements of effective consultations. *J Gen Intern Med*;25:25–30. doi:10.1007/s11606-009-1142-2.
- Cook DA, Sorensen KJ, Wilkinson JM, Berger RA. (2013). Barriers and decisions when answering clinical questions at the point of care: a grounded theory study. *JAMA Intern Med* ;173:1962–9. doi:10.1001/jamainternmed.2013.10103.
- Coumou HCH, Meijman FJ. (2006). How do primary care physicians seek answers to clinical questions? A literature review. *J Med Libr Assoc* ;94:55–60.
- Curran JA, Murphy AL, Abidi SSR, Sinclair D, McGrath PJ. (2009) Bridging the gap: knowledge seeking and sharing in

a virtual community of emergency practice. *Eval Health Prof* ;32(3):312-25. Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19696084> PMID: 19696084

Davis FD (1993): User acceptance of information technology: system characteristics, user perceptions and behavioral impacts. *Int. J. Man-Machine Studies*, 38: 475-487

Davis FD, Venkatesh V (1996) A critical assessment of potential measurement biases in the technology acceptance model: three experiments. *Int. J. Human-Comput. Studies* 1996, 45: 19-45

Davies, K. (2007). The information-seeking behaviour of doctors: a review of the evidence. *Health Information & Libraries Journal*, 24(2), 78-94.

Davies K, Harrison J. (2007) The information-seeking behaviour of doctors: a review of the evidence. *Health Info Lib* 24:78-94. doi:10.1111/j.1471-1842.2007.00713.x.

Del Fiol G, Workman TE, Gorman PN (2014). Clinical questions raised by clinicians at the point of care: a systematic review. *JAMA Intern Med American Medical Association* ;174(5):710-718.

Donaldson A, Lank E, Maher J. (2005) Making the invisible visible: how a voluntary organization is learning from its work with groups and communities. *J Chang Manag* ,191-206. doi:10.1080/14697010500119993.

Dünnebell, S., Sunyaev, A., Blohm, I., Leimeister, J. M., & Krcmar, H. (2012). Determinants of physicians' technology acceptance for e-health in ambulatory care. *International journal of medical informatics*, 81(11), 746-760

Ely JW, Osheroff JA, Chambliss ML, Ebell MH, Rosenbaum ME. (2005) Answering physicians' clinical questions: obstacles and potential solutions. *J Am Med Inf Assoc*;12:217-24. doi:10.1197/jamia.M1608.

Fortenberry Jr, J. L., & McGoldrick, P. J. (2016). Internal marketing: A pathway for healthcare facilities to improve the patient experience. *International Journal of Healthcare Management*, 9(1), 28-33.

Fundación ADECO (2016). <https://fundacionadecco.org/nuevo-maximo-historico-envejecimiento-espana-118-ya-se-contabilizan-118-mayores-64-anos-100-menores-16/>

Generalitat de Catalunya (2018). Plataforma E-Catalunya <https://ecatalunya.gencat.cat/portal/index.jsp>.

González-González A, Dawes M, Sánchez-Mateos J, Riesgo-Fuertes R, Escortell-Mayor E, Sanz-Cuesta T, et al. Information needs and information-seeking. *The Annals of Family Medicine* 2007;5:345-52.

González-González A, Sánchez Mateos JF, Sanz Cuesta T, Riesgo Fuertes R, Escortell Mayor E, Hernández Fernández T. (2006). Estudio de las necesidades de información generadas por los médicos de atención primaria (proyecto ENIGMA). *Atención Primaria* 38:219-24. doi:10.1157/13092344

Horner, K., Wagner, E., & Tufano, J. (2011). Electronic consultations between primary and specialty care clinicians: early insights. *Issue Brief (Commonw Fund)*, 23(23), 1-14.

Kim, Y., Chen, A. H., Keith, E., Yee, H. F., & Kushel, M. B. (2009). Not perfect, but better: primary care providers' experiences with electronic referrals in a safety net health system. *Journal of general internal medicine*, 24(5), 614-619.

Lee MR, Lan Y. From Web 2 González-González, I, , Sánchez Mateos A, , Sanz Cuesta, J.F., Riesgo Fuertes, T., Escortell Mayor, R., Hernández Fernández, E (2006). Estudio de las necesidades de información generadas por los médi-

cos de atención primaria (proyecto ENIGMA). *Atención Primaria* [38(4):219-224.

Lee, M. R., y Lan, Y. C. (2007). From Web 2.0 to conversational knowledge management: towards collaborative intelligence. *Journal of Entrepreneurship Research*, 2(2), 47-62.

Lee Y, Kozar KA, y Larsen KRT: The technology acceptance model: past, present and future. *Communications of the Association of Information Systems* 2003, 12: 752-780, Li, L. C., Grimshaw, J. M., Nielsen, C., Judd, M., Coyte, P. C., & Graham, I. D. (2009). Use of communities of practice in business and health care sectors: a systematic review. *Implementation science*, 4(1), 27.

Louro González A, Fernández Obanza E, Fernández López E, Vázquez Millán P, Villegas González L, y Casariego Vales E (2009). Análisis de las dudas de los médicos de atención primaria. *Atención Primaria* [Internet] 2009;41(11):592-597

Ministerio de Asuntos Sociales (2016) Informe Anual del Sistema de Salud,. Disponible online en https://www.msssi.gob.es/estadEstudios/estadisticas/sisInfSanSNS/tablaEstadisticas/InfAnualSNS2016/7Gast_Sanit.pdf

Mira, J. J., Rodríguez-Marín, J., Peset, R., Ybarra, J., Pérez-Jover, V., Palazón, I., & Llorca, E. (2002). Causas de satisfacción y de insatisfacción de los pacientes en hospitales y atención primaria. *Revista de Calidad Asistencial*, 17(5), 273-283.

Murray, M, y Berwick, D.M. (2003). Reducing waiting and delays in primary care. *Journal of the American Medical Association* ;289:1035-40.

Musgrove H, Creese A, Preker A, Baeza C, Anell A (2000), Prentice T. The World health report 2000 : health systems: improving performance World Heal Rep 2000. Geneva; 2000.

McGowan, B. S., Wasko, M., Vartabedian, B. S., Miller, R. S., Freiherr, D. D., & Abdolrasulnia, M. (2012). Understanding the factors that influence the adoption and meaningful use of social media by physicians to share medical information. *Journal of medical Internet Research*, 14(5).

Nielsen C. "90-9-1" Rule for Participation Inequality: Lurkers vs. Contributors in Internet Communities (Jakob Nielsen's Alertbox) [Internet]. 2006. Disponible en: http://www.useit.com/alertbox/participation_inequality.html

Ríos-Rísquez, M. I., & García-Izquierdo, M. (2016). Patient satisfaction, stress and burnout in nursing personnel in emergency departments: A cross-sectional study. *International Journal of Nursing Studies*, 59, 60-67

Rodríguez, P. M., Del Pino, D. A., & Alvaredo, R. B. (2011). De lo psicológico a lo fisiológico en la relación entre emociones y salud. *Revista Psicología Científica. com*, 17.

Lacasta, D;Flaych, S; Alzaga, X; Toran, M, Manresa, J.M.; Saigi-Rubio, F. (2013). Proyecto ECOPIH, aprendizaje colaborativo en las consultas de Atención Primaria Aplicado a la Asistencia Sanitaria. Conference: Jornada sobre Aprendizaje Cooperativo (JAC-13). XIDAC.

Lacasta D, Flayeh S, Manresa JM, Torán-Monserat P, Jiménez-Zarco A, Torrent-Sellens J, Saigi-Rubí F (2015). Understanding the discriminant factors that influence the adoption and use of clinical communities of practice: the ECOPIH case. *BMC Health Services Research journal* 15(1), 373.

Lombardo M.M, y Eichinger RW. (1996) *The Career Architect Development Planner*. 1st editio. Minneapolis: Lominger;

Louro González A, Fernández Obanza E, Fernández López E, Vázquez Millán P, Villegas González L, y Casariego Vales E. (2009) Análisis de las dudas de los médicos de atención primaria. *Atención Primaria* 41:592-7.

O'Malley AS, y Reschovsky JD. (2011) Referral and consultation communication between primary care and specialist physicians: finding common ground. *Archives of internal medicine*, 171(1), 56-65. . doi:10.1001/archinternmed.2010.480.

Pereles L, Lockyer J, y Fidler H. (2002) Permanent small groups: group dynamics, learning, and change. *Journal of Continuing Education in the Health Professions*, 22(4), 205-213. doi:10.1002/chp.1340220404.

Saigí-Rubió F. (2011) Social networks for teaching and learning: the case of the telemedicine laboratory. *Gaceta Sanitaria* ;25:254-6. doi:10.1016/j.gaceta.2010.11.008.

Shirley, E. D., y Sanders, J. O. (2013). Patient satisfaction: implications and predictors of success. *The Journal of Bone & Joint Surgery* , 95(10), e69.

Soubhi H, Colet NR, Gilbert JH V, Lebel P, Thivierge RL, Hudon C, et al. (2009) Interprofessional learning in the trenches: fostering collective capability. *Journal of interprofessional care*, 23(1), 52-57.. doi:10.1080/13561820802565619.

Straus, S. G., Chen, A. H., Yee Jr, H., Kushel, M. B., y Bell, D. S. (2011). Implementation of an electronic referral system for outpatient specialty care. In *AMIA Annual Symposium Proceedings* (Vol. 2011, p. 1337). American Medical Informatics Association.

Stoves, J., Connolly, J., Cheung, C. K., Grange, A., Rhodes, P., O'donoghue, D., y Wright, J. (2010). Electronic consultation as an alternative to hospital referral for patients with chronic kidney disease: a novel application for networked electronic health records to improve the accessibility and efficiency of healthcare. *Qualy Safety Health Care*, 19(5), e54-e54.

Terraza Núñez R, Vargas Lorenzo I, Vázquez Navarrete ML. (2006) Coordination among healthcare levels: systematization of tools and measures. *Gaceta Sanitaria* ;20:485-95.

Unión Europea (2016). Sostenibilidad de los sistemas de salud en la UE. http://www.consilium.europa.eu/en/meetings/eurogroup/2016/10/10/?utm_source=dsms-auto&utm_medium=email&utm_campaign=Main+results+-+Eurogroup%2c+10%2f10%2f2016

Venkatesh A, Davis FD: A model of the antecedents of perceived ease of use: development and test. *Decisions Science* 1996, 27: 451-481

Wilson P, Glanville J, y Watt I. (2003) Access to the online evidence base in general practice: a survey of the Northern and Yorkshire Region. *Health Info Libr J* 2003;20:172-8.

Younger , P. (2010) Internet-based information-seeking behaviour amongst doctors and nurses: a short review of the literature. *Health Info Libr J*;27(1):2-10

Zanaboni P, Scalvini S, Bernocchi P, Borghi G, Tridico C, Masella C. (2009) Teleconsultation service to improve healthcare in rural areas: acceptance, organizational impact and appropriateness. *BMC Health Serv Res* 9:238. Disponible en: <http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1472-6963-9-238.pdf> PMID: 20021651

Otros temas

ANÁLISIS DE LAS PYMES ESPAÑOLAS: CONSTRUCCIÓN Y TURISMO

FRANCISCO BLANCO RAMOS
GUSTAVO CUELLO ALBORNOZ
MÁXIMO FERRANDO BOLADO
MATILDE O. FERNÁNDEZ BLANCO

Universidad de Valencia

Como es bien sabido, el tejido empresarial español se caracteriza por la proliferación de empresas pequeñas y medianas que constituyen la fuente principal de creación de riqueza y de empleo en nuestro país. Es por ello que los estudios sobre los efectos de las crisis sobre las pymes son de gran interés, no solo para los estudiosos y académicos, sino también para

que los empresarios, poderes públicos y organizaciones sociales puedan tomar decisiones acertadas cuando el entorno económico presenta situaciones difíciles.

La última y más grave crisis financiera y económica que ha tenido lugar en España y otros muchos países desarrollados, de la que podemos fechar su nacimiento a partir de 2007 y cuyos efectos perniciosos aún no han sido todavía eliminados, ha dado lugar a muchos estudios de tipo económico para explicar las motivaciones, analizar sus efectos y buscar las formas de evitarlos en el futuro (Coral Polanco *et al.*, 2011).

En lo que respecta a la pequeña y mediana empresa, podemos citar excelentes estudios recientes como los de Crespo Espert y García Tabuenca (2012), Ordiales Hurtado (2013) y Garrido Yserte *et al.* (2015). También se deben señalar los quince «Estudios sobre las PYME españolas con forma societaria» publicados por Registradores de España y por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, según los años, que proporcionan una base con gran cantidad de datos estadísticos sobre microempresas, empresas pequeñas, medianas y

grandes, el último de ellos firmado por Maroto Acín y publicado en 2016. El Banco de España también publica periódicamente resúmenes de datos e informes sobre la evolución de las empresas españolas, ver, por ejemplo, Menéndez *et al.* (2017). Aunque nuestro análisis no coincide con los citados ni por el periodo, ni por el tipo de empresas ni por los indicadores utilizados, muestra la misma evolución en los periodos análogos de las características más estándar de las empresas, como son la rentabilidad y el endeudamiento.

En concreto, nuestro estudio se interesa por la evolución y características de las empresas de tamaño medio que han resistido estos años de crisis y que son la primera base que está permitiendo la recuperación de la economía española. Dado que todo el mundo admite y mantiene que el sector más castigado por la crisis, y que ha sido promotor de una parte sustancial de ella, es el sector de la construcción (Cuadrado-Roura, 2010) y que el sector que mejor ha resistido la crisis, y que ha sido promotor de una parte sustancial de la recuperación de la economía española, es el sector del turismo, vamos a estudiar el comportamiento de las pymes de estos dos sectores esperando sacar conclusiones válidas.

CUADRO 1
DISTRIBUCIÓN DE LAS EMPRESAS DE LA MUESTRA

	**SECTOR CONSTRUCCIÓN	**SECTOR TURISMO	PYMES
1995	1.368	424	11.041
1996	1.794	538	14.100
1997	1.973	640	15.527
1998	2.592	872	19.701
1999	3.366	1.129	24.508
2000	4.192	1.376	29.461
2001	5.187	1.800	35.072
2002	5.761	1.995	38.885
2003	6.066	2.023	40.492
2004	6.248	2.076	41.704
2005	6.445	2.121	42.919
2006	6.634	2.173	44.112
2007	6.698	2.171	44.800
2008	6.487	2.169	44.133
2009	5.817	2.043	41.111
2010	5.421	1.984	40.114
2011	5.097	1.910	39.160
2012	4.614	1.857	37.498
2013	4.248	1.777	36.248
2014	3.859	1.676	34.565
2015	3.696	1.603	33.323

Fuente: Sistema de Análisis de Balances Ibéricos (SABI) ** NAICS, 2012

das acerca de los rasgos diferenciales en la evolución de sus características económicas y financieras.

Por otra parte, nuestro trabajo es de carácter descriptivo, y en él se analiza la rentabilidad, la solvencia y la estructura financiera de las empresas de tamaño medio a partir de una batería de ratios estándar que pueda reflejar el comportamiento de las empresas. Al comprender el periodo que comienza el año 1995 y termina el año 2015, el estudio abarca tres periodos muy diferentes: a) del año 1995-1999, se cubre la salida de la crisis de inicios de los 90 (1992-93) y el periodo de expansión hasta el estallido de la burbuja de las puntocom; b) del año 2000 al 2007, abarca un amplio periodo pre-crisis que comienza con una caída del PIB correspondiente a una fase de desaceleración interna del ciclo anterior y posterior recuperación del PIB en una fase cíclica interna expansiva y consolidada que coincide con la formación de la burbuja inmobiliaria en España y c) el periodo de crisis 2007-2012, con la espectacular caída y evolución en forma de «W» de la economía española y la última recuperación a partir de 2013.

Como ya señalamos, al comparar las empresas de dos sectores con la media de empresas del mismo tamaño, el estudio se estructura por epígrafes especializados.

Dedicamos el siguiente apartado a describir la muestra de empresas, definir el segmento de pymes y los sectores analizados y fijar los ratios que utilizamos. El apartado 3 se dedica a resumir la evolución de la media de pymes españolas en el periodo, el apartado 4 se dedica al sector de la construcción comparando sus pymes con el total de la muestra y el apartado 5 analiza y compara con la media de todos los sectores a las empresas de alojamiento y restauración que hemos denominado sector turismo. Finaliza el estudio con un apartado 6 a modo de conclusiones, junto con las referencias y el Anexo 1, que contiene los cuadros con los datos de todos los ratios utilizados y que se presentan en gráficos por la comodidad y claridad del análisis

MUESTRA DE EMPRESAS Y VARIABLES UTILIZADAS EN EL ANÁLISIS. ↓

Los datos económicos y financieros de la muestra de empresas utilizada en el análisis provienen de la base de datos SABI (*Sistema de Análisis de Balances Ibéricos*), comercializada por *Bureau van Dijk e Informa*, que recoge datos de empresas portuguesas y españolas que están obligadas a depositar sus Cuentas Anuales en los respectivos Registros Mercantiles.

CUADRO 2
DEFINICIÓN DE VARIABLES

Ratios	Definición	Comentario
COBER1	<i>Ingresos Explotación / Deudas</i>	<i>Cobertura de Deudas con el volumen de Ingresos Explotación</i>
COBER2	<i>Deudas / EBITDA</i>	<i>Años de EBITDA para cubrir Deudas</i>
COBER3	<i>EBITDA / Intereses</i>	<i>Cobertura de Intereses con EBITDA</i>
CTE1	<i>Gastos Personal / Ingresos de Explotación</i>	<i>Peso del coste de personal en los Ingresos Explotación</i>
CTE2	<i>Intereses / Ingresos de Explotación</i>	<i>Peso del coste financiero en los Ingresos Explotación</i>
CTE3	<i>Intereses / Deudas</i>	<i>Interés medio de las Deudas</i>
END1	<i>Deudas / Activo</i>	<i>Endeudamiento Total</i>
END2	<i>Deudas a Corto Plazo / Deudas</i>	<i>Endeudamiento a Corto Plazo</i>
LIQ	<i>Fondo Maniobra / Activo</i>	<i>Liquidez del Activo</i>
RENT1	<i>EBITDA / Activo</i>	<i>Rentabilidad bruta de explotación</i>
RENT2	<i>Bº antes de impuestos / Ingresos de Explotación</i>	<i>Margen s/ Ingresos de Explotación</i>
ROA	<i>Bº antes intereses e impuestos / Activo</i>	<i>Rentabilidad Económica del Activo</i>
ROE	<i>Bº antes de impuestos / Neto Patrimonial</i>	<i>Rentabilidad del Accionista</i>
ROT1	<i>Ingresos de Explotación / Activo</i>	<i>Rotación del Activo</i>
ROT2	<i>Ingresos de Explotación / Fondo Maniobra</i>	<i>Rotación del Fondo de Maniobra</i>
ΔIPC	<i>% Incremento IPC</i>	<i>Variación anual del IPC</i>
ΔPIB	<i>% Incremento PIB real</i>	<i>Variación anual del PIB real</i>

Fuente: Elaboración propia

El estudio se refiere a los años 1995-2015. La base de datos original se formó a partir de los años 2002-2013. El procedimiento para construir la muestra de empresas de este trabajo se ha basado en la aplicación de una serie de filtros a las 1.314.214 empresas españolas que figuraban en SABI en la fecha 29 de octubre de 2014. Posteriormente, añadimos los datos correspondientes a los años 1995-2001 y 2014-2015, partiendo de las empresas del año 2013.

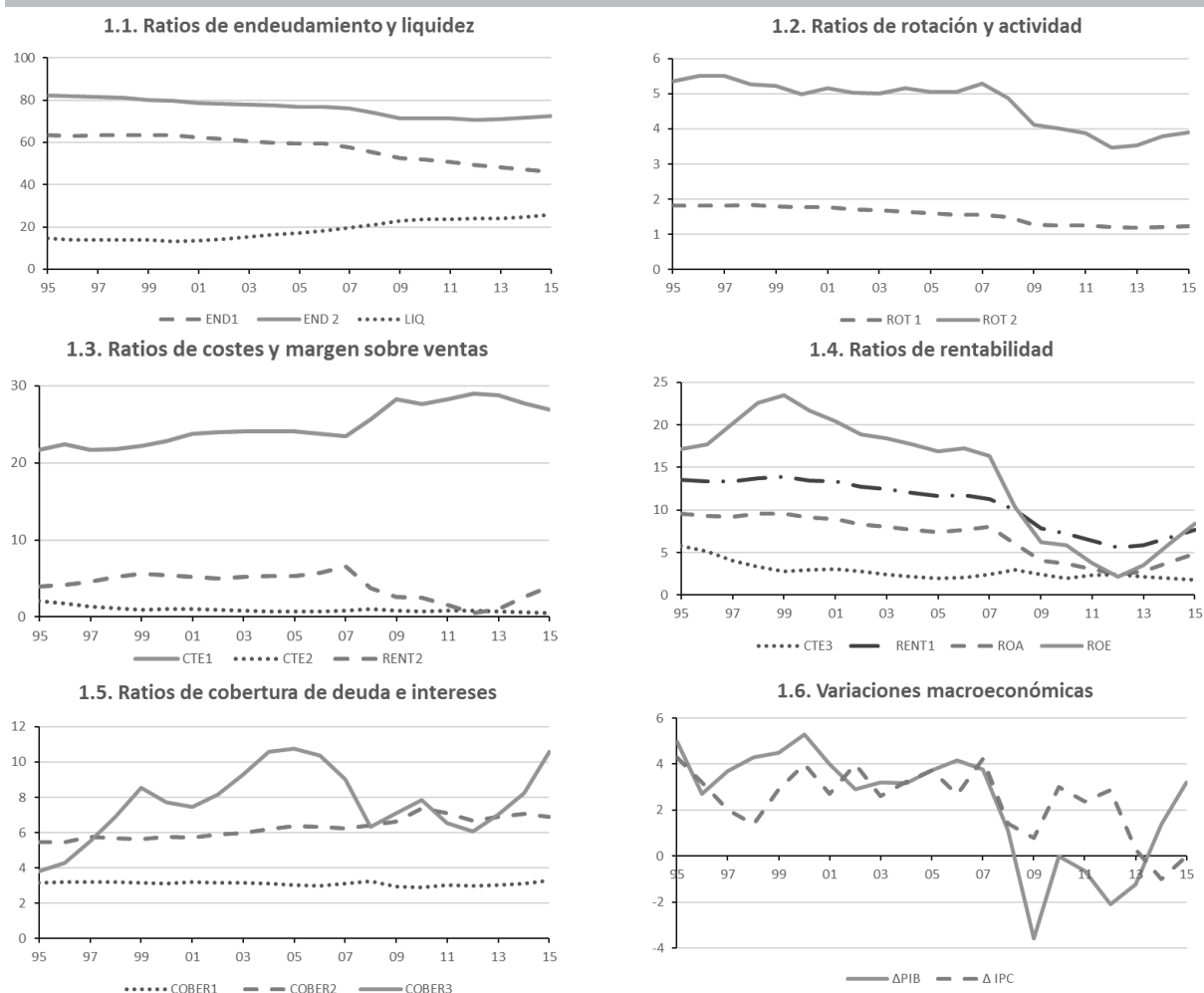
Así, se han seleccionado empresas no financieras que tengan la forma jurídica de sociedad anónima o limitada, que dispongan de los estados financieros todos los años, excluyendo sociedades con estados contables consolidados. De este colectivo, se han eliminado las empresas que consideramos grandes, esto es, con más de 250 trabajadores, un volumen de negocios superior a los 50 millones de euros y un balance general de al menos 43 millones de euros. También se eliminan las microempresas con menos de 10 empleados y unas cifras de ventas y volumen de activos inferiores a los dos millones de euros en cada caso. El colectivo de empresas resultante constituye la muestra de análisis que denominamos «total pymes», aunque no cumplan estrictamente la definición de pyme de la Unión Europea de 2005.

Basándonos en las definiciones de la *North American Industry Classification System* (NAICS, 2012), separamos las empresas por sectores de actividad y seleccionamos los dos sectores que son objeto de nuestro estudio: denominamos SECTOR CONSTRUCCIÓN al correspon-

diente al código 23 (Construcción) y SECTOR TURISMO al código 72 (Alojamiento y Restauración). En el Cuadro 1 se recogen datos anuales del número de empresas por sectores y total de las pymes que conforman la muestra de estudio.

Como ya comentamos, en la selección efectuada se tuvo muy en cuenta que estas empresas se caracterizan por ser supervivientes de la última crisis económica. Son empresas con actividad económica relevante y contrastada a lo largo de 21 años (1995-2015), aunque hayan podido cambiar de tamaño y/o sector principal de actividad en algún momento.

Respecto a la elección de los ratios utilizados en el estudio, hemos intentado que no fueran excesivos, que estuvieran poco correlacionados y que cubrieran las áreas más importantes del amplio arco de la actividad económico-financiera de la empresa. Debemos señalar que, al trabajar con el formato global de SABI, no hemos podido calcular algunos ratios considerados estándar y ciertos parámetros de interés, como, por ejemplo, los plazos medios de cobro y pago, dotación de provisiones de cada ejercicio, etc., ya que no se cuenta con el deseable nivel de desagregación de las masas patrimoniales. También, se debe señalar que, por dificultades y deficiencias que presentan algunos datos, en ocasiones hemos sustituido algunas de las variables típicas del análisis de ratios (como es el caso del volumen de ventas) por alguna *proxy* (como los ingresos de explotación).

GRÁFICO 1
RATIOS DEL TOTAL DE PYMES

Fuente: Elaboración propia

Tanto para simplificar su análisis, como para facilitar su visualización en los gráficos, hemos agrupado los ratios en varias categorías. Tres ratios de endeudamiento y liquidez (*END1*, *END2* y *LIQ*), dos ratios de rotación y actividad (*ROT1* y *ROT2*), tres ratios de costes (*CTE1*, *CTE2* y *CTE3*), cuatro ratios de rentabilidad (*RENT1*, *RENT2*, *ROA* y *ROE*), tres ratios de cobertura (*COBER1*, *COBER2* y *COBER3*) y dos tasas de variación anual de magnitudes macroeconómicas (ΔPIB e ΔIPC). Las definiciones y el significado se recogen en el Cuadro 2.

Los ratios se evalúan cada año para cada empresa y se calculan las medias acotadas al 10% y sus desviaciones típicas. Debemos señalar que en los ratios *COBER3* y *CTE2* se sustituye la media por la mediana y que utilizamos la partida de Ingresos de Explotación como *proxy* de las Ventas en los ratios estándar.

LAS PYMES ESPAÑOLAS SUPERVIVIENTES DE LA CRISIS ↓

En un reciente estudio (Blanco Ramos *et al.*, 2016), se analiza cómo se reflejaba el efecto de la última crisis

económica en las magnitudes económico-financieras más características de las pymes españolas y las diferencias observables respecto a las empresas de mayor tamaño. Aunque el horizonte temporal y los valores numéricos no coinciden, las conclusiones son idénticas a las que se desprenden del análisis de los datos recogidos en el Cuadro 3 del Anejo y en el Gráfico 1. En ellos se muestra la evolución de los 15 ratios que analizamos para el colectivo de empresas que denominamos TOTAL PYMES y de las variaciones de dos importantes magnitudes macroeconómicas.

Así, la *variación anual del PIB y del IPC*, que se muestra en el Gráfico 1.6, nos permite visualizar claramente la evolución de la crisis. La brutal caída del PIB a partir de 2007, la corta recuperación y retroceso de los años 2010 y 2011 y la subida más consistente a partir del segundo semestre de 2013, junto con la variabilidad presentada por el IPC, marcan claramente el periodo de bonanza pre-crisis 2004-2007, el periodo de crisis 2007-2012 con la evolución en doble uve y el periodo de recuperación iniciada en el segundo semestre de

2013 de forma muy débil y, ya con más fuerza, en el año 2014 y posteriores.

En el Gráfico 1.1, los *ratios de endeudamiento y liquidez* muestran una pauta muy uniforme a lo largo de todo el periodo y no se observan diferencias ni discontinuidades notables en los diferentes tramos. Así, vemos como en la *estructura financiera* el endeudamiento total (*END1*) se va reduciendo progresivamente a lo largo de todo el periodo. Este endeudamiento siempre ha sido mayoritariamente a corto plazo (*END2*), mostrando una clara evolución hacia la mejoría, del 82,27% al 72,44%. El ratio fondo de maniobra sobre activo (*L/Q*) se ha relacionado muchas veces con la liquidez de la empresa (a mayor fondo de maniobra, mayor liquidez), pero es indudable que si suben los stocks, baja la financiación bancaria y de proveedores y sube el crédito a clientes, este razón financiera se dispara sin que ello indique una mejor posición de liquidez. La liquidez a corto plazo (*L/Q*) se aprecia positiva y creciente a lo largo de todo el periodo, aunque este ratio, como todos los que contienen al fondo de maniobra de las empresas, no se puede juzgar aisladamente.

En los *ratios de rotación y actividad* del Gráfico 1.2, se aprecia una tendencia decreciente a lo largo del periodo siendo más acentuada la caída de la rotación del fondo de maniobra (*ROT2*) a partir del año 2007 con una ligera recuperación a partir de 2013, justificada tanto por el aparente crecimiento del fondo de maniobra, como por la caída de las ventas. Una menor actividad, si va unida a una rigidez de los costes a la baja, evidentemente, provoca que el peso de los *costes y márgenes sobre ventas* aumente como se muestra en el Gráfico 1.3. Respecto a la evolución de los costes de personal sobre ventas (*CTE1*), se debe señalar que el aumento a partir del año 2007 es una consecuencia directa de la caída de las ventas durante la crisis y que los gastos de intereses respecto a los ingresos de explotación (*CTE2*) siempre ha sido una componente de pequeña magnitud con pocas oscilaciones. Sin embargo, el *margen sobre ventas* (*RENT2*), disminuye a partir de 2007 a consecuencia de la caída de los beneficios y sólo se recupera claramente a partir de 2012.

El Gráfico 1.4, que representa los *ratios de rentabilidad*, es el más significativo para comprobar cómo han ido reaccionando las pymes españolas ante la aparición de la crisis. Todos los ratios de rentabilidad señalan los periodos pre-crisis, crisis y recuperación. Adicionalmente, se observa cómo se comportan como verdaderos indicadores tempranos de la potencial llegada de problemas, pues ya vienen disminuyendo desde el principio del periodo (exceptuando la importante subida de la rentabilidad del accionista (*ROE*) de 1995 a 1999 justificada por la bajada de los costes financieros y el mantenimiento del nivel de endeudamiento). Respecto al interés medio de las deudas (*CTE3*), éste va disminuyendo desde 5,73% hasta el 1,84% en 2015, recogiendo básicamente la disminución de los tipos de interés de la economía y manteniendo oscilaciones relativamente pequeñas a lo largo de los años de crisis.

Por último, en el Gráfico 1.5 se muestra la evolución de los *ratios de cobertura* a lo largo del periodo. La cobertura de las deudas por los ingresos de explotación (*COBER1*) se mantiene estable, mientras que va aumentando el número de años necesarios para devolver las deudas con el *EBITDA* (*COBER2*). La evolución irregular de la cobertura de intereses con el *EBITDA* (*COBER3*) muestra la fase de crecimiento pre-crisis y la doble uve característica de la crisis, aunque la drástica disminución de los tipos de interés esos años no nos permite sacar conclusiones definitivas.

LAS PYMES DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN ↓

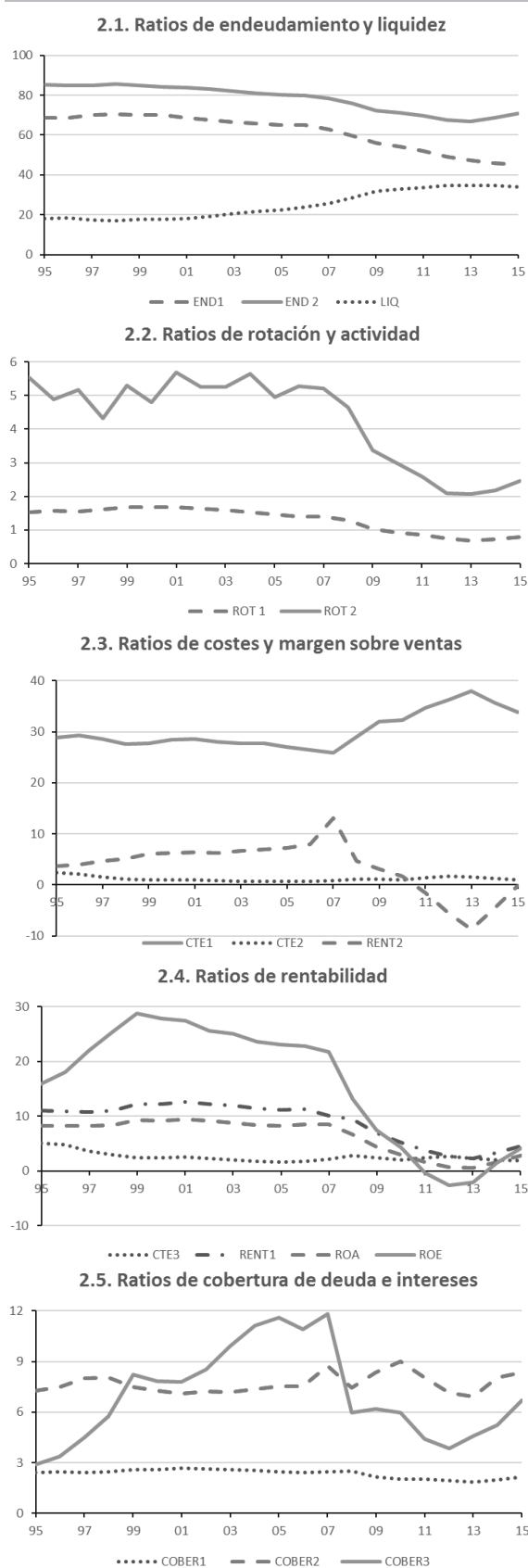
Esta última crisis, que tuvo inicialmente un origen financiero, pronto se extendió con fuerza, y de forma muy prolongada en el tiempo, al sector real de la economía. El sector de la construcción, fruto de sus debilidades previas, ha sido uno de los que con más fuerza ha sufrido el impacto de esta larga crisis. Las pymes de este sector han sido las más castigadas y las que más han tardado en recuperarse. Por ello, aunque muchas empresas empiezan a recuperarse en 2011, las del sector de la construcción presentan muchos de sus peores ratios en 2013 como se desprende de los datos recogidos en el Cuadro 4 del Anejo.

Tal como se aprecia en el Gráfico 2.1, uno de los indudables puntos débiles del sector ha sido su enorme endeudamiento de partida (*END1*): más de 5 puntos porcentuales por encima de la media del total de las pymes: 68,51 % de las empresas constructoras frente al 63,47 % del total de las pymes en el año 1995 de inicio de la serie. Dado que las empresas de esta muestra son las que han sobrevivido al estallido de la burbuja, ese apalancamiento, como es lógico, no ha hecho más que decrecer de forma continuada, en particular a partir de 2001, hasta llegar a situarse el sector de la construcción por debajo del conjunto de las pymes en el año 2015: 45,12 % frente a 46,11%. Exactamente igual comportamiento se produce en el peso del endeudamiento a corto plazo en el endeudamiento total (*END2*).

La liquidez (*L/Q*) del sector de la construcción también tiene un comportamiento diferencial frente al global de los sectores productivos. El fondo de maniobra sobre el total del activo de las pymes disminuye paulatinamente desde 1995 hasta el año 2000 del anterior ciclo, en que se sitúa en el 13,30 % del activo. En la construcción sucede lo mismo, pero en un nivel más alto 17,55 %. Desde ese momento, en los 15 años que siguen, sube continuamente el fondo de maniobra en relación al activo, pero siempre en niveles muy superiores en la construcción: 34,63 % en el año 2014, frente al 25,79 de la media de todos los sectores productivos en 2015, lo cual, en una situación de crisis financiera y restricciones o falta de crédito, ha perjudicado enormemente a las empresas constructoras e inmobiliarias.

Con respecto a los ratios de rotación, en el Gráfico 2.2 queda de manifiesto cómo la contracción de la actividad en la última crisis ha repercutido con especial intensidad en las empresas constructoras. En el conjunto

GRÁFICO 2
RATIOS PYMES SECTOR CONSTRUCCIÓN



Fuente: Elaboración propia

de las pymes, la relación ingresos de explotación sobre activo (*ROT1*) se mantuvo bastante estable hasta el año 2001, con un máximo en el año 1998 de 1,84 veces. En un nivel más bajo, ocurrió algo parecido en las constructoras, si bien la rotación no dejó de crecer hasta el año 2001: 1,69 veces en que logró su máximo. A partir de ese momento, la rotación del activo bajó de forma continuada hasta alcanzar su mínimo en la globalidad de las pymes en el año 2013: 1,19 veces y mucho más bajo, 0,68 veces, en el sector de la construcción. Más o menos igual regularidad se aprecia en el ratio ingresos de explotación sobre fondo de maniobra (*ROT2*). En las empresas de la construcción, con sucesivos pequeños dientes de sierra, en el 2001 la rotación del fondo de maniobra era de 5,69 veces; en 2008, 4,64 veces y en lo peor de la crisis, en 2013, cae más del 50 por cien: 2,08 veces.

En el Gráfico 2.3, se recogen los ratios de costes y rendimientos respecto a las ventas. Por lo que respecta a los costes de personal sobre los ingresos de explotación (*CTE1*), tanto en el año del inicio de la serie, como en su final, 2015, al ser las empresas constructoras más intensivas en mano de obra, son mayores en las mismas con relación a la media de todos los sectores. En ambas series, el peso de los costes de personal sobre los ingresos de explotación es relativamente constante de 1995 a 2007 y se deteriora, sube mucho, entre 2008 y 2013, año éste en que comienza a bajar debido a la flexibilidad que introduce la reforma laboral del año 2012. Posiblemente, haya contribuido también a dicha disminución el probable incremento de los ingresos de explotación derivado del crecimiento de forma ininterrumpida del PIB trimestral desde el tercer trimestre de 2013 hasta la actualidad. Los costes de intereses sobre ingresos de explotación (*CTE2*), con las lógicas oscilaciones derivadas de los cambios en los tipos de interés y la evolución de las ventas, son poco significativos en su magnitud con relación a las mismas. En cualquier caso, la menor actividad unida a la subida de los costes y la caída de los márgenes, tiene efectos directos a la baja sobre la rentabilidad de las empresas.

En el caso del sector de la construcción, el margen de beneficio antes de impuestos sobre ingresos de explotación (*RENT2*) evolucionó de forma parecida al del total de las pymes, pero con la peculiaridad de que los márgenes de las constructoras fueron mucho más altos y crecientes desde 1999 hasta el año 2007 (6,31 % de margen sobre ingresos de explotación en 1999 y 13,07 % en el 2007), para pasar directamente a ser peores que los del total de las empresas a partir del 2008, en que descendieron de forma brusca y continuada (4,62 % en 2008), llegar a situarse en 2013 en un nivel muy negativo: -8,64% y, finalmente, empezar a mejorar, aunque todavía en el terreno negativo: -0,19 % en 2015.

El Gráfico 2.4 que muestra la evolución de los ratios de rentabilidad, es el más significativo de todos los analizados. Los menores márgenes sobre ingresos de explotación unidos a unas rotaciones más bajas han dado lugar, como es evidente, a una rentabilidad económi-

ca sobre el activo (*ROA*), y también a un *EBITDA* sobre activo (*RENT1*), menores. En efecto, en el conjunto de las pymes, la *ROA* fue más o menos estable hasta el año 2001, incluso con descensos moderados hasta el año 2007 (se movió entre el 9,54 % de 1995 y el 8,05 % del 2007). En el sector de la construcción, la evolución fue algo diferente, en el sentido de que las rentabilidades crecieron hasta el año 2001 (8,31 % en 1995 y 9,50 % en 2001), y descendieron ligeramente, con la excepción de los años 2006 y 2007, hasta situarse en dicho año en el 8,46 %. Iniciada la crisis, la *ROA* del conjunto de las pymes bajó de forma continuada hasta el 2,40 % del 2012, para comenzar a subir desde entonces y llegar al 4,86 % en 2015. En las empresas de la construcción, la caída a partir del 2008 es también continuada, pero más profunda y duradera (un año más), hasta el 0,56 % del año 2013 y comienza a crecer a partir de entonces hasta el 2,82 % de 2015. Algo similar y paralelo ocurre con el ratio *EBITDA* sobre activo (*RENT1*).

Si los ratios de rentabilidad *ROA* y *EBITDA* sobre activo son más bajos en las empresas de la construcción con relación al global de las pymes y, además, el coste medio de las deudas termina por superar a la rentabilidad económica del activo entre los años 2011 y 2013 en las constructoras, la consecuencia lógica es que la rentabilidad de los accionista (*ROE*) de la construcción terminará siendo negativa y peor una vez que estalla la burbuja inmobiliaria, aunque no antes en que las empresas constructoras obtenían rentabilidades que parecían imposibles.

En efecto, la salida de la anterior crisis de los años 1992-1994, se tradujo en un aumento de la rentabilidad del accionista del conjunto de las pymes desde el 17,15 % en 1995 al 23,51 % del año 1999, previo al estallido de la burbuja de las empresas puntocom en el año 2000. En las pymes constructoras, la evolución fue similar, subió la *ROE* desde el 15,92 % de 1995 al 28,82 % del año 1999. A partir del año 2000, la *ROE* bajó de forma constante y continuada hasta el año 2007 en la globalidad de las pymes (16,34 %) y también en las constructoras de pequeño y mediano tamaño (21,78 %). Colapsa en 2008 y 2009: 6,21 % en el total de los sectores, 7,50 % en la construcción, alcanza el mínimo en 2012 (3,55 % y -2,61 %) y sube desde entonces hasta el 8,38 % y el 4,14 % respectivamente en 2015.

Por otra parte, ninguna burbuja en la economía se desarrolla si los tipos de interés permanecen en un nivel adecuado. En los años previos al estallido de la burbuja inmobiliaria, los tipos de interés reales llegaron a ser negativos y los precios de las casas subían de forma considerable y continuada, mientras que los tipos de interés de las deudas bajaban. En efecto, de los años 1996 a 2005, el tipo de interés medio de las deudas (*CTE3*) del conjunto de las pymes bajó del 5,73 % al 2,01 %, mientras que la inflación, el IPC, se movía en niveles del 3 % o 4 % en los años previos a la crisis (2002-2007). En el caso de las empresas constructoras, los tipos de interés de sus deudas eran aún menores que en la media de las pymes. Así, este tipo de interés medio bajó del 5,14 % del año 1995 al 1,69 % del año 2005. En los años 2006 a

2008, los tipos de interés subieron en ambos casos y la burbuja estalló.

Por último, en el Gráfico 2.5 se recogen los ratios de cobertura que, después de la crisis, también terminan siendo peores en las empresas del sector de la construcción. Es indudable que cuantas más veces los ingresos de explotación contengan a las deudas (*COBER1*), más fácil será hacer frente a la devolución de las mismas con el beneficio que generen dichas ventas. Este ratio es bastante estable en el conjunto de las pymes. Comienza el año 1995 en el nivel de 3,17 veces y termina el 2015 en 3,28 veces. En el conjunto de los 21 años, su mínimo lo alcanza en los años 2009 y 2010 (2,95 veces y 2,92 veces respectivamente) y su máximo es precisamente el 3,28 del año 2015. En las pymes de la construcción, como consecuencia de su mayor nivel de endeudamiento y el colapso de sus ventas con el estallido de la burbuja, este ratio es menor (2,42 veces en 1995 y 2,17 veces en 2015), con un mínimo en 2013 (1,85 veces) y un máximo en 2001 (2,66 veces).

La cobertura de la deuda con el *EBITDA* (los años de *EBITDA* necesarios para amortizar la deuda, *COBER2*), es superior en las pymes de la construcción. Este parámetro es de 7,25 años en 1995, frente a 5,45 años en el global de las pymes y, al final de la serie, en 2015, ese número de años precisos de *EBITDA* para devolver la deuda es de 8,34 años, en la construcción, y 6,89 años en el conjunto de las pymes. Los máximos respectivos se dan en el año 2010, 8,99 años en la construcción 7,38 años, en el conjunto de todos los sectores. Mientras que los mínimos respectivos son 6,91 en el año 2013 en la construcción (como consecuencia del desapalancamiento que han llevado a cabo las empresas del sector), y 5,45 años en 1995 en el conjunto de las pymes.

La tercera razón de cobertura, número de veces que el *EBITDA* contiene a los intereses a pagar (*COBER3*), también es peor en las constructoras, con un máximo en el 2007, justo antes del estallido de la burbuja, de 11,81 veces y un mínimo relativo de 3,86 veces en 2012. Esos valores respectivos en la totalidad de las pymes son 10,77 veces en 2005 y 6,09 veces en 2012. No obstante, los mínimos absolutos respectivos de ambas series se sitúan en el inicio del horizonte de estudio, 1995, con 2,90 veces en la construcción y 3,80 veces en el conjunto de todos los sectores.

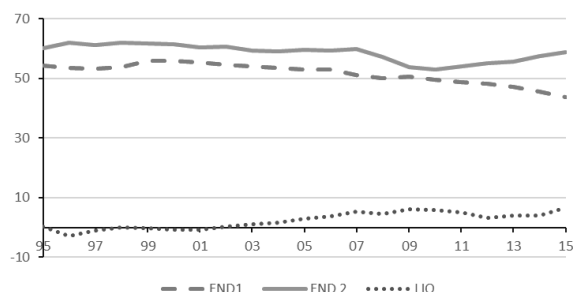
LAS PYMES DEL SECTOR DEL TURISMO

Un segundo sector productivo que caracteriza a la economía española, y que siempre ha tenido un elevado peso en su PIB, es el del turismo y la hostelería. En el año 2015, España ha conseguido cifras record de visitantes (las mejores de la serie histórica del INE; 68.174.850 visitantes), además de encabezar la competitividad en dicho sector a nivel mundial, según el Índice de Competitividad de Viajes y Turismo (2017).

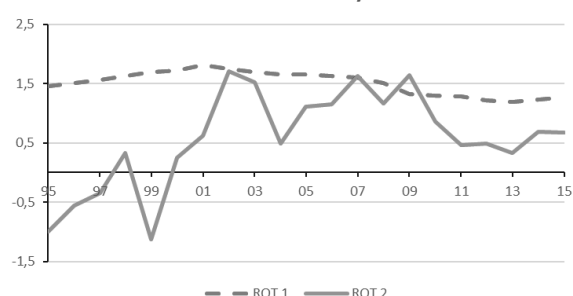
Es evidente que el sector turístico (exterior y de residentes), y su impacto en los hoteles y restaurantes, es uno de los puntos fuertes de nuestra economía y que España

GRÁFICO 3
RATIOS PYMES SECTOR TURISMO

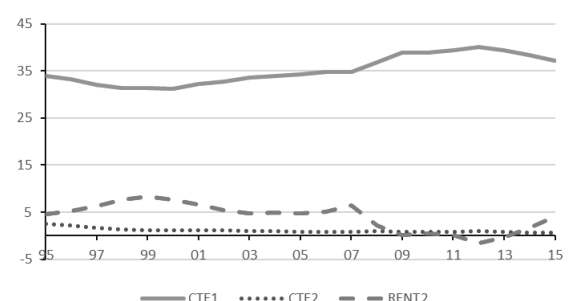
3.1. Ratios de endeudamiento y liquidez



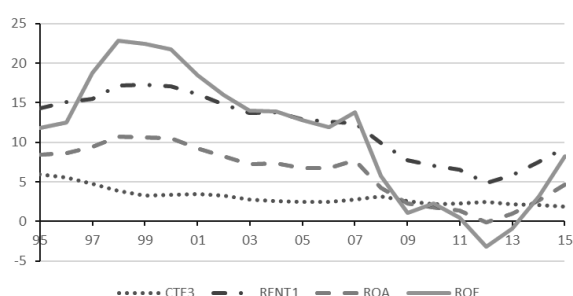
3.2. Ratios de rotación y actividad



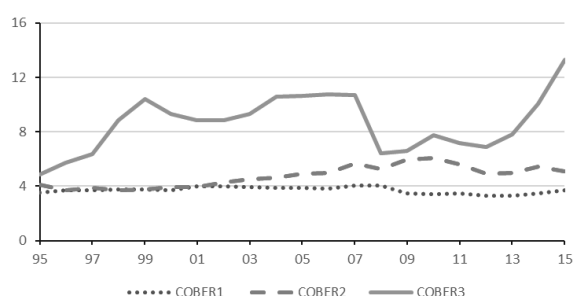
3.3. Ratios de costes y margen sobre ventas



3.4. Ratios de rentabilidad



3.5. Ratios de cobertura de deuda e intereses



Fuente: Elaboración propia

está muy bien dotada de instalaciones de alojamiento y de restauración, además de contar con muy buenas infraestructuras para los desplazamientos y una asistencia sanitaria de primer nivel (Cifras INE, 2003). Sin embargo, como se desprende de los datos del Cuadro 5 de Anejo, cuyo análisis económico-financiero vamos a realizar a continuación, el sector turístico no obtiene siempre una rentabilidad todo lo alta que cabría esperar. Evidentemente, su comportamiento ha sido mucho mejor que el de la construcción, pero también tiene sus sombras y sus puntos débiles.

Con respecto a la media de las pymes de todos los sectores productivos, el nivel de endeudamiento del sector de la hostelería y la restauración, sobre todo a corto plazo, es mejor. En efecto, en el Gráfico 3.1, el nivel de las deudas a corto plazo en el total de las deudas (*END2*) se sitúa más de 13 puntos por debajo de la media de las pymes de la economía española. Siendo *END2* excesivamente alto, como lo es en el conjunto de la economía, en el año de partida, 1995, se colocó más de 22 puntos porcentuales por debajo: 60,06 % frente al 82,27 % de la globalidad de las pymes. Y en el año 2015, esos porcentajes respectivos fueron 58,75 % en el turismo y la hostelería y 72,42 % en el conjunto de las pymes. Desde ese año inicial de 1995, el peso de la deuda a corto plazo en el total de la deuda del sector turístico ha oscilado poco a poco a la baja hasta el año 2007, en que se situó en el 59,81 %. Con la aparición de la crisis, las empresas de este sector bajaron su endeudamiento a corto plazo al 52,98 % en 2010 y ha subido, desde entonces, hasta el 58,75 % del año 2015.

Sin embargo, si se analiza el endeudamiento total (*END1*), su ventaja comparativa no lo es tanto. Es más bajo en relación con la media de los todos los sectores productivos al inicio en el año 1995: 54,18 % frente a 63,47 %. Pero luego de descender, no de una forma uniforme a partir de entonces, finalmente se sitúa muy próximo a la media de todas las pymes en el año 2015: 43,73 % frente a 46,11 % del conjunto de las pymes y el 45,12 % del sector de la construcción. La liquidez, (*LIQ*), presenta valores anómalos debido al fondo de maniobra negativo que tienen muchas de las empresas de este sector con evolución creciente siempre muy por debajo de la media de pymes.

En el Gráfico 3.2, se aprecia cómo con relación a su nivel de actividad y del impacto que la crisis en forma de «W» que ha sufrido la economía española, la rotación del activo (ingresos de explotación sobre activo, (*ROT1*)) es similar a la del conjunto de las pymes analizadas en este trabajo: algo más baja en el año 1995 (1,45 veces en el sector del alojamiento y la restauración, frente a las 1,81 veces de la globalidad de las pymes), pero esta rotación termina siendo similar en el año final de la serie, 2015: 1,27 veces frente a 1,24 veces.

La rotación del fondo de maniobra, medida por el cociente ingresos de explotación sobre fondo de maniobra (*ROT2*), es una de las características distintivas del sector de la hostelería y la restauración: es muy baja con respecto a la media de las pymes de la economía

española. Incluso es negativa en todos los años, menos uno, de la segunda mitad de los 90 y el año 2000 debido a que el fondo de maniobra medio del sector es negativo esos años. Por otra parte, los valores máximos de *ROT2* este sector los alcanza en el año 2002, después del derribo de las Torres Gemelas (1,70 veces), y en el año 2009 de la primera recesión (1,64 veces). Es por tanto en periodos de crisis en el sector turístico, cuando su fondo de maniobra crece y no toma valores negativos o cercanos a cero, reflejo esto último de unos ingresos de explotación inferiores al fondo de maniobra, lo cual ocurre como puede comprobarse en sus años buenos. En consecuencia, no es que un fondo de maniobra anormalmente alto sea lo que provoca que la rotación del fondo de maniobra en la hostelería y la restauración sea baja, sino todo lo contrario. La causa de estos valores anormalmente bajos en (*ROT2*) se debe a que en las empresas que componen el sector hay un elevado número de empresas con fondos de maniobra negativos debido a que cobran al contado y a que estamos trabajando con valores medios en los ratios.

Por lo que respecta a los costes y rendimientos respecto al volumen de ventas de las empresas del sector turismo, representados en el Gráfico 3.3, el peso de los costes de personal sobre los ingresos de explotación (*CTE1*), es unos 10 puntos porcentuales más alto en la hostelería y la restauración que en la media del conjunto de las pymes debido a la utilización intensiva del factor trabajo en este sector de servicios. Si bien su evolución temporal es más o menos similar (relativamente estable en el total de las pymes de 1995 al 2000, en que toma el valor 22,25 % de las ventas, y ligeramente descendente en el sector turismo de 1995 al 2000, en que alcanza el peso del 31,23 % de los ingresos de explotación. Luego, y hasta el año 2007, sube de forma moderada, tanto en el conjunto de las pymes, como en el turismo, y de forma mucho más fuerte en el año 2007 con el inicio de la crisis, alcanzando su máximo en lo peor de la recesión, en 2012, con un 29,03 % en la media de todas las pymes y un 40,01 % en la media de las empresas turísticas, más por el efecto de la caída de las ventas, que por la subida unitaria de los sueldos. A partir del año 2013, *CTE1* comienza a bajar, poco a poco, por el doble efecto de la Reforma Laboral del 2012 y del crecimiento del *PIB* a partir del segundo semestre de 2013, hasta situarse en 2015 en el 26,89 % en el agregado de todas las ramas de actividad, y con los 10 puntos de más definitorios del sector turismo, lo que supone un peso de los gastos de personal con relación a los ingresos de explotación del 37,17 % en el sector turismo. También en este sector el peso del coste financiero sobre ventas (*CTE2*) resulta poco significativo tanto en magnitud como en su evolución temporal.

Respecto al ratio *RENT2*, que mide el margen sobre ingresos de explotación, en el sector turismo tiene una evolución análoga a los ratios de rentabilidad, creciente hasta el año de inicio de la crisis, produciéndose posteriormente una fuerte caída y ulterior inicio de recuperación en el total de las pymes y mucho más acentuada en las empresas de alojamiento y restauración. Desde los máximos de 2000 y 2007: 7,63 % y 6,40 % respec-

tivamente, baja hasta situarse en el campo negativo en 2012: -1,60%. Mientras que, en la media de todas las pymes, los máximos son 5,65 % y 6,61 % en 1999 y 2007, para caer hasta el 0,52 % en 2012.

En el Gráfico 3.4, que recoge la evolución de los ratios de rentabilidad, se aprecia cómo los costes diferenciales más altos del sector de la hostelería y la restauración en relación al conjunto de todas las pymes, incluidas las turísticas, provoca, como es lógico, que sus márgenes de beneficio en los años malos o de recesión sean más bajos y la rentabilidad de los accionistas también, no siendo así en los mejores momentos del ciclo. Parecido paralelismo en las inflexiones del margen sobre ingresos de explotación se repite en la rentabilidad que obtienen los accionistas sobre su inversión, *ROE*. En efecto, se mantiene alta y creciente en el conjunto de las pymes hasta el año 1999 en que alcanza el 23,51 % (22,83 % en el sector turismo un año antes). Desciende de forma continuada en la globalidad de todos los sectores hasta el año 2007: 16,34 % y, en el caso de las empresas de la hostelería y la restauración, se alcanza el 11,91 %, pero en 2006. A continuación, las caídas son muy fuertes a partir del año 2007, con mínimos, como en el caso del margen de beneficio, en 2012: solo el 2,11 % de rentabilidad del accionista en el año 2012 en el conjunto de las pymes y, peor aún, en el sector turismo: -3,21 %. Finalmente, con la salida de la recesión al final del 2013, en el año 2015 se recupera la rentabilidad financiera hasta el 8,38 % en el conjunto de todos los sectores y también de forma parecida en el sector turismo: 8,24 %. En ambos casos, lejos todavía de los niveles de 1999 o del 2007.

En los ratios de rentabilidad del activo, *ROA* y *EBITDA* sobre activo (*RENT1*), los patrones de evolución en las pymes del sector turismo y del conjunto de las pymes son similares, con la única diferencia de que, en el sector turismo, esos ratios desde 1995 hasta el año 1999 suben, mientras que, en el conjunto de las pymes, son casi constantes, varían muy poco. Así, la *ROA* de las empresas de sector turismo, de 1995 a 1999, sube de 8,42 % a 10,59 % y el *RENT1* lo hace de 14,30 % a 17,27 %. Sin embargo, en el conjunto de las pymes, prácticamente no hay variación en ese espacio temporal. A partir del año 2000, se inicia un descenso continuado de dichos ratios hasta el año 2007, tanto en el sector turismo como en la totalidad de las pymes, y, a partir de 2008, los descensos ya son abruptos, hasta alcanzar los mínimos en 2012: -0,07 % y 4,88 % en los ratios *ROA* y *RENT1* de las pymes de la hostelería y la restauración y 2,40 % y 5,57 % en la media de las pymes de todos los sectores. Finalmente, la recuperación iniciada en 2013 termina por situar respectivamente esos valores en 2015 en: 4,70 % y 9,36 % en el sector turismo y 4,86 % y 7,70 % en el conjunto de todas las pymes.

La evolución descendente del coste medio de las deudas, intereses sobre total de las deudas (*CTE3*), con mínimos relativos en 2005 (hay que recordar que la burbuja se propicia con los tipos de interés reales negativos de esos años): en el caso de la totalidad de todos los sectores 2,01 % de interés medio de las deudas y, en las

empresas del sector turismo, algo más elevado 2,44 %. Los mínimos absolutos en los tipos de interés, como consecuencia de la política monetaria del BCE, se logran en la serie analizada en este estudio en 2015: 1,84 % en la media de todas las pymes y 1,93 % en el caso de las pymes turísticas.

Por último, en el Gráfico 3.5, por lo que hace referencia a los ratios de cobertura de la deuda y los interés con el *EBITDA* o con los propios ingresos de explotación a partir de los cuales se genera el *EBITDA*, cabe decir que, en el caso de la cobertura de la deuda con los ingresos de explotación (*COBER1*), con las lógicas inflexiones derivadas del ciclo en los años 1999, 2007 y 2013, el valor del mismo es bastante estable, aunque esta cobertura sea siempre mayor en el sector turismo. En efecto, en las pymes de la hostelería y la restauración, la serie se inicia en 1995 un valor de 3,54 veces y termina 20 años después, en 2015, con un nivel de 3,73 veces. En el conjunto de todas las pymes, esos valores medios son, respectivamente, de 3,17 veces y 3,28 veces.

En la siguiente razón de cobertura de las deudas con el *EBITDA*, el número de años de *EBITDA* necesarios para devolver las deudas (*COBER2*) es menor en las empresas del sector turismo y, además, baja entre los años 1995 y 1999 de 4,13 años a 3,78 años, sube a partir de entonces hasta los 6,10 años en 2010 y, de forma no regular, desciende hasta los 5,08 años de 2015. Esos respectivos valores en la media de todas las pymes son: 5,45; 5,63; 7,38 y 6,89 años.

Y en la tercera razón de cobertura, también los valores son mejores en las empresas turísticas. En efecto, las veces que el *EBITDA* permite hacer frente a los intereses (*COBER3*) mejora de 4,85 veces a 10,38 veces entre los años 1995-1999. En el peor momento de la doble recesión, 2012, alcanza un valor mucho más bajo: 6,91 veces, para terminar situándose en 2015 en las 13,30 veces debido tanto a la recuperación de los beneficios del sector, como a la política monetaria ultra laxa del BCE con las *TLTRO* (*targeted longer-term refinancing operations*) iniciadas en 2014, y que han dado lugar a los tipos de interés cero o negativos desde entonces. A efectos de comparación, esas respectivas coberturas en el conjunto de todas las pymes, se situaron en: 3,80; 8,54; 6,09 y 10,56 veces.

A MODO DE CONCLUSIÓN

En términos generales, los máximos, o los mejores valores, de muchos ratios económico-financieros no se alcanzan inmediatamente antes del estallido de la burbuja de la construcción (2008), sino a finales de los 90, en lo que fue la salida de la anterior crisis de inicios de los noventa (1992-1993). Asimismo, aunque la brusca caída se produce en los años 2008-2009, la primera caída, o cambio en la tendencia, se inicia en el año 2007, en que aparece la crisis de las *subprime* (de las hipotecas basuras) en Estados Unidos.

Lo peor de la crisis no fue el año 2009, a pesar del fuerte decrecimiento del PIB en ese año, sino que la doble

recesión en forma de «W», que finalmente terminó dándose, hizo que los peores niveles en los ratios ocurriesen en el año 2012. A partir de ahí, el leve crecimiento del PIB de los dos últimos trimestres del año 2013 (continuado hasta la actualidad, ya con valores mucho más consistentes) dio lugar a una inflexión y a una mejora de los ratios en el mismo año de 2013 en que muchos ratios financieros de las empresas dejan de caer, aunque sus valores continúen siendo negativos o malos. Posteriormente, las fuertes subidas del PIB de los años 2014 a 2016 han permitido mejoras continuadas de los ratios que, en 2015 (y por lo que sabemos de los años 2016 y 2017), ya alcanzan valores que, sin llegar a igualar los niveles de los años 2006-2007 o 1999-2000, permiten adivinar que la salida de la crisis es consistente, aunque es indudable que todavía queda bastante camino que recorrer para decir que ya se logran normalizar los niveles de pre-crisis.

Estos mismos comentarios generales sirven para identificar los dos sectores estudiados, con la particularidad de que los ratios del sector de la construcción, cuando empeoran, lo hacen más rápido y son peores que los correspondientes a la media de las pymes, mientras que los del sector del turismo empeoran más lentamente y son mejores que los correspondientes a las medias. Otra observación general es que la evolución de los ratios de rentabilidad proporciona la explicación más significativa del comportamiento de las empresas a lo largo de esos 21 años.

El boom de la construcción se inicia en la segunda mitad de los noventa y aunque los precios de las viviendas subieron de forma continuada hasta el año 2007, momento en que la burbuja estalla, realmente la rentabilidad de los accionistas comenzó a caer de forma suave y continuada a partir del año 2000. Por su parte, en el sector turístico español, aunque estuvo inmerso en el mismo entorno de pre-crisis, crisis y recuperación, se dieron algunas circunstancias externas que atenuaron la crisis y explican su mejor comportamiento. Los problemas del hundimiento del turismo en países del Mediterráneo competidores de España, son una de las razones principales del mejor comportamiento del sector.

La *ROA* en las pymes de la construcción es relativamente constante entre 1997 y 2007. La brusca caída en el 2008 y, sobre todo, el colapso a partir del 2009 y hasta el 2013, con un coste medio de las deudas por encima de la rentabilidad económica del activo, dio lugar a rentabilidades medias del accionista negativas entre los años 2011 y 2013. Esas rentabilidades negativas no se llegaron a dar a nivel del global de las pymes. Por su parte, la evolución de la *ROA* en el sector del turismo es similar. Hasta el año 2001, se mantiene superior, incluso a la del sector de la construcción, pero posteriormente disminuye más rápidamente, hasta su desplome a partir de 2008.

También conviene resaltar que el máximo de la rentabilidad de los accionistas de las pymes de la construcción no se logra en los años inmediatamente anteriores al estallido de la burbuja, sino en el año 1999. Son los años

1999, 2000 y 2001 cuando la ROA en la construcción consigue sus máximos y los costes medios de la financiación, siendo similares a los de los años 2011 a 2013, se traducen en máximos históricos en la ROE, en lugar de una ROE negativa, como ocurrió en los años peores de la última crisis (2011-2013). En las empresas de alojamiento y restauración, la rentabilidad máxima de los accionistas se obtiene también en 1999. A partir de allí, disminuye lentamente con un repunte en el inicio de la crisis (2007) y la posterior figura en «W» con valores negativos en el peor año.

Por su parte, las empresas de alojamiento y restauración, que identificamos con el sector turismo, presentan unos ratios que se comportan generalmente mejor que la media de las pymes. Presenta menores niveles de endeudamiento total y a corto plazo, mejores rotaciones del activo, mejor cobertura de las deudas, aunque los costes de personal sobre ventas son mayores. No obstante, tanto la rentabilidad del accionista, ROE, como la rentabilidad del activo, ROA, tienen peor comportamiento durante los años de crisis. Adicionalmente, se debe señalar que los ratios relacionados con el fondo de maniobra, dadas las especiales características de las empresas del sector turístico, presentan una volatilidad excesiva y no se pueden comparar con los de otros sectores, ni se pueden deducir consecuencias sobre su evolución temporal.

BIBLIOGRAFÍA

- Blanco Ramos, F; Fernández Blanco, M.O. y Ferrando Bolado, M. (2016): «El impacto de la crisis económica en las pymes españolas». *Economistas*, 149, págs. 66-79.
- Cifras INE. *Boletín informativo del Instituto Nacional de Estadística*. Varios años. Madrid.
- Coral Polanco, F.; López Morales, J.M. y Cuadrado Roura, J.R. ((2011): «Las empresas españolas. Características, tendencias y retos». Instituto de Estudios Económicos. Madrid.
- Cuadrado-Roura, J.R. (Director) (2010): «El sector construcción en España: Análisis, perspectivas y propuestas». Cuadernos del Colegio Libre de Eméritos. Madrid
- Crespo Espert, J.L. y García Tabuena, A. (2012). «Pequeña y mediana empresa: impacto y retos de la crisis en su financiación». Papeles de la Fundación de Estudios Financieros. Madrid.
- Foro Económico Mundial (2017). «Índice de Competitividad de Viajes y Turismo», Edición 2017.
- Garrido Yserte, R.; Gallo Rivera, M.T. y Martínez Gautier, D. (2015): «Análisis territorial de la repercusión de la crisis económica sobre el tejido empresarial español», IAES, Universidad de Alcalá, Documento de Trabajo 03/2015.
- Instituto Nacional de Estadística (2017). Estadística de movimientos turísticos en fronteras (FRONTUR), año 2015.
- Maroto Acín, J. A. (2012): «Estructura financiera de la pyme y su inflexión en la recesión (situación general y aproximación al comportamiento del crédito bancario) en el libro de Crespo Espert, J.L. y García Tabuena, A. (2012).
- Maroto Acín, J. A. (2016): «Las PYME españolas con forma societaria. Estructura económico-financiera y Resultados (Ejercicios 2010-2014 y avance 2015)». Colegio de Registradores de la Propiedad, Bienes Muebles y Mercantiles de España. Madrid.

Menéndez, A. y Mulido, M. (2017): «La evolución de la fragilidad financiera de las empresas no financieras españolas entre 2007 y 2015». *Revista de Estabilidad Financiera*, 33, págs. 37-53. Banco de España.

Menéndez, A.; Gorris, A. y Dejuán, D. (2017): «La evolución económica y financiera de las empresas no financieras españolas durante la crisis económica y primeros años de recuperación. Un análisis comparado con la UE». *Boletín Económico* 2, págs. 1-10. Banco de España.

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2008): «Las PYME españolas con forma societaria. Estructura económico-financiera y Resultados (Ejercicios 2002-2005 y avance 2006)». Registradores de España y Dirección General de Política de la Pequeña y Mediana Empresa. División de información, documentación y publicaciones. Centro de Publicaciones. Madrid.

Ordiales Hurtado, I. (2013): «Impacto de la crisis en el patrón de financiación de las pymes europeas. Especial atención al caso español», *FUNCAS, Documento de Trabajo* 738/2013.

ANEXO 1

CUADRO 3
TOTAL PYMES

	*COBER1	*COBER2	*COBER3**	CTE1	CTE2**	CTE3	END1	END 2	LIQ	RENT1	RENT2	ROA	ROE	*ROT1	*ROT2	ΔPIB	ΔIPC
95	3,17	5,45	3,80	21,66	2,05	5,73	63,47	82,27	14,52	13,55	3,95	9,54	17,15	1,81	5,34	5,0	4,3
96	3,22	5,48	4,31	22,43	1,78	5,15	62,93	81,73	13,93	13,37	4,13	9,26	17,66	1,83	5,50	2,7	3,2
97	3,20	5,76	5,51	21,71	1,37	4,05	63,31	81,43	13,93	13,32	4,64	9,21	20,17	1,83	5,51	3,7	2,0
98	3,23	5,70	6,88	21,78	1,13	3,36	63,48	80,94	13,76	13,74	5,21	9,52	22,61	1,84	5,26	4,3	1,4
99	3,16	5,63	8,54	22,25	0,95	2,80	63,37	80,12	13,71	13,89	5,65	9,56	23,51	1,81	5,22	4,5	2,9
00	3,12	5,76	7,70	22,81	1,03	2,95	63,34	79,72	13,30	13,44	5,38	9,07	21,70	1,78	4,98	5,3	4,0
01	3,20	5,73	7,45	23,81	1,04	3,07	62,20	78,72	13,67	13,35	5,23	8,89	20,44	1,78	5,17	4,0	2,7
02	3,14	5,90	8,15	23,98	0,94	2,78	61,41	78,32	14,38	12,76	5,03	8,28	18,84	1,72	5,02	2,9	4,0
03	3,15	5,99	9,29	24,12	0,81	2,41	60,53	77,74	15,48	12,41	5,18	8,02	18,45	1,69	5,00	3,2	2,6
04	3,12	6,18	10,57	24,07	0,74	2,12	59,79	77,37	16,34	12,02	5,27	7,70	17,70	1,65	5,16	3,2	3,2
05	3,05	6,39	10,77	24,11	0,71	2,01	59,44	76,86	17,22	11,60	5,34	7,43	16,84	1,60	5,06	3,7	3,7
06	3,00	6,35	10,36	23,83	0,76	2,10	59,24	76,58	18,07	11,71	5,77	7,70	17,21	1,56	5,04	4,2	2,7
07	3,13	6,22	9,03	23,43	0,83	2,47	57,59	75,95	19,72	11,31	6,61	8,05	16,34	1,57	5,29	3,8	4,2
08	3,24	6,41	6,32	25,67	1,00	2,95	54,93	73,69	21,16	9,98	3,80	6,06	10,34	1,49	4,87	1,1	1,4
09	2,95	6,64	7,10	28,27	0,87	2,39	52,66	71,31	22,95	7,85	2,62	4,09	6,21	1,28	4,12	-3,6	0,8
10	2,92	7,38	7,86	27,70	0,72	2,01	51,96	71,44	23,47	7,24	2,54	3,72	5,89	1,26	4,00	0,0	3,0
11	3,02	7,09	6,56	28,29	0,83	2,29	50,69	71,18	23,71	6,42	1,54	3,05	3,78	1,26	3,87	-0,6	2,4
12	3,01	6,69	6,09	29,03	0,88	2,43	49,17	70,56	24,03	5,57	0,52	2,40	2,11	1,21	3,46	-2,1	2,9
13	3,03	6,91	7,02	28,83	0,77	2,17	48,05	70,83	24,11	5,85	1,09	2,81	3,55	1,19	3,53	-1,2	0,3
14	3,14	7,06	8,25	27,75	0,66	2,01	47,07	71,69	24,85	6,78	2,65	3,84	6,06	1,21	3,78	1,4	-1,0
15	3,28	6,89	10,56	26,89	0,55	1,84	46,11	72,44	25,79	7,70	4,00	4,86	8,38	1,24	3,91	3,2	0,0

Fuente: Los datos brutos están tomados de SABI y del INE

Notas: Los ratios están expresados en % excepto los señalados con * que representan «número de veces que...»
Los ratios son medias acotadas al 10% excepto los señalados con ** que son medianas.CUADRO 4
PYMES SECTOR CONSTRUCCIÓN

	*COBER1	*COBER2	*COBER3**	CTE1	CTE2**	CTE3	END1	END 2	LIQ	RENT1	RENT2	ROA	ROE	*ROT1	*ROT2
95	2,42	7,25	2,90	28,84	2,42	5,14	68,51	85,13	18,09	11,04	3,73	8,31	15,92	1,54	5,54
96	2,46	7,49	3,35	29,29	2,12	4,77	68,56	85,00	18,44	10,92	3,93	8,30	18,06	1,56	4,88
97	2,39	8,02	4,51	28,55	1,61	3,63	70,13	84,83	17,49	10,77	4,64	8,20	22,02	1,55	5,16
98	2,44	8,04	5,75	27,61	1,19	2,90	70,42	85,54	16,88	11,07	5,18	8,41	25,47	1,61	4,32
99	2,57	7,47	8,21	27,79	0,95	2,41	70,08	84,93	17,58	12,17	6,13	9,27	28,82	1,68	5,31
00	2,57	7,27	7,82	28,46	0,99	2,47	70,02	84,30	17,55	12,23	6,31	9,18	27,86	1,68	4,80
01	2,66	7,11	7,78	28,58	0,97	2,60	68,68	83,72	18,07	12,66	6,34	9,50	27,52	1,69	5,69
02	2,62	7,22	8,51	27,97	0,89	2,36	67,76	83,08	19,29	12,27	6,31	9,13	25,56	1,63	5,26
03	2,61	7,17	9,93	27,82	0,77	2,02	66,57	81,99	20,49	11,90	6,72	8,83	25,11	1,58	5,26
04	2,54	7,34	11,12	27,71	0,71	1,79	65,63	81,00	21,74	11,41	7,01	8,43	23,61	1,52	5,64
05	2,46	7,55	11,62	27,03	0,68	1,69	65,18	80,21	22,44	11,23	7,25	8,32	23,10	1,46	4,96
06	2,40	7,54	10,90	26,42	0,76	1,79	64,90	79,70	23,71	11,28	7,90	8,49	22,88	1,41	5,27
07	2,47	8,73	11,81	25,94	0,87	2,20	62,95	78,58	25,68	10,09	13,07	8,46	21,78	1,39	5,21
08	2,50	7,46	5,96	28,96	1,18	2,84	59,54	75,96	28,60	9,44	4,62	6,65	13,09	1,29	4,64
09	2,15	8,34	6,19	32,08	1,11	2,37	56,20	72,29	31,86	6,96	3,15	4,42	7,50	1,02	3,37
10	2,03	8,99	5,97	32,38	1,04	2,05	54,27	71,38	32,84	5,26	1,69	2,96	4,23	0,92	2,98
11	2,03	8,04	4,41	34,66	1,37	2,40	52,06	69,74	33,65	3,72	-1,54	1,57	-0,30	0,86	2,58
12	1,96	7,13	3,86	36,24	1,71	2,66	49,17	67,58	34,54	2,70	-5,51	0,75	-2,61	0,75	2,10
13	1,85	6,91	4,59	38,03	1,57	2,25	47,32	66,91	34,57	2,33	-8,64	0,56	-2,09	0,68	2,08
14	2,00	8,04	5,23	35,75	1,21	2,01	45,82	68,67	34,63	3,35	-4,53	1,59	1,53	0,73	2,19
15	2,17	8,34	6,72	33,92	0,98	1,90	45,12	70,89	34,06	4,49	-0,19	2,82	4,14	0,80	2,46

Fuente: Los datos brutos están tomados de SABI

Notas: Los ratios están expresados en % excepto los señalados con * que representan «número de veces que...»
Los ratios son medias acotadas al 10% excepto los señalados con ** que son medianas.

CUADRO 5
PYMES SECTOR TURISMO

	*COBER1	*COBER2	*COBER3**	CTE1	CTE2**	CTE3	END1	END 2	LIQ	RENT1	RENT2	ROA	ROE	*ROT1	*ROT2
95	3,54	4,13	4,85	33,92	2,47	5,93	54,18	60,06	0,29	14,30	4,54	8,42	11,82	1,45	-0,99
96	3,71	3,70	5,71	33,32	2,19	5,55	53,56	61,93	-2,94	15,07	5,28	8,64	12,51	1,51	-0,56
97	3,70	3,87	6,36	32,11	1,75	4,71	53,26	61,19	-0,96	15,44	6,36	9,38	18,74	1,56	-0,35
98	3,78	3,69	8,87	31,35	1,35	3,83	53,87	62,09	-0,07	17,20	7,69	10,68	22,83	1,62	0,33
99	3,76	3,78	10,38	31,31	1,19	3,23	55,76	61,69	-0,34	17,27	8,34	10,59	22,40	1,69	-1,13
00	3,72	3,93	9,30	31,23	1,22	3,37	55,94	61,49	-0,84	17,06	7,63	10,48	21,78	1,72	0,25
01	3,99	3,93	8,82	32,24	1,12	3,51	55,28	60,40	-0,65	16,03	6,68	9,21	18,50	1,81	0,63
02	3,98	4,25	8,83	32,81	1,09	3,25	54,57	60,68	0,20	14,83	5,49	8,24	16,01	1,75	1,70
03	3,92	4,49	9,29	33,52	1,07	2,81	53,99	59,37	1,01	13,68	4,81	7,26	13,97	1,70	1,52
04	3,90	4,65	10,56	33,84	0,99	2,56	53,47	58,94	1,53	13,76	4,99	7,36	13,89	1,66	0,49
05	3,90	4,94	10,64	34,26	0,92	2,44	53,03	59,64	2,80	12,88	4,71	6,73	12,83	1,66	1,12
06	3,85	4,96	10,73	34,80	0,89	2,48	52,84	59,23	3,73	12,64	5,11	6,70	11,91	1,62	1,15
07	4,03	5,67	10,72	34,75	0,87	2,78	51,21	59,81	5,23	12,44	6,40	7,78	13,75	1,61	1,63
08	4,05	5,28	6,40	36,91	1,03	3,18	50,13	57,08	4,54	9,97	2,12	4,28	5,73	1,51	1,16
09	3,48	5,96	6,62	38,81	0,92	2,59	50,57	53,71	6,03	7,72	0,24	2,31	1,12	1,32	1,64
10	3,41	6,10	7,74	38,83	0,83	2,13	49,45	52,98	5,92	7,04	0,41	1,81	2,26	1,30	0,86
11	3,45	5,61	7,16	39,43	0,89	2,31	48,69	53,91	5,15	6,56	0,08	1,36	0,48	1,28	0,47
12	3,29	4,94	6,91	40,01	0,98	2,44	48,19	55,17	3,30	4,88	-1,60	-0,07	-3,21	1,22	0,49
13	3,30	4,99	7,82	39,45	0,83	2,18	47,19	55,61	3,89	5,87	-0,36	0,99	-0,94	1,19	0,34
14	3,47	5,44	10,09	38,42	0,72	2,11	45,60	57,36	3,99	7,58	1,76	2,62	3,18	1,23	0,69
15	3,73	5,08	13,30	37,17	0,59	1,93	43,73	58,75	6,76	9,36	4,04	4,70	8,24	1,27	0,68

Fuente: Los datos brutos están tomados de SABI

Notas: Los ratios están expresados en % excepto los señalados con * que representan «número de veces que...»

Los ratios son medias acotadas al 10% excepto los señalados con ** que son medianas.

Número 405, tercer trimestre de 2017

Arquitectura

Servicios

Otros temas

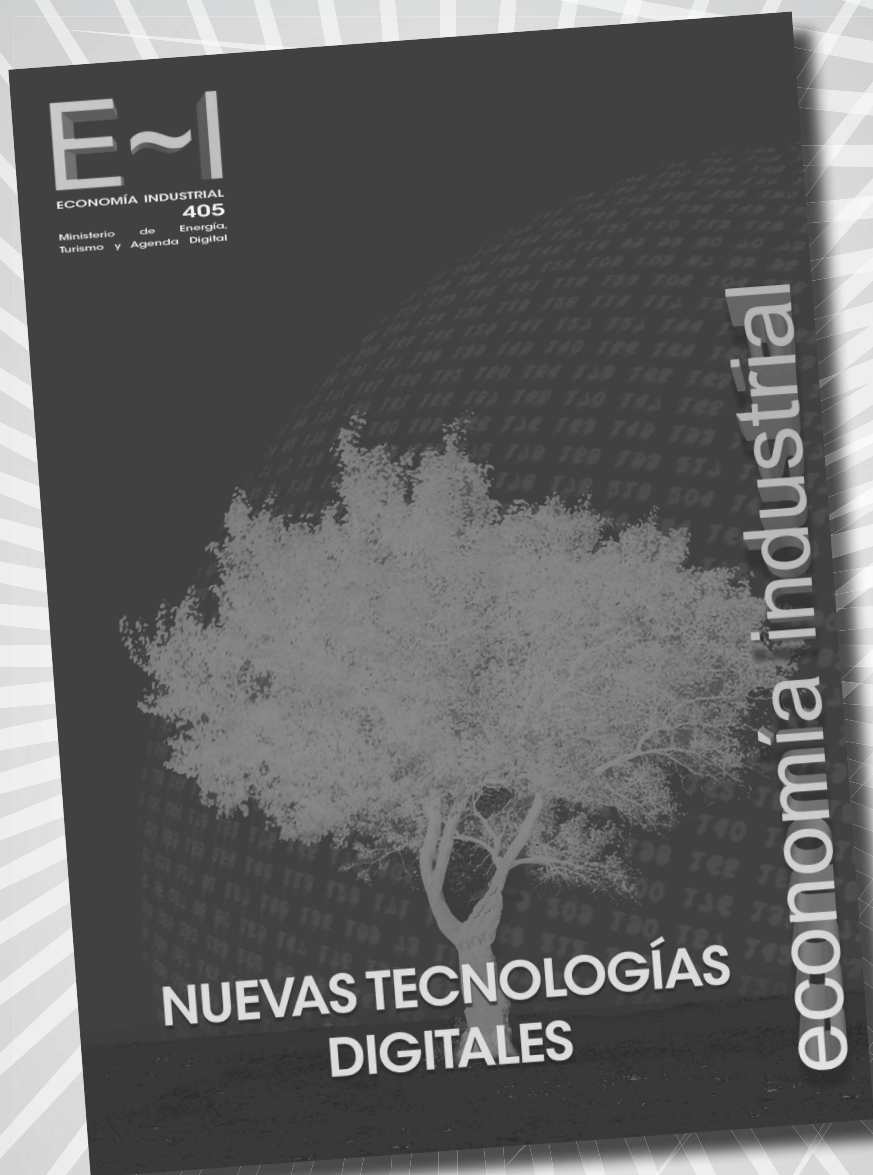
Crítica de libros

Aplicaciones
industriales

Políticas
públicas

Notas

Selección bibliográfica



www.economiaindustrial.es



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE INDUSTRIA, COMERCIO
Y TURISMO

SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA

SUBDIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO NORMATIVO,
INFORMES Y PUBLICACIONES
CENTRO DE PUBLICACIONES

www.mincotur.gob.es

VENTA Y SUSCRIPCIONES:

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO
CENTRO DE PUBLICACIONES

Panamá, 1. Planta 0. 28071 Madrid

Teléfonos: VENTAS: 913 495 129 / 913 494 968. CENTRALITA: 913 494 000
Fax: 913 494 485

COMERCIALIZACIÓN AL POR MENOR DEL COMBUSTIBLE DE AUTOMOCIÓN EN ESPAÑA: DEL MONOPOLIO AL OLIGOPOLIO

BLANCA SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ

M^{ra} MERCEDES DEL CORO FERNÁNDEZ-FEAL

Universidad de A Coruña

En los comienzos del siglo XX, en España, ni existía un gran parque automovilístico ni un gran desarrollo industrial que demandasen grandes cantidades de productos petrolíferos. Por ello, los combustibles y carburantes que se comercializaban se importaban de países en los que ya existían centros de refinado del crudo de petróleo.

La política arancelaria existente en España ejercía una gran presión fiscal sobre los crudos de petróleo; este hecho, junto a lo reducido del mercado en esos momentos, desaconsejaba la instalación de una industria refinera que exigía un considerable volumen de producción para ser rentable. Por ello, los importadores adquirían en el exterior productos intermedios para su posterior transformación. En el período comprendido entre 1900 y 1927, como consecuencia del crecimiento económico experimentado en esos momentos junto a la difusión del automóvil, se produjo en España un fuerte aumento en la importación de productos petrolíferos.

En 1927, con la aprobación del Real Decreto-Ley 1142 de 28 de junio de 1927, se establece en España el Monopolio de Petróleos que incluía el Monopolio sobre la distribución y sobre la venta al por menor de productos petrolíferos. Para administrar el Monopolio, se crea CAMPSA (Compañía Arrendataria del Monopolio del Petróleo S.A.) que comienza a funcionar el 1 de enero de 1928 y que, hasta la liberalización del mercado en 1983, monopolizará la distribución de los productos petrolíferos en España.

Al finalizar la guerra civil española en 1939, España entra en un período de gran crisis económica, política y social; la posguerra se alargó debido al aislamiento político y económico al que se vio sometida España como consecuencia de su régimen político (la dictadura del General Franco). El nuevo régimen creó en 1939 un Patronato, dependiente del Ministerio de Hacienda, para la provisión de Agencias de Aparatos Surtidores de Gasolina (Ley 22 de julio de 1939 y sus normas complementarias) por el que se adjudicaba el 25% de las vacantes de agentes de surtidores de CAMPSA a los mutilados de guerra y el resto a excombatientes, quedando expresamente prohibida la transmisión de estas concesiones. Está claro que desde ese momento las gasolineras quedan sujetas a una concesión administrativa para cuya concesión había que ser, básicamente, afín al régimen.

En 1941 el Ministerio de Hacienda promulga una Orden que establece el Primer Reglamento para la venta de productos monopolizados, que sufrió distintas modificaciones para adaptarse a los requisitos del mercado hasta su anulación en marzo de 1986 (cuadro 1). La primera modificación de este reglamento, en 1958, pre-

CUADRO 1
EVOLUCIÓN CRONOLÓGICA DEL REGLAMENTO PARA EL SUMINISTRO Y VENTA DE CARBURANTES Y
COMBUSTIBLES OBJETO DEL MONOPOLIO DEL PETRÓLEO

FECHA	ORGANISMO	RANGO	CORRESPONDE A		
08-02-41	M ^o de Hacienda	Orden	Reglamento		
30-07-58	M ^o de Hacienda	Orden	Reglamento	Modificación	
12-03-59	M ^o de Hacienda	Orden		Modificación	
30-06-60	M ^o de Hacienda	Orden		Modificación	
31-03-62	M ^o de Hacienda	Orden		Modificación	
30-11-63	M ^o de Hacienda	Orden		Modificación	
24-12-66	M ^o de Hacienda	Orden		Modificación	
16-03-68	M ^o de Hacienda	Orden		Modificación	
05-03-70	M ^o de Hacienda	Orden	Reglamento		Derogación
					Nueva vigencia
10-04-80	M ^o de Hacienda	Orden	Reglamento		
22-01-86	M ^o de Hacienda	Orden		Modifica Art. 69	
03-03-86	Sentencia del Tribunal Supremo				Anulado

Fuente: www.cne.es

tendió estimular la instalación de gasolineras por parte de la iniciativa privada, para lo que se ampliaban los plazos de la concesión de explotación y se autorizaba la transmisión por actos intervivos, previa autorización y por herencia.

A finales de 1984 comienza la reordenación del sector petrolero, de cara al ingreso de España en la CEE, con la publicación de la Ley 45/84 de 17 de diciembre: se inicia la transición desde una industria petrolera controlada en todos los aspectos por el Estado, rediseñando el sector para que cumpla los estándares de liberalización de la CEE.

Con la firma del tratado de adhesión de España a la CEE se aprueba el Real Decreto-Ley 5/1985, de 12 de diciembre, de Adaptación del Monopolio de Petróleos, en el que se aprueban los primeros cambios reguladores significativos, estableciéndose un Régimen de transición a la libre competencia entre 1985 y 1992.

La liberalización del sector petrolero español se inicia el 1 de enero de 1992 tal y como se aprobó en el Real Decreto-Ley 5/1985; con la Ley 34/1992 de 22 diciembre de Ordenación del Sector Petrolífero, se extingue el Monopolio de Petróleos liberalizándose el sector petrolero. Desde este momento:

- se eliminan las distinciones entre red concesional y red paralela, las Estaciones de Servicio tendrán libertad para elegir suministrador.
- CAMPSA pasa a tener una nueva denominación: Compañía Logística de Hidrocarburos (CLH) que

se limitará a actividades de logística, siendo titular de la única red de oleoductos existente en España.

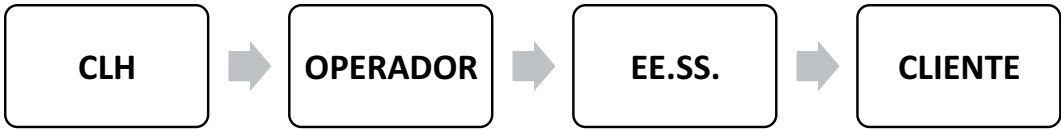
LA COMPAÑÍA LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS, GRUPO CLH ↓

La actual Compañía Logística de Hidrocarburos, CLH S.A., tiene más de 80 años de historia, ya que es el resultado de la escisión de los activos comerciales de la antigua Compañía Arrendataria del Monopolio de Petróleos S.A. (CAMPSA) que se realizó en 1992, como culminación del proceso de liberalización del Sector Petrolero que se produjo en España tras su integración en el Mercado Común Europeo. Históricamente en su evolución podemos distinguir tres etapas claramente diferenciadas.

1^a etapa (1927-1983): La Compañía Arrendataria del Monopolio de Petróleos (CAMPSA), de la que procede la actual CLH, se constituyó en 1927 con el fin de nacionalizar los activos de la incipiente Industria del petróleo que existía en aquel momento.

Inicialmente el Monopolio Estatal de Petróleos se estableció sobre todo el territorio nacional (salvo las Islas Canarias y los territorios de soberanía de África) y comprendía la importación, las manipulaciones industriales de todas clases, el almacenaje, la distribución y venta de los combustibles minerales líquidos y sus derivados, esto es, el ciclo completo del negocio salvo la investigación, exploración y explotación de hidrocarburos, que ya con anteriori-

GRÁFICO 1
ESQUEMA BÁSICO DE LA DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS PETROLÍFEROS



Fuente: Elaboración propia

dad sólo podían gestionarse en virtud de concesión otorgada por el Gobierno.

En sus orígenes, CAMPSA fue una empresa mixta (participación minoritaria del Estado) hasta el año 1977, en que el Estado alcanzó una participación superior al 50%.

2ª etapa (1983-1992): La entrada de España en el Mercado Común Europeo (1986) implicaba la desaparición del Monopolio de Petróleos, lo que determinó un largo proceso de adaptación cuyos hitos principales fueron el Protocolo de 1983 y la Ley 45/84, que convirtieron a CAMPSA en una empresa participada mayoritariamente por las empresas refineras.

Posteriormente la ley 15/92 dispuso la segregación de los activos comerciales de CAMPSA a favor de sus socios refineros (Repsol, Petronor, CEPSA y BP) y por último La Ley 34/92 declaró la extinción del Monopolio de Petróleos, tras 65 años de existencia y la liberalización de las actividades relacionadas con los productos petrolíferos, entre otras las de transporte y almacenamiento.

3ª etapa (desde 1993): Como consecuencia de la escisión de los activos comerciales de CAMPSA la sociedad adoptó su actual denominación, Compañía Logística de Hidrocarburos CLH S.A. el 14 de enero de 1993 simultáneamente con la entrada en vigor de la Ley 34/92 de Ordenación del Sector Petrolero.

La Compañía Logística de Hidrocarburos es la empresa líder de transporte y almacenamiento de productos petrolíferos en el mercado español. La misión del Grupo CLH es la distribución de carburantes y combustibles líquidos de un modo continuo, eficiente y seguro. (Gráfico 1).

La principal actividad de CLH es el almacenamiento, transporte y distribución de productos petrolíferos en todo el territorio peninsular y las islas Baleares, garantizando además el libre acceso de terceros a su sistema logístico. En la actualidad, CLH tiene concertados contratos de servicios logísticos para la utilización de sus instalaciones con la mayor parte de los operadores que actúan en España y compite con más de una decena de compañías logísticas que prestan servicio de almacenamiento y transporte en el mercado español.

COMERCIALIZACIÓN AL POR MENOR: ESTACIONES DE SERVICIO (EE.SS.) ↓

Mientras los automóviles se hacían cada vez más populares, la necesidad de Estaciones de Servicio fue en aumento. La técnicas de producción masiva de automóviles implementadas por Henry Ford permitió que los consumidores pudieran acceder a autos a un precio módico y este aumento de propietarios de autos resultó en una demanda mayor de Estaciones de Servicio.

En España, el primer tercio del siglo XX es un período de crecimiento muy notable motivado por el auge del sector industrial, aunque dentro de un marco de fuerte protección e intervención estatal. La red de carreteras permaneció estacionaria hasta 1920, momento en el que se construyó a gran escala y el parque automovilístico tuvo el primer despegue.

Hasta 1920 el número de automóviles (1) matriculados anualmente no llegó nunca a 3.000, a partir de este año no estuvo ya nunca por debajo de 10.000 (salvo en 1921), subió meteóricamente hasta 1930 y bajo luego fuertemente como consecuencia de la Depresión (cuadro 2). Entre tanto, la red de carreteras duplicó su longitud entre 1910 y 1935.

CUADRO 2
AUTOMÓVILES MATRICULADOS ANUALMENTE Y PARQUE AUTOMOVILÍSTICO EN ESPAÑA EN EL PRIMER TERCIO DEL SIGLO XX

Años	Matrícula anual	Parque automovilístico
1900-1904	41	98
1905-1909	559	1.249
1910-1914	1.512	5.762
1915-1919	1.864	10.874
1920-1924	14.172	44.367
1925-1929	29.614	127.970
1930-1935	19.352	186.077

Fuente: Elaboración propia

La capacidad de transporte y comunicación creció enormemente en este período lo que conllevó una expansiva demanda de energía y en particular de petróleo. La introducción del automóvil trajo consigo en España un aumento paralelo en el consumo de gasolina.

Hacia 1925 un corto número de importadores ligados a grandes productores internacionales, entre los que destaca la «Standar Oil», copaban importantes segmentos del mercado. La primera empresa que instaló en España postes surtidores en sustitución de la antigua forma de distribución en «latas», es seguramente, la compañía Surtidora de Gasolina «Uribe S.A.». Según Grandel (Grandel, 1935), en vísperas de crearse el Monopolio había en España unos 3.000 postes fijos o móviles de gasolina, mientras que en Francia había unos 20.000.

El Monopolio de Petróleos mantiene las actividades de importación, distribución y venta de forma que:

- hasta 1984 el Estado era titular de los activos de logística de productos petrolíferos y controlaba la red de Estaciones de Servicio mientras CAMPSA administraba el sistema nacional de transporte.
- Todos los productos refinados destinados al mercado doméstico eran vendidos al Estado y revendidos por el mismo a través de CAMPSA a la red concesional de Estaciones de Servicio.
- El Estado concedía la gestión de Estaciones de Servicio por un periodo de vigencia de 75 años. Los precios de los productos petrolíferos seguían un patrón de precios fijos establecidos por el Estado.

La Ley 45/84 de Reordenación del sector petrolero, de cara al ingreso de España en la CEE, contempla la posibilidad de que el Estado transfiera a CAMPSA la totalidad de los bienes y derechos afectados por el Monopolio de Petróleos de que es titular el Estado, entre los que se incluyen la red nacional de transporte y logística, así como las existencias de productos petrolíferos y se establece que todas las concesiones de Estaciones de Servicio reviertan a CAMPSA a su vencimiento, con lo que CAMPSA se convierte en titular de Estaciones de Servicio.

Con la firma de Tratado de Adhesión de España a la CEE en 1985, se aprueba el Real Decreto-Ley 5/1985 de Adaptación del Monopolio de Petróleos, estableciéndose un régimen de transición hacia la libre competencia entre 1985 y 1992. Se da vía libre a la creación de una red de Estaciones de Servicio, paralela a la concesional (que únicamente podía comercializar productos previamente adquiridos a CAMPSA), para que cualquier empresa de la CEE que quiera pueda distribuir, al por menor y libremente, productos petrolíferos en España; esta nueva red entra en servicio en 1987.

Este camino hacia la teórica liberalización del mercado, junto con la creación del grupo Repsol, exigió la aprobación en 1988 de un Reglamento para el suministro y venta de gasolinas y gasóleos de automoción (Real Decreto 645/1988) que estableció unos criterios mínimos de distribución geográfica para hacer compatible la libertad de instalación con la adecuada cobertura del suministro en todo el territorio nacional. Así, para colaborar con la liberalización del sector se re-

dujeron las distancias mínimas entre instalaciones que regían hasta el momento.

La liberalización del sector petrolero español que se inicia el 1 de enero de 1992 elimina las distinciones entre red concesional y red paralela, a partir de este momento las Estaciones de Servicio tendrán libertad para elegir suministrador. Tomadas las primeras medidas se continuó avanzando hacia la liberalización del Sector Petrolero español, extinguiéndose definitivamente el Monopolio de Petróleos en diciembre de 1992, con la promulgación de la Ley 34/1992 de Ordenación del Sector Petrolero. Esta Ley dio un nuevo empuje a la venta al por menor de productos petrolíferos y las sucesivas regulaciones revolucionaron a la vez que hicieron evolucionar al mundo de las Estaciones de Servicio.

La Ley 34/1992, de 22 de diciembre, de Ordenación del Sector Petrolero, establece que las actividades petrolíferas pueden ser realizadas libremente por quienes cumplan las condiciones y requisitos establecidos en ella y en las demás disposiciones aplicables. Respecto de la distribución al por menor de carburantes y combustibles petrolíferos en instalaciones de venta al público el artículo 8 de la citada Ley establece que sólo podrán realizarse en instalaciones previamente autorizadas para desarrollar esta actividad y en las condiciones establecidas reglamentariamente.

La supresión del régimen de distancias mínimas, efectuada en virtud del Real Decreto 155/1995, de 3 de febrero, entre instalaciones de venta al público, hizo necesaria la sustitución del Reglamento para el suministro y venta de gasolinas y gasóleos de automoción, aprobado por el Real Decreto 645/1988, de 24 de junio, por una nueva norma que, respondiendo a lo dispuesto en la Ley 34/1992, de 22 de diciembre, de Ordenación del Sector Petrolero, regulase las condiciones de la distribución al por menor de carburantes y combustibles petrolíferos de automoción en instalaciones de venta al público, ya no centradas en el cumplimiento del régimen de distancias entre los mismos.

El nuevo Reglamento responde a los principios esenciales del hasta ahora vigente, adaptados a la Ley 34/1992, si bien a partir de su puesta en vigor deberá ser cada Comunidad Autónoma la que, conforme a lo previsto en el mismo, autorice las instalaciones situadas en su territorio. No obstante, el Registro de Instalaciones de Venta al por menor de gasolinas y gasóleos de automoción llevado en el Ministerio de Industria y Energía se mantiene a los exclusivos efectos de facilitar el ejercicio de las competencias que a dicho Departamento corresponden en la materia.

Hasta la liberalización del sector las gasolineras pertenecían a CAMPSA o CEPESA, las actividades para el suministro y venta de carburantes objeto del Monopolio del Petróleo se regulaban y eran controlados por el aparato del Estado y el mercado permanecía cautivo.

La liberalización del sector, trajo consigo la competencia entre los distintos operadores o petroleras para controlar el mercado dando lugar a distintos modelos de

negocio (de Félix, E.; 2009) cuya cuota de mercado ha ido evolucionando con el tiempo. Todos coexisten en el mercado actual, cada modelo de distribución tiene sus propias características y todos compiten entre sí.

Gasolineras, modelos de negocio

En el mercado español de distribución minorista de carburantes en Estaciones de Servicio compiten distintos tipos de empresas. La clasificación más habitual entre ellas es en función de la relación que estas mantienen con los operadores al por mayor que las suministran, ya que éste vínculo condiciona el modo de gestión del punto de venta y por tanto su forma de competir por el cliente final o consumidor. Existen diferentes modelos de gasolineras libres y abanderadas (COCO, DOCO, DODO, CODO) en función de cómo se desdobra o no la propiedad de la gasolinera de su explotación (Miras Salamanca, P.; 2007).

- Libres.
Suministro, imagen y explotación se gestionan libremente. La libertad de suministro facilita al empresario la compra del carburante a diferentes suministradores (generalmente a través de CLH) en función de las condiciones de cada momento.
- Estación de servicio de compañía: Integradas con un operador petrolero que realiza su gestión y suministro. Se dividen en:
 - B.1. COCO (Company Owned – Company Operated).
Este tipo de estaciones son las llamadas propias de la petrolera, en la cual ellos son dueños del suelo, la instalación y ellos mismo gestionan la estación, definiendo sus márgenes y precio.
 - B.2. DOCO (Dealer Owned – Company Operated).
La instalación es propiedad de un particular o sociedad que cede la gestión de la gasolinera a la petrolera a través de un contrato de arrendamiento de la instalación.
- Estación de servicio abanderada: Son gestionadas por empresas de distribución minorista de carburantes (denominadas habitualmente como «gestores»), con contratos de suministro en exclusiva con operadores petroleros que implican el abandonmentamiento de la instalación con la imagen corporativa de la marca del suministrador. Se dividen en:
 - C.1. DODO (Dealer Owned – Dealer Operated).
La instalación es propiedad de una sociedad que a su vez es quien la explota, tienen la imagen de la petrolera con quien mantienen un contrato de suministro en exclusiva, acordando la distribución de márgenes, comisiones y gastos.
 - C.2. CODO (Company Owned – Dealer Operated).
La instalación es de la petrolera, la cual alqui-

la a un tercero que es el que la gestiona mediante un contrato de imagen y suministro en exclusiva.

También ha aparecido en el mercado una nueva modalidad de Estaciones de Servicio que se están instalando cada vez más, son las llamadas gasolineras o Estaciones de Servicio desatendidas o fantasma. Suelen estar ubicadas en carreteras nacionales con poca afluencia de tráfico y, por lo tanto, con poca rentabilidad para instalar una normal, además de estar ubicadas en carreteras con poco tráfico, también se instalan en cooperativas que se suministran ellas mismas y polígonos industriales. Estas estaciones fantasmas son como un cajero en el que primero pagas y luego te suministras; cuentan con unos sistemas informáticos de última tecnología.

Este tipo de Estaciones de Servicio ha encontrado un sitio y proliferado gracias a precios mucho más competitivos y la ausencia de una regulación específica en la mayoría del territorio nacional. Tomando como referencia: febrero de 2015, podemos decir que en ese momento sólo Navarra, Andalucía, Castilla-La Mancha y Aragón recogen en su legislación la obligatoriedad de contar con un profesional en la instalación, no permitiendo que se encuentren absolutamente desatendidas. Baleares y Asturias, ultimaban en ese momento la tramitación parlamentaria de una regulación que limitase su proliferación.

En julio de 2017, se publica el Real Decreto 706/2017 mediante el cual se aprueba la instrucción técnica complementaria MI-IP 04 «instalaciones para suministro a vehículos» y se regulan determinados aspectos de la reglamentación de instalaciones petrolíferas con el objeto de mejorar las condiciones de seguridad de este tipo de Estaciones de Servicio y prevenir riesgos.

Estaciones de Servicio en Galicia

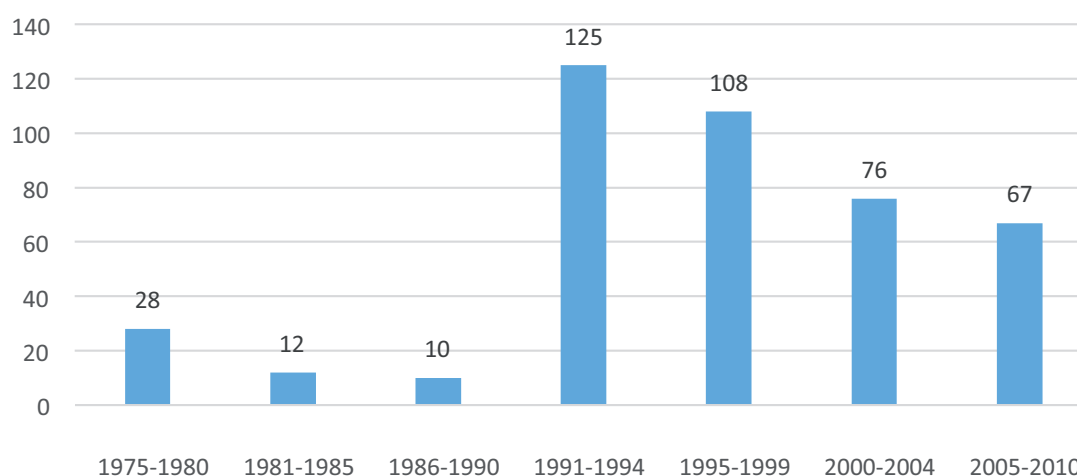
Antes de 1975, existían en Galicia 232 puntos de suministro, gasolineras o como ahora las conocemos: Estaciones de Servicio, en nada parecidas a lo que actualmente asociamos con este tipo de establecimiento, dado que únicamente había en ellas surtidores de combustible y funcionaban prácticamente como un estanco, debido a su régimen de concesión administrativa y la vigencia del Monopolio de Petróleos administrado por CAMPSA y distribuidas por provincias como se indica en el cuadro 3.

CUADRO 3
NÚMERO DE PUNTOS DE SUMINISTRO DE
COMBUSTIBLE DE AUTOMOCIÓN EN GALICIA
POR PROVINCIA ANTES DE 1975

TOTAL	ANTES DE 1975 ⁽¹⁾	A CORUÑA	LUGO	OURENSE	PONTEVEDRA
232		70	53	45	64

Fuente: Elaboración propia
(1) estos datos incluyen también a las unidades de servicio

GRÁFICO 2
Nº DE ALTAS EN ESTACIONES DE SERVICIO EN GALICIA, 1975-2010



Fuente: Elaboración propia

Hasta ese momento nos encontramos con un modelo de negocio totalmente cautivo, controlado por el Estado y con la peculiaridad del modo en que se había llegado a ser beneficiario de la posibilidad de acceder a una concesión.

En Galicia, los datos que se han manejado para la realización del presente trabajo, en relación a la evolución sufrida por el número de altas en Estaciones de Servicio entre los años 1975 y 2010 (Gráfico 2) confirman que el proceso de liberalización del mercado propició la apertura de nuevas instalaciones en un sistema en el que las propias características del sector habían propiciado escasas nuevas incorporaciones en los años previos al fin del Monopolio: constatándose el mayor número de altas en el periodo 1991-1994, con un total de 125 frente a las sólo 10 abiertas en el periodo inmediatamente anterior, 1986-1990 (cuadro 4).

CUADRO 4
Nº DE ALTAS DE EE.SS. EN GALICIA POR
PROVINCIA / PERIODO DE TIEMPO

GALICIA	PERIODO DE TIEMPO	Nº DE ALTAS DE ESTACIONES DE SERVICIO			
		A CORUÑA	LUGO	OURENSE	PONTEVEDRA
232	ANTES DE 1975	70	53	45	64
426	1975-2010	180	69	55	122

Fuente: Elaboración propia

A partir de 1995 el sistema registró nuevas altas pero con un crecimiento bastante menor y marcado por el tipo de modelo de negocio con el que trabaja cada una de estas Estaciones de Servicio; existe un alto número de ellas que pertenecen a las propias petroleras

(COCO) que, como aclararemos más adelante, han hecho que el mercado, a juicio de no pocas opiniones, haya pasado de un Monopolio a un Oligopolio.

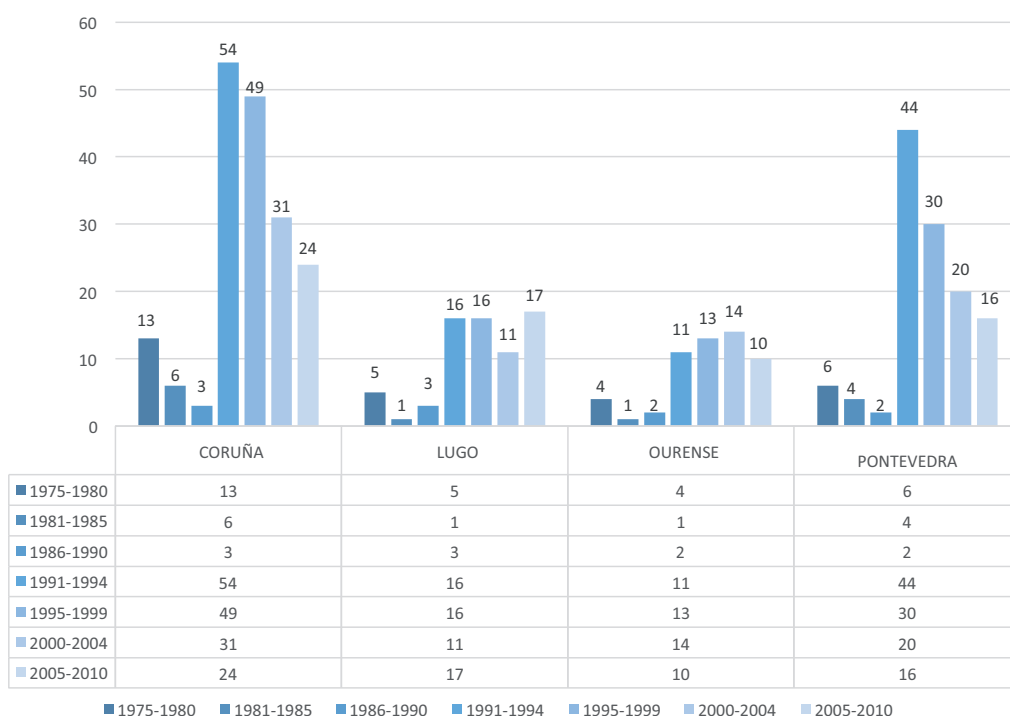
En Galicia, las Estaciones de Servicio han proliferado en el entorno de grandes núcleos urbanos y/o industrializados, la mayor densidad de Estaciones y Unidades de Servicio se encuentra en las provincias de la costa atlántica, A Coruña y Pontevedra, más industrializadas y donde se encuentra concentrada la mayor parte de la población. El porcentaje de Estaciones de Servicio abiertas entre las provincias de A Coruña y Pontevedra representan entre los años 1975 y 2010, el 75% del total de nuevas aperturas, frente al 13% abiertas en Lugo y el 12% abiertas en Ourense (Gráfico 3).

En Galicia, las bajas de establecimientos al por menor de productos petrolíferos registradas han sido mínimas por no decir testimoniales, hemos constatado únicamente 12, lo que demuestra que este es un tipo de negocio que aunque antes de la liberalización estaba tremendamente protegido y muy encorsetado, ha resistido bien en los últimos años tanto a los vaivenes del mercado, fruto de la crisis económica sufrida en España desde 2007, como a las nuevas exigencias del mismo.

El incremento en el número de EE.SS. en España fue especialmente pronunciado entre los años 1992 y 2000, cuando pasó de cerca de 6.300 a aproximadamente 8.500. Tras ese momento, durante varios años se estabilizó el aumento y sólo en 2007 experimentó un repunte, con cerca de 300 nuevas aperturas; en 2010 se alcanzaron las 10.238 de las que 623 se encontraban en la Comunidad Autónoma de Galicia.

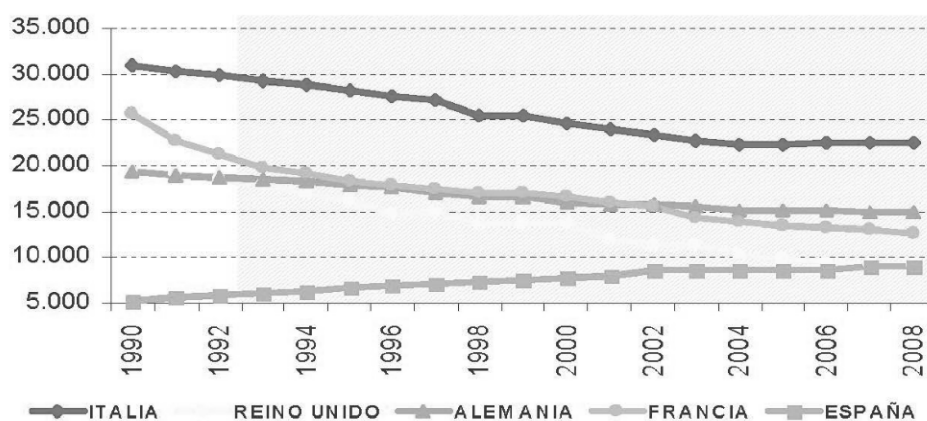
Respecto al mismo periodo: 1992-2010, la tendencia de implantación de Estaciones de Servicio en España es totalmente contraria a la de los países europeos de su entorno (Mazarasa, 2010), donde se observa una clara disminución del número de Estaciones de Servicio

GRÁFICO 3
Nº DE ALTAS DE ESTACIONES DE SERVICIO POR PROVINCIA, 1975-2010



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 4
EVOLUCIÓN DE Nº DE EE.SS. EN ALGUNOS PAÍSES DE LA UE, AOP



Fuente: http://www.aop.es/informes/informes_sector/CEE_El_Sistema_Energetico_Espa%C3%B1ol-Petroleo_22112010.pdf

en funcionamiento (gráfico 4). Esta tendencia se justifica por la liberalización del sector petrolero español.

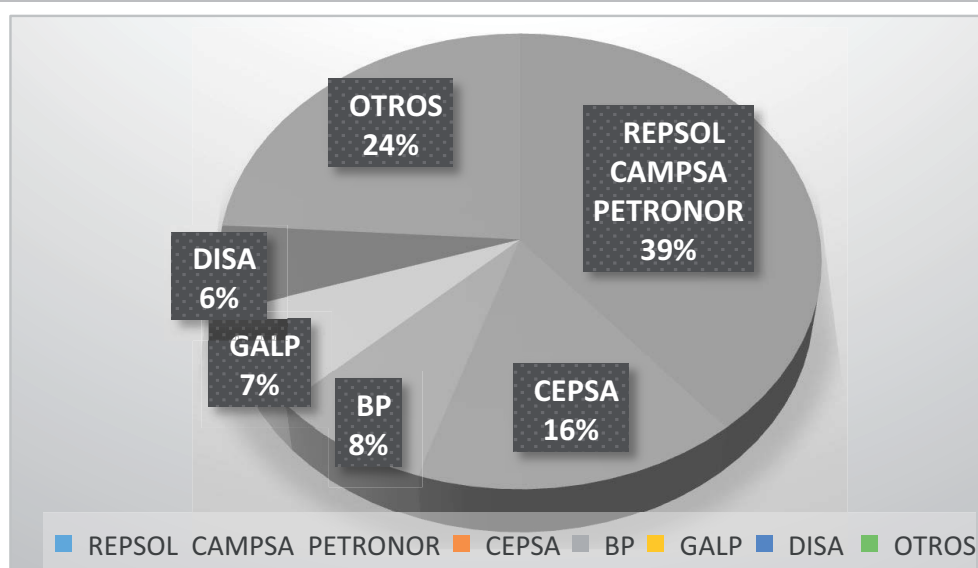
OPERADORES DE PRODUCTOS PETROLÍFEROS

Un distribuidor al por menor mediante suministros directos de productos suministra al cliente, usuario final, un producto procedente de un operador; este es una persona física o jurídica autorizada para desarrollar en todo el territorio la distribución al por mayor de carburantes

y combustibles petrolíferos, ya sean de producción nacional, de intercambios intracomunitarios o de importación.

El R.D. 2487/1994, de 23 de diciembre, establece el Estatuto regulador de la distribución al por mayor y al por menor mediante suministros directos e instalaciones fijas, de carburantes y combustibles petrolíferos; dicho estatuto establece que dichos productos sólo pueden ser comercializados por quienes obtengan la condición de Operador o Distribuidor previa acreditación del cum-

GRÁFICO 5
ABANDERAMIENTOS EN EE.SS. ESPAÑOLAS - 2010



Fuente: Elaboración propia

plimiento de las condiciones que establece para dichas actividades la Ley 34/1992 de 22 de diciembre además de las establecidas en el Estatuto.

Todos los Operadores/Distribuidores mayoristas autorizados de productos petrolíferos en España son miembros obligatorios, según la Ley, de CORES (2). La condición de miembro se obtiene automáticamente en el mismo momento en que se obtiene la licencia administrativa correspondiente.

A mediados de 2010, formaban parte de CORES 153 entidades de las que 108 eran Operadores autorizados a distribuir al por mayor productos petrolíferos, pero no todas operaban en todo el territorio nacional. Destacan los grupos REPSOL, CEPSA, BP, GALP y DISA.

Operadores en el Mercado gallego

El mercado de la distribución de carburantes es muy dinámico, los datos con los que realizamos este estudio se realizan en base al año 2010 pero, desde el 2007, se observa que las marcas independientes y operadores no integrados, los hipermercados y las cooperativas con venta al público han ganado cuota de mercado a costa de los operadores integrados tradicionales, tanto en número de puntos de venta, como en sus volúmenes de venta (Gráfico 5).

De las aproximadamente 10.238 Estaciones de Servicio existentes en 2010 en España, 623 se encontraban en la Comunidad Autónoma de Galicia, consultados los datos facilitados por la Dirección Xeral de Industria, Enerxía e Minas, de la Consellería de Economía e Industria de la Xunta de Galicia la relación existente entre Estaciones de Servicio y Operador, se constata la distribución que se refleja en el cuadro 5 y los gráficos 6 y 7.

CUADRO 5
NÚMERO DE EE.SS. EN FUNCIÓN DEL
OPERADOR POR PROVINCIA

PROVINCIA	OPERADOR				
	REPSOL	CEPSA	GALP	OTROS	INDEP.
CORUÑA	88	49	17	33	54
LUGO	60	19	4	12	20
OURENSE	36	17	7	8	27
PONTEVEDRA	79	22	13	23	35
GALICIA	263	107	41	76	136
623					

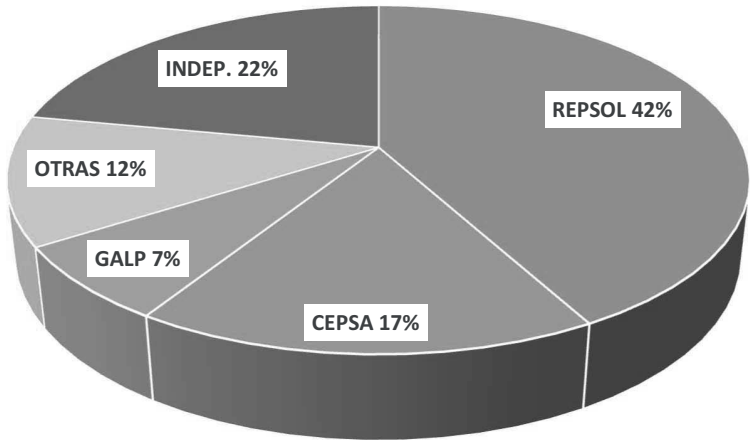
Fuente: Elaboración propia

CUADRO 6
PORCENTAJE DE MERCADO DE LOS DISTINTOS
OPERADORES QUE DISTRIBUYEN EN GALICIA
POR PROVINCIA

ZONA GEOGRÁFICA	RATIOS %				
	REPSOL	CEPSA	GALP	OTRAS	INDEP.
A CORUÑA	37	20	7	14	22
LUGO	52	17	4	10	17
OURENSE	38	18	7	8	28
PONTEVEDRA	46	13	8	13	20
GALICIA	42	17	7	12	22

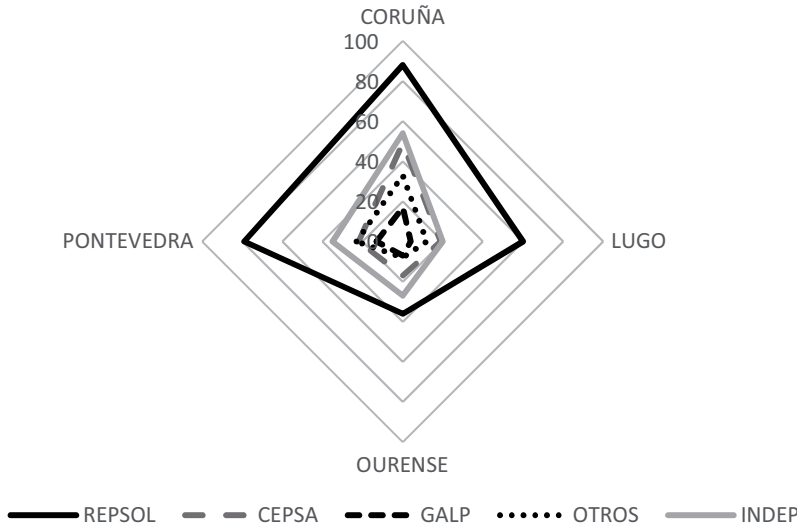
Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 6
PORCENTAJE DE EE.SS. SEGÚN EL OPERADOR EN GALICIA, 2010



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 7
PREVALENCIA DE OPERADORES DE EE.SS. EN EL MERCADO GALLEGO



Fuente: Elaboración propia

CUADRO 7
INFLUENCIA DE OPERADORES, ESPAÑA VERSUS GALICIA, 2010

ZONA GEOGRÁFICA	RATIOS %				
	REPSOL	CEPSA	GALP	OTRAS	INDEP.
ESPAÑA	39	16	7	14	24
GALICIA	42	17	7	12	22

Fuente: Elaboración propia

Los Operadores que dominan el mercado de distribución de combustibles de automoción en Galicia son

REPSOL, CEPSA y GALP, entre los tres tienen una cuota global del 64%, tan sólo el 22% de las Estaciones de Servicio no tienen ningún vínculo con alguna petrolera (Cuadro 6).

Si comparamos el dominio de las mismas petroleras sobre las Estaciones de Servicio ubicadas en el resto del territorio nacional (62% del total), observamos que el porcentaje de Estaciones de Servicio operadas por cada una de ellas es muy similar a los encontrados con los datos manejados en la Comunidad Autónoma de Galicia (Cuadro 7).

Los datos también demuestran que en los últimos años el modelo de negocio ha cambiado, se ha incrementado la tendencia hacia el autoservicio y ha au-

mentado la instalación de Estaciones de Servicio en los hipermercados y grandes superficies comerciales, establecimientos que suelen ofrecer descuentos y promociones asociadas al consumo de combustible en sus Estaciones de Servicio; todo hace presagiar que cada vez tendrán una mayor cuota en el mercado de venta al por menor de combustibles tanto en Galicia como en el resto del territorio nacional.

El modelo de gestión predetermina el operador que utilizará para su abastecimiento, por lo que para entender y valorar los datos debemos conocer el modelo de negocio bajo el que operan cada una de las Estaciones de Servicio instaladas en Galicia, por otra parte idéntico al de las instaladas en el resto del territorio nacional. Destaca el porcentaje de Estaciones de Servicio libres, en Galicia dominan el 22% del mercado; más de una quinta parte del mismo se gestiona de forma independiente sin las obligaciones que implica el estar ligado a una petrolera pero también sin el soporte comercial que facilita la misma.

Otro modelo de negocio que ha cobrado auge en los últimos tiempos son las Estaciones de Servicio «desatendidas» o «low cost» (3), este modelo de negocio permite abaratar precios a costa de abaratar costes. En España, los datos de 2015 demuestran que aún son pocas aunque ya algunas grandes petroleras se han hecho eco de este tipo de negocio: REPSOL ha abierto Estaciones de Servicio automatizadas en la zona del Mediterráneo; en Galicia su presencia es aún testimonial, pero hace años que son una realidad en el resto de Europa, en países como Francia o Bélgica son ya el 20% del total y en Dinamarca, Finlandia, Suecia y Suiza superan el 50%.

CONCLUSIONES ↓

En España, el Sector Petrolero siempre ha estado bajo el punto de mira de las autoridades de competencia. En 2014 las extintas Comisión Nacional de la Competencia (CNC) y Comisión Nacional de la Energía (CNE) elaboraron dos informes demoledores en los que incidían en la falta de competencia de un mercado en el que tres compañías, Repsol, Cepsa y BP, acaparaban el 73% de las ventas. Este escenario propiciaba, según estos organismos, una posición dominante que incluso les permitía pactar precios consiguiendo así incrementar sus márgenes. Además, los mejores puntos de venta están copados por estas compañías a través de contratos de larga duración lo que hace prácticamente imposible la presencia de nuevos operadores en el mercado.

Aunque no era el objetivo, la desaparición del Monopolio de Petrúleos con la liberalización del Sector Petrolero ha conducido a un Oligopolio que evidentemente perjudica el interés general. El gobierno intenta cambiar esta situación, para ello en los últimos tiempos ha modificado y permitido el establecimiento de nuevos modelos de negocio.

Los últimos datos manejados demuestran que el número de Estaciones de Servicio no vinculadas a los operadores integrados no ha dejado de crecer en los últimos años (2010-2014). Por lo que respecta a los hipermercados, aunque su cuota de mercado por número de puntos de venta sea pequeña, su cuota de mercado por volumen de ventas ha aumentado considerablemente durante la crisis, llegando a alcanzar una cuota próxima al 20% en el sector de consumidores no profesionales, lo que equivale a situar a este formato de distribución como el segundo operador del mercado español en cuota de mercado.

Para mejorar la competencia y en último fin rebajar los precios, los informes de la CNC y la CNE recomendaban abrir más Estaciones de Servicio en hipermercados, centros comerciales y autopistas; revisar la duración de los contratos de suministro en exclusiva y prohibir que las petroleras recomienden los precios a sus asociados.

Pues bien, el Gobierno ha seguido estas recomendaciones e incluyó en el Real Decreto-ley 4/2013, de 22 de febrero, de medidas de apoyo al emprendedor y de estímulo del crecimiento y de la creación de empleo, por el que se modificó la Ley 34/1998, de 7 de octubre, del Sector de Hidrocarburos entre otras las siguientes medidas:

- Desde julio de 2014, el abanderamiento tiene un contrato máximo de un año prorrogable hasta tres, frente a los cinco anteriores; con ello se pretende reforzar la competencia entre las petroleras para conquistar gasolineras.
- Las petroleras con una cuota de mercado superior al 30% en una provincia no podrán firmar más contratos (afecta a Repsol, fundamentalmente y a Cepsa).
- Asimismo, las compañías no podrán fijar directa o indirectamente los precios de los combustibles.

También, con el fin de facilitar la competencia, la nueva Ley de Carreteras (Ley 37/2015, de 29 de septiembre) no permitirá que los conductores encuentren tres gasolineras seguidas de un mismo operador a lo largo de una carretera.

NOTAS ↓

- [1] La información sobre el parque móvil y su desarrollo puede seguirse gracias a las series de matriculación elaboradas por el R.A.C.E., y las Estadísticas del Comercio Exterior para el período anterior a la Guerra Civil (ya que en estos años los vehículos matriculados eran en su gran mayoría de importación) y, desde 1943, los datos provienen de las completas estadísticas de la Jefatura Central de Tráfico. Junto a ellas, completan la información las diferentes publicaciones del Ministerio de Obras Públicas.
- [2] CORES, Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos
- [3] <http://www.expansion.com/juridico/opinion/2015/03/19/550b20f2268e3e9f688b456b.html>

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez García, S.; Jorge García-Inés, M.; Romero Jordán, D. (2007). «Los precios de los carburantes de automoción en la UE. Análisis de sus factores determinantes». *Revista de Economía Industrial*, 365, 87-96.
- Barreiro Gil, M.J. (2008). «Galicia/Europa, 1955-2005. Medio siglo de proximidad». *Revista Galega de Economía*, 17 n° extraordinario.
- Cabezas, J.A. (1977). «Cincuenta años de CAMPSA». CAMPSA, Madrid.
- CAMPSA (1958). CAMPSA 1928-1958. (1958). CAMPSA, Madrid.
- Comellas García-Llera, J.L. (2014). *Historia de España Contemporánea*, Rialp, Madrid, (1ª ed. 1988).
- Comisión Nacional de la Energía (2006). *Cronología del sector petrolero español*. Dirección del petróleo, Comisión Nacional de la Energía (CNE), Madrid.
- http://www.cne.es/cne/doc/publicaciones/IAP_CRONO_DP06.pdf
- Comisión Nacional de la Energía (2012). *El mercado español de la distribución de gasolina y gasóleo a través del canal de estaciones de servicio*. Comisión Nacional de la Energía, Madrid.
- http://www.cne.es/cne/doc/publicaciones/cne37_12.pdf
- Espejo Marín, C. (2008). «La distribución al por mayor de productos petrolíferos en España». *Papeles de Geografía*, 47, 55-80.
- Félix Parrondo, E. de. (2008). «Problemática de la fijación de precios en los contratos entre operadores petrolíferos y estaciones de servicio». *Revista de derecho de la competencia y la distribución*, 4, 197-212.
- Figuerola, E. El comportamiento económico del mercado del petróleo. ISBN 9788479787394. 304 págs. Editorial: Díaz de Santos, Madrid-2006.
- Grandel, J. (1935). *Le monopole du pétrole en Espagne*. Librerie Technique Économique, París.
- Jiménez, J. (1998). *Comercio del Petróleo en España y Régimen de Formación de Precios, 1927-1993*. Paraninfo, Madrid.
- Matilla Prieto, E. (2013) «Evolución del precio del gasóleo en España durante el último medio siglo. Análisis cuantitativo y cualitativo de la serie cronológica 1960-2011 de todas las Estaciones de Servicio». *Revista de Economía Industrial*, 387, 171-178.
- Mazarrasa, A. (2010). *El sector energético español. Situación actual-El petróleo*, AOP, Madrid.
- http://www.aop.es/informes/informes_sector/CEE_El_Sistema_Energetico_Espa%C3%B1ol-Petroleo_22112010.pdf
- Miras Salamanca, P. (2007). «Los mercados de productos petrolíferos: una perspectiva». *Revista de Economía Industrial*, 365, 69-78.
- Nadal, J.; Carreras, A; Sudriá, C. (1987). *La economía española en el siglo XX. Una perspectiva histórica*. Ariel, Barcelona.
- Sánchez de Toca, J. (1917). *El petróleo como artículo de primera necesidad para nuestra economía nacional*. Imp. I. Perales, Madrid.
- Tortella Casares, G., Ballesteros, A., Díaz Fernández, J. L. (2003). *Del monopolio al libre mercado: La historia de la industria petrolera española*. LID, Madrid.

Número 404, segundo trimestre de 2017

**Emprendimiento e
innovación en la universidad
española**

**Performance y
casuística del
emprendimiento
universitario**

Otros temas

**Casos de aplicación
de universidades
emprendedoras
y sus empresas**

Notas

Crítica de libros

Selección bibliográfica



www.economiaindustrial.es



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE INDUSTRIA, COMERCIO
Y TURISMO

SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA

SUBDIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO NORMATIVO,
INFORMES Y PUBLICACIONES
CENTRO DE PUBLICACIONES

www.mincotur.gob.es

VENTA Y SUSCRIPCIONES:

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO
CENTRO DE PUBLICACIONES

Panamá, 1. Planta 0. 28071 Madrid

Teléfonos: VENTAS: 913 495 129 / 913 494 968. CENTRALITA: 913 494 000

Fax: 913 494 485

Notas

Un importante grupo de expertos creado por la Comisión Europea (N1) estableció unas orientaciones para dar a la industria europea una ventaja competitiva a la hora de desplegar las tecnologías industriales del futuro: las Key Enabling Technologies o en español las “Tecnologías habilitadoras clave”. Sus conclusiones fueron que la industria europea perdería competitividad sino consiguiese aprovechar con éxito estas seis tecnologías: micro y nanoelectrónica, materiales avanzados, biotecnología industrial, fotónica, nanotecnología y sistemas de fabricación avanzados. Este trabajo se centrará únicamente y desde un punto de vista técnico y económico, en micro y nanoelectrónica, como tecnología habilitadora clave, si bien, aparecerán mencionadas, en algún momento, tanto la fotónica como la nanotecnología, al tratarse al igual que la nanoelectrónica, de aplicaciones de la física cuántica.

MICRO Y NANO ELECTRÓNICA: ASPECTOS BÁSICOS DE UNA DE LAS SEIS TECNOLOGÍAS HABILITADORAS CLAVE DESDE UN PUNTO DE VISTA TÉCNICO Y ECONÓMICO

Junto con la fotónica y la nanotecnología, la nanoelectrónica se encuentra relacionada con las aplicaciones de la física cuántica. Pero no se pretende hacer aquí una exposición de física teórica. En efecto, un tercio del Producto Interior Bruto (PIB) de los países desarrollados procede de tecnologías basadas en la física cuántica (N2). Aplicaciones como el láser, el transistor, el microscopio electrónico, los escáneres de resonancia magnética y muchas más dependen de la física cuántica.

La célebre conferencia de Richard Feynman en el Caltech (1) titulada “*There is plenty of room at the bottom*” (2) (N3) está considerada como el punto de partida para toda una serie de campos de la tecnología que se conocen con el nombre de nanotecnología. El origen de la nanotecnología, se remonta pues a esta célebre conferencia y si bien es cierto que aún existe espacio en el “fondo” y oportunidades para construir dispositivos más pequeños y más baratos, no es menos cierto que el margen cada vez se va estrechando más y la nanoelectrónica (3), por lo que se refiere a la Ley de Moore (N4) y a la electrónica del silicio, jamás dará paso a la picelectrónica (4), como la microelectrónica sí dio el paso a la nanoelectrónica. Sin embargo, aunque la muerte de la Ley de Moore que luego se enunciará, ha sido repetidamente anunciada, ya se encuentra disponible a nivel de I+D, el transistor de 5 nanómetros y además en tecnología de silicio, como ponía de manifiesto una noticia que aparecía recientemente publicada en prensa y que luego se comentará.

Se utilizará el símbolo nm para los nanómetros y el símbolo μm para las micras. Téngase en cuenta que la dimensión del átomo medio es de unos 100 picómetros, o sea 0,1 nm (N5) y por lo tanto en 1 nm caben aproximadamente unos 10 átomos.

En esta carrera por la miniaturización de los dispositivos, quizás el límite dimensional pudiera estar en otras tecnologías, como Beyond CMOS (N6), tecnologías diferentes de la tecnología de silicio y que se encuentran actual-

mente en fase de investigación a nivel de laboratorio.

De hecho, el transistor de un solo electrón, (*single-electron transistor: SET*) (N7) ha ganado interés con la irrupción de la Internet de las Cosas (IoT) y las aplicaciones enfocadas a la salud, donde un consumo energético ultra-bajo es muy importante. La UE (5) ha dado un impulso con la concesión de un proyecto de cuatro años en el marco del programa H2020 centrado en la exploración de nuevas vías de fabricación de un SET (N8) y las dimensiones que se están mencionando son ya inferiores a los 5 nm.

Pero yendo por partes: el objetivo es hacer un esfuerzo de claridad para intentar explicar qué es la micro y nanoelectrónica y cuáles son sus principales tendencias tecnológicas, para posteriormente hacer un esbozo de cuál es la estrategia europea (N9) para tratar de revertir la situación de retraso de esta tecnología en Europa con respecto a Estados Unidos y a Asia, indicando además cuáles serían las principales aplicaciones de la realización de actividades a lo largo de toda la cadena de valor de sistemas y aplicaciones basadas en micro y nanoelectrónica, ya que al final, las aplicaciones, son las que acaban transformándose en PIB.

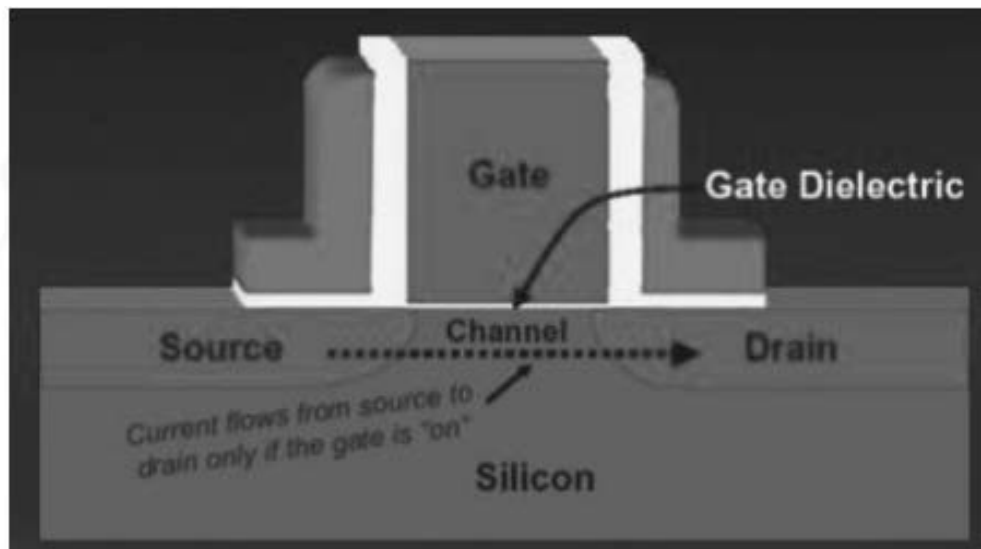
Se utilizará la abreviatura MNE para referirnos a la micro y nanoelectrónica.

La inversión necesaria en MNE para conseguir resultados es alta y el riesgo de fracaso técnico también, especialmente en *More Moore* (MM) (N10), si bien es cierto, que existen importantes oportunidades para Europa y para España en *More than Moore* (MtM) (N11) y que podría haberlas en *Beyond CMOS* (6) ya que ésta es una tendencia tecnológica de futuro.

¿QUÉ ES LA MNE?

La MNE se refiere a las tecnologías de miniaturización de los componentes y sistemas electrónicos mediante las

FIGURA 1
TRANSISTOR. LA LONGITUD DEL CANAL (CHANNEL) ES LA QUE DEFINE LA TECNOLOGÍA



Fuente: <http://ixbtlabs.com> (N13)

cuales se diseñan dispositivos electrónicos empacados en grandes densidades en una pastilla única de semiconductor.

Cuando se habla de micras se trata de dimensiones del orden de la millonésima parte de un metro: 10^{-6} m y cuando se habla de nanómetros, de dimensiones tan pequeñas como la millonésima parte de un milímetro: 10^{-9} m.

Comúnmente se acepta que la microelectrónica se refiere a todas aquellas tecnologías de más de 100 nm de tamaño mientras que la nanoelectrónica se usa normalmente para definir las tecnologías de menos de 100 nm de tamaño, ya que para dimensiones inferiores a 100 nm comienzan a regir las leyes de la física cuántica (y se producen efectos cuánticos, como p.ej., el efecto túnel (N12)) en vez de las leyes de la física clásica.

La unidad por la que se cuantifica la tecnología ya sea de micro o de nanoelectrónica, utilizada por un circuito analógico o digital y que define dicha tecnología, es el tamaño de la puerta (Gate) del dispositivo elemental mínimo de amplificación/conmutación transistor CMOS y cuyo diagrama simplificado se muestra en la fig. 1.

Así pues, según la longitud del canal se tendrá, p.ej., una tecnología de 1 μm , o p.ej., una tecnología de 22 nm.

En su funcionamiento elemental, un transistor permite (1) o no permite (0), el paso de una pequeña corriente eléctrica desde la fuente (Source) al drenador (Drain) al aplicar una tensión a la puerta (Gate) habilitando, p.ej., las tecnologías de computación personal que se encuentran actualmente al alcance de muchos (7). Además de como interruptor en los circuitos digitales, el otro uso del transistor es en los circuitos analógicos, como amplificador de señales.

El transistor es el componente básico de la MNE, aunque hay otros, como las memorias digitales, también cada vez más pequeñas y sometidas al escalado hacia la miniaturización que ha venido impuesto por la Ley de Moore, p.ej. NVM (Non-Volatile Memory), DRAM (Dynamic Random-Access Memory), etc.

La microelectrónica nació 10 años después del descubrimiento del efecto transistor, en 1947. Las patentes de R. Noyce y de J. Kilby marcan el comienzo de esta tecnología que ha conseguido un lema "casi olímpico": "más rápido, más denso y más barato".

El objeto de la MNE es la fabricación de circuitos integrados y las tecnologías que se van desarrollando tratan de minimizar al máximo las dimensiones de los dispositivos integrados y las de sus interconexiones.

El menor tamaño de los transistores y la reducción de la distancia entre ellos disminuye el tiempo de propagación de las señales y permite aumentar la densidad de integración. Todo ello reduce el precio de la función electrónica asociada al chip. Así, se ha asistido a una carrera en la reducción de las dimensiones de los dispositivos integrados en un chip, que han pasado de alguna decena de micras a unos pocos nanómetros.

La cantidad ha aumentado, desde solo algunos dispositivos en los años 60 a los más de 1.000 millones de transistores por chip en la actualidad (N14). Así, el transistor ostenta el mérito de ser el producto manufacturado que mayor número de unidades ha alcanzado por segundo y por habitante en la Tierra. Esta carrera se refleja en la Ley de Moore, enunciada por uno de los fundadores de Intel, Gordon Moore, en la década de los 60. La Ley de Moore expresa que aproximadamente cada dos años se duplica el número de transistores en un chip. (N15)

Las dimensiones mínimas que hoy se manejan en los chips suponen la aparición de efectos cuánticos ligados a la estructura atómica de los materiales semiconductores utilizados. En efecto, efectos cuánticos, dificultades ligadas a la replicación de "nanogeometrías", problemas de idoneidad y adecuación de los materiales utilizados o elevadas corrientes de fuga inherentes a las mínimas dimensiones y con ello importante potencia disipada, vislumbraban un final para esta carrera que no acaba de terminar porque dicho final ha sido anunciado varias veces en los últimos años, aunque es verdad que se ha ligado a las limitaciones de las técnicas de litografía (N16).

Actualmente se está hablando ya de nanolitografía (N17). La nanolitografía o litografía a la escala del nanómetro, se refiere a la fabricación de microestructuras con un tamaño de escala que ronda los nanómetros.

Se encuentra ya cerca la limitación que supone la cercanía a las distancias atómicas, aunque todavía queda un recorrido, de unos pocos años, para llegar a una barrera que se perfila en el entorno de los nanómetros. Esta es la dirección en la que se trabaja en la tendencia tecnológica MM.

El muro que detendrá la carrera se deberá más bien a la densidad de potencia que se alcance en esos niveles de integración, traducida a temperaturas puntuales inaceptables para el funcionamiento de los dispositivos. Para mitigar los efectos de la aproximación a esta barrera, se trabaja en aumentar la funcionalidad de los chips mediante soluciones como los procesadores "multinúcleo" o el apilamiento de chips en tres dimensiones (3D).

La segunda línea de progreso de la MNE, se conoce como MitM. Esta línea de trabajo, incorpora nuevos dispositivos, nuevos materiales y nuevas técnicas y con ellos se pretende buscar una penetración horizontal en un conjunto de aplicaciones más amplio que el de la propia MNE, sin necesidad de depender de las tecnologías más punteras, cercanas a la barrera de progresión comentada.

Hacia dónde progresará la MNE cuando se alcance la barrera de la Ley de Moore, es lo que intenta anticipar la tercera línea de trabajo, conocida como Beyond CMOS, con propuestas y desarrollos de dispositivos nanométricos candidatos a tomar el relevo de las estructuras CMOS, usadas por la mayoría de los circuitos integrados de hoy. Se detallan a continuación, estas tendencias tecnológicas.

PRINCIPALES TENDENCIAS TECNOLÓGICAS EN MNE

Las principales tendencias tecnológicas son las siguientes:

More Moore

La miniaturización de los circuitos integrados sigue la Ley de Moore y el número de transistores en un chip se duplica aproximadamente cada dos años. Pero la Ley de Moore tiene un límite: la dimensión física del átomo.

FIGURA 2
EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LA MNE

1971	10 μm	MICROELECTRÓNICA
1975	3 μm	
1982	1.5 μm	
1985	1 μm	
1989	800 nm	
1994	600 nm	
1995	350 nm	
1997	250 nm	
1999	180 nm	
2002	130 nm	
2004	90 nm	NANOELECTRÓNICA
2006	65 nm	
2008	45 nm	
2010	32 nm	
2012	22 nm	
2014	14 nm	
2016	10 nm	
2018	7 nm	
2020	5 nm	

Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida en "Electronic Design" (N18)

La tendencia tecnológica MM se define internacionalmente como un intento de desarrollar tecnologías avanzadas CMOS reduciendo su coste. Gran parte del total del mercado de componentes de semiconductores está directamente relacionado con la miniaturización avanzada CMOS, comprendiendo tres grupos de tamaño similar: microprocesadores, memorias de masa y lógica digital.

En la tabla de la fig.2 se expone la evolución temporal de la MNE.

Como ya se ha mencionado, por debajo de los 100 nm se hacen evidentes los fenómenos cuánticos que determinan que los modelos para explicar el comportamiento de los dispositivos electrónicos tengan que basarse en las leyes de la física cuántica en lugar de los modelos de la física clásica utilizados en la microelectrónica.

Se explicará brevemente: por encima, de los 100 nm se puede considerar que la ley que determina el movimiento de las partículas, se encuentra todavía dentro del ámbito de la física clásica, esto es, la segunda Ley de Newton, las partículas se aceleran conforme a la ecuación: fuerza igual a masa por aceleración.

Para dimensiones más pequeñas que 100 nm, rigen las leyes de la física cuántica: el principio de indeterminación de Heisenberg (N19) y la ecuación de Schrödinger (N20).

Respecto a la ecuación de Schrödinger, señalar que es la equivalente en física cuántica, a la segunda Ley de Newton en física clásica. Esta ecuación no es determinista, como lo es la segunda Ley de Newton, ya que su solución, nos da únicamente la probabilidad de que una partícula se encuentre en una posición concreta en un instante de tiempo determinado, en términos del cuadrado de la función de onda ψ^2 .

Ni la segunda Ley de Newton ni la ecuación de Schrödinger se pueden obtener por deducción. Su validez descansa en su concordancia con los datos experimentales.

Frente a la física clásica determinista, la física cuántica nos introduce en un mundo donde pueden producirse fenómenos muy complejos como el ya citado efecto túnel, el entrelazamiento cuántico (N21) y otros muchos que no se van a mencionar.

Volviendo a los datos de la tabla de la fig.2, obtenidos a partir de información obtenida en *Electronic Design* (8), hay que mencionar que se asemejan al contenido de la noticia a la que se hacía referencia en la introducción: "El increíble caso del chip menguante" en el que se indica que la nueva creación de IBM ha devuelto la Ley de Moore a la vida. Se incluye la referencia (N22) a esta información publicada por la periodista y experta digital, Rosalía Lloret, ya que explica de forma magistral lo que es MM.

Actualmente, se han conseguido fabricar en masa nodos con tecnología de 12 nm y el sector está de acuerdo que el tamaño mínimo que puede conseguirse para la puerta del transistor se encuentra alrededor de unos 5 nm (unos 50 átomos). Como aparece en la información anteriormente referida, IBM ha conseguido 5 nm a nivel de I+D y la producción en masa comenzará en 2020, como reflejaba también la tabla de la fig. 2.

A nanoescala la pureza es clave porque unos simples átomos extraviados del material equivocado marcan la diferencia entre un circuito que funciona y otro que no. Comprobar que los materiales electrónicos cumplen con los niveles de limpieza exigidos es una de las tareas de las salas blancas (N23) en las que se trata de detectar la contaminación a niveles de entre 10 y 100 partes por billón, un nivel en el que, si le enseñases la muestra a alguien de la industria farmacéutica, diría "no se puede ver absolutamente nada", está perfectamente limpio.

Sin embargo, los beneficios de la miniaturización no son ya tan evidentes. En teoría, la tecnología de 7 nm ofrece mejor rendimiento que la tecnología de 10 nm, pero la tecnología de 10 nm se espera antes que la de 7 nm. Aunque estos beneficios no son tan evidentes:

- Samsung está ya trabajando en 10 nm y a nivel de I+D se encuentra en 7 nm.
- TSMC en 2017 tenía previsto producir en 10 nm con 7 nm previstos para 2018.
- Intel tenía previsto producir en 10 nm a mediados de 2017 con 7 nm previstos para 2018 o 2019.

- GlobalFoundries trabajará en 7 nm.

De acuerdo con *Gartner*, diseñar un SoC (N24) (*System on a Chip*) de 7 nm cuesta 271 millones de dólares, aproximadamente nueve veces el coste de diseñar un dispositivo de 28 nm. No hay muchos que puedan permitirse diseñar chips a 10 nm y 7 nm a menos que se espere un alto volumen de producción y se pueda ver el ROI (N25) de forma absolutamente clara, también según *Gartner*.

More than Moore

Se trata de proporcionar valor añadido a los dispositivos incorporando funcionalidades que no escalan necesariamente mediante la Ley de Moore. Entre esos dispositivos destacan, ya en fase de madurez, los micro y los nanosistemas (MEMS (9) (N26) y NEMS (10) (N27)).

Estos nanosistemas, incorporan capacidades sensoras y actuadoras para facilitar una interacción amplia con propiedades y medios no electrónicos: fluidos, presión, temperatura, óptica y concentraciones químicas y bioquímicas, entre otros.

Este conjunto de tecnologías permite incorporar también funciones no digitales, esto es, componentes analógicos. Los dispositivos MIM proporcionan conversión no digital, así como información no electrónica: mecánica, térmica, acústica, química, óptica y funciones biomédicas.

Ante la competencia de Asia y EEUU, que predomina claramente en el mercado MM, el mercado MIM es una oportunidad para Europa. Esto dio origen a MIM que es dependiente de la Ley de Moore y permite migrar funcionalidades no digitales del nivel de placa base al nivel de SIP (N28) (*System in Package*) o a nivel de SoC.

Las tecnologías MIM cubren una amplia gama de campos:

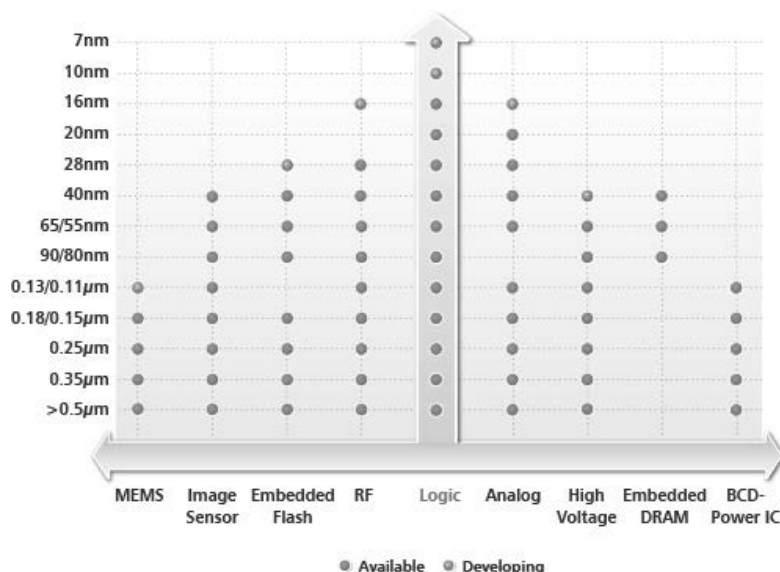
- Las aplicaciones de microsistemas MEMS incluyen sensores, actuadores e impresoras de chorro de tinta.
- Las aplicaciones CMOS en RF (11) incluyen Bluetooth, GPS y Wi-Fi.
- Los sensores de imagen CMOS que se encuentran en la mayoría de las cámaras digitales.
- Los controladores de alta tensión que se utilizan para alimentar las luces LED (12), etc.

En la fig. 3 se detallan las escalas a nivel de MNE en el que se encuentran las tecnologías MIM.

Beyond CMOS

La tendencia en electrónica es la miniaturización de los dispositivos para mejorar las prestaciones: aumento de velocidad, densidad y eficiencia.

FIGURA 3
MORE-THAN-MOORE GOES HIGH TECH (13)



Fuente: M. Passlack, TSMC, at CS International

Y así, las tecnologías de silicio, están alcanzando el mínimo tamaño que se puede conseguir garantizando su correcto funcionamiento.

A la nanoelectrónica basada en el silicio le quedan probablemente pocos años de vida. Mientras tanto, los laboratorios de investigación están buscando "nanobjetos" que se conviertan en candidatos fiables para reemplazar al silicio.

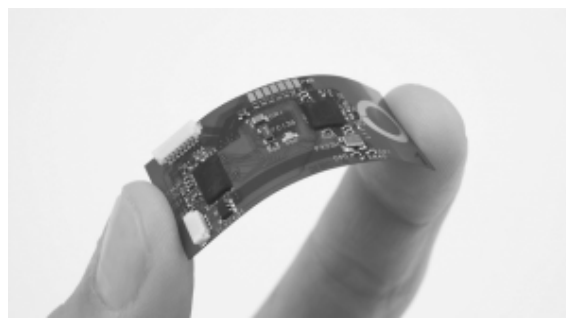
Entonces entran en juego las tecnologías Beyond CMOS. Son las tecnologías futuras de lógica digital más allá de los límites de la escala CMOS que limitan la densidad y velocidad de los dispositivos debido a los efectos del calentamiento.

Transistores de un solo electrón (SET), dispositivos basados en nanohilos, nanotubos de carbono o grafeno, hilos y puntos cuánticos, electrónica molecular o dispositivos basados en el espín del electrón, son algunas de las soluciones en desarrollo. Todas deben proponer tecnologías con iguales o mejores figuras de mérito que las celdas CMOS de silicio: manufacturabilidad en masa, bajo precio y que se basen en un principio de funcionamiento que no se sustente en el movimiento de carga eléctrica. Caso contrario, se requeriría corriente y entonces, disipación de potencia. Todos tendrán en común su tamaño nanométrico y su sorprendente forma de transportar electrones.

Aunque hay un gran número de candidatos que pueden ser competidores del silicio, se van a describir muy someramente las líneas de investigación más importantes en Beyond CMOS.

La posibilidad de elaborar circuitos basados en nanotubos de carbono y grafeno son grandes apuestas para dar el salto desde la tecnología del silicio hasta la del carbono. Los nanotubos de carbono son estructuras ci-

FIGURA 4
ELECTRÓNICA FLEXIBLE



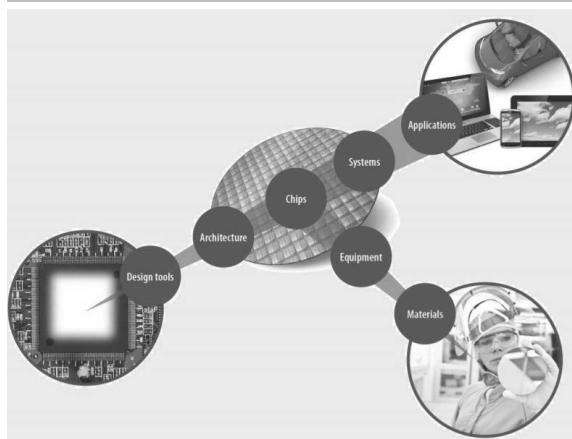
Fuente: Negocio Tecnológico (N32)

lindricas, cuyo diámetro es del tamaño del nanómetro y desempeñan el mismo papel que el silicio en los circuitos electrónicos, pero a escala molecular donde el silicio y otros semiconductores dejan de funcionar. Un nanotubo de carbono es en realidad una única molécula que permite el desarrollo de un dispositivo electrónico. (N29) En electrónica se han detectado numerosas aplicaciones destacando la emisión de campo (N30) y en especial las pantallas planas.

El grafeno (N31) ha entrado en la electrónica gracias a sus impresionantes propiedades, entre las que destacan una gran movilidad de los electrones y una bajísima resistividad. El grafeno abre la vía a la electrónica flexible (véase la fig. 4) que permitirá la fabricación de procesadores, pantallas planas y células solares, casi transparentes, que serán capaces de doblarse o enrollarse, adaptándose mejor a diferentes superficies.

Otras nanoestructuras, los nanohilos o nanocables metálicos, servirán para establecer conexiones entre los

FIGURA 5
A EUROPEAN INDUSTRIAL STRATEGIC ROADMAP
FOR MICRO- AND NANO-ELECTRONIC
COMPONENTS AND SYSTEMS



Fuente: A report to Vice President Kroes by the Electronic Leaders Group (N33)

elementos que se encuentran en un dispositivo. Desde hace tiempo se sabe formar y manipular cadenas de átomos ordenados en fila india. Éstos son los nanocables más pequeños del mundo. Son excelentes conductores de electricidad y tienen otras interesantes propiedades: si el material del que está hecho el nanocable es magnético presenta efectos de magnetorresistencia gigante, por lo que podría usarse en la fabricación de sensores magnéticos.

Pueden utilizarse también como nanoantenas que se integrarían en los procesadores, permitiendo comunicaciones inalámbricas entre diferentes dispositivos o entre diferentes componentes de un mismo procesador proporcionando más funcionalidad a los equipos electrónicos.

Los puntos cuánticos son estructuras cristalinas formadas por materiales semiconductores y que presentan dimensiones nanométricas y formas diversas. Mediante el control de su composición, forma y tamaño se puede predeterminar su estructura electrónica y el espectro de luz que emiten. El control de luz que pueden emitir o absorber hace de los puntos cuánticos sistemas clave en la fabricación de diodos láser (14), células fotovoltaicas, marcadores ópticos, etc.

Otro aspecto interesante está relacionado con los cambios en su estructura electrónica cuando un electrón es atrapado en su interior. Cuando esto ocurre, la incorporación de un segundo electrón se ve impedida por las enormes fuerzas de repulsión causadas por el confinamiento. Este hecho se aprovecha para construir el transistor de único electrón, ya mencionado en la introducción, en el que la corriente sólo puede circular de electrón a electrón, ya que un nuevo electrón no puede entrar al transistor hasta que el anterior no salga, obteniéndose un dispositivo por el que la corriente eléctrica circula de una manera cuantizada: es imposible encontrar transistores que consuman menos.

Desde el descubrimiento de los polímeros conductores, se han desarrollado una gran cantidad de dispositivos inspirados en estos materiales debido a su carácter multifuncional por ser conductores, flexibles y transparentes. Así, se tienen los diodos orgánicos emisores de luz (OLED, *Organic Light-Emitting Diode*), los transistores orgánicos de efecto campo (OFET, *Organic Field-Effect Transistor*) o los paneles fotovoltaicos orgánicos.

En un futuro se construirán nanotransistores moleculares a partir de diferentes tipos de moléculas electroactivas que tengan bien carácter metálico o bien rectificador, dejando pasar la corriente en un sentido, pero no en el contrario. En otras ocasiones, las moléculas reaccionarán frente a la luz o a campos magnéticos por lo que podrán ser usados como transductores electro-ópticos o como memorias para almacenamiento de datos.

Considerando la fabricación masiva de dispositivos moleculares, podrían utilizarse los métodos de autoensamblado molecular. Una desventaja de este tipo de materiales es su relativa fragilidad y la pérdida de sus propiedades con el paso del tiempo. Cuando se resuelva, las moléculas orgánicas podrán ser serias candidatas para sustituir al silicio tanto en electrónica como en generación fotovoltaica.

Para finalizar, se denomina espintrónica (15) a la tecnología que permite aprovechar el espín de los electrones además de su carga para aumentar las posibilidades de la electrónica.

Debido a que el electrón es una partícula cargada, el movimiento de rotación sobre su propio eje o espín, debe generar un momento magnético y esta propiedad es la que le permite al electrón interactuar con campos magnéticos. Existen pequeños avances, pero queda mucho para encontrar los materiales más adecuados, que, junto con las técnicas de fabricación adecuadas, permita producir en masa circuitos espintrónicos. Un ejemplo del uso del espín electrónico es el fenómeno de la magnetorresistencia gigante que ha revolucionado el almacenamiento de datos.

LA CADENA DE VALOR DE SISTEMAS Y APLICACIONES BASADOS EN MNE

Si se considera la cadena de valor de sistemas y aplicaciones basadas en MNE, se estaría hablando no solamente del núcleo de dicha cadena, donde se encontraría la MNE y por lo tanto, los chips y semiconductores, que cada vez se fabrican en dimensiones más pequeñas, sino de toda la cadena de valor: tecnologías de diseño, arquitecturas, equipamiento y materiales, todos ellos necesarios para desarrollar y fabricar los componentes, los subsistemas y los sistemas hasta llegar así a las aplicaciones.

Los chips y semiconductores se encuentran en el núcleo de la cadena de valor, pero se hará referencia a todas las partes que constituyen dicha cadena, representada en la fig. 5, hasta llegar a las aplicaciones.

TECNOLOGÍAS DE DISEÑO

Es necesario resaltar la importancia que tienen las herramientas EDA (*Electronic Design Automation*) para automatizar el diseño electrónico.

Son herramientas de *software* enfocadas en el proyecto, concepción y producción de los diferentes sistemas electrónicos, abarcando desde el proyecto de circuitos integrados hasta el desarrollo de las PCB (16) o placas de circuito impreso. Las tecnologías de diseño (*Design Tools*) posibilitan el diseño de los circuitos a dos niveles.

En primer lugar, la parte física donde se diseña la estructura real de los componentes electrónicos que constituyen el circuito, sus dimensiones, materiales, etc.

Por encima, se pueden encontrar métodos de diseño cada vez de más alto nivel hasta llegar a los llamados lenguajes de descripción de *hardware* (N34).

Estos lenguajes representan un modo de "programar" *hardware*, permitiendo introducir descripciones de los distintos bloques funcionales de un sistema para su simulación, verificación e incluso para la generación automática del circuito físico con la herramienta de síntesis apropiada. Los lenguajes de descripción de *hardware* más conocidos son VHDL (N35) y Verilog (N36).

Otros lenguajes como RTL (N37) (*Register Transfer Language* o lenguaje de transferencia de registros) de descripción de *hardware*, para diseño y verificación de circuitos electrónicos son p.ej. AHPL/A *hardware Programming Language* (N38), DDL (*Data Definition Language*) (N39) e ISP (N40) (*In-system programming*). RTL, es un tipo de representación intermedia muy cercana al lenguaje ensamblador ya que es usado en un compilador.

Se mencionará también SystemC que aunque se le describe frecuentemente como un lenguaje de descripción de *hardware*, es más adecuado describirlo como un lenguaje de descripción de sistemas, puesto que es realmente útil cuando se usa para modelar sistemas a nivel de comportamiento. (N41) Además SystemC es una metodología de lenguaje de dominio público, y evita el uso de herramientas con costes de adquisición y mantenimiento altos.

Un aspecto importante lo representa la especificación y verificación de restricciones temporales desde la especificación del sistema a lo largo del proceso de diseño. En esta metodología cobra importancia la especificación del sistema, probada sobre un demostrador industrial y la generación automática del *software* de aplicación desde la especificación en SystemC incluyendo la planificación de tareas concurrentes sobre el RTOS (N42) (*Real Time Operating System* o Sistema Operativo en Tiempo Real) elegido.

Las librerías SystemC de análisis de prestaciones y generación automática de *software* configuran una metodología de diseño de sistemas embebidos de código único, es decir, basada en la utilización del mismo código SystemC para la especificación del sistema, el

análisis de prestaciones y, tras el diseño arquitectural, la generación automática del *software*.

En la actualidad es necesario diseñar sistemas muy complejos en un tiempo muy corto, pues el "time-to-market" es cada vez menor. Entonces, la estrategia comúnmente adoptada para lograr este objetivo, consiste en utilizar, durante el proceso de diseño, subsistemas previamente diseñados sobre plataformas concretas. Estos subsistemas, denominados bloques de Propiedad Intelectual (IPs) (N43), normalmente, los diseña una compañía diferente a la que los usa y su venta y distribución constituye un mercado importante.

Con respecto al diseño de sistemas embebidos *hardware/software* el aumento de complejidad de los circuitos integrados, ASICs (*Application-Specific Integrated Circuits*) (N44) y FPGAs (N45) (*Field Programmable Gate Array*) que ahora incluyen *hardware* de aplicación específica y uno o varios procesadores y/o DSPs (N46) (*digital signal processor*) obliga al desarrollo de metodologías de diseño de sistemas complejos *hardware/software*.

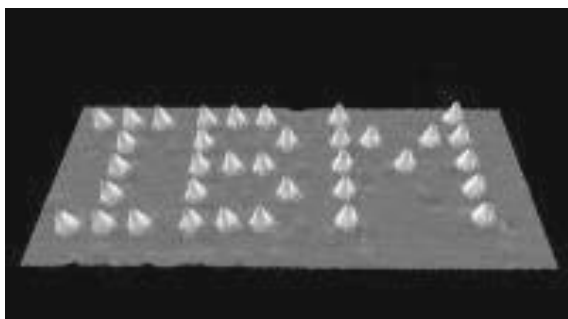
La metodología de diseño de un SoC idealmente incorporaría todo elemento que el sistema necesite y que pueda ser implementado en silicio, no solo circuitos electrónicos digitales sino también analógicos y hasta algunos tipos de sensores, pero se puede limitar a una máquina de estados que ejecute funciones operativas básicas, periféricos y memoria. Ya existen los PSoC (*Programmable System on Chip*) que abren aún más el espectro de ventajas y desventajas.

El programa fuente se compila para obtener un ejecutable -que mediante procesos físico-químicos- se plasma en semiconductores de silicio. De esta forma, se puede realizar la parametrización de descripciones VHDL y estudiar si existen mecanismos que aseguren la propiedad intelectual de los diferentes bloques IP generables (N47).

La complejidad del *hardware* ha crecido en los últimos años y se espera que lo siga haciendo hasta el punto que es posible diseñar y fabricar computadores digitales completos (CPU, Memoria y E/S) o colocar múltiples procesadores en un único chip de silicio. Aparecen nuevos paradigmas a resolver como el co-diseño *hardware/software* o el diseño a nivel de sistema para los que se proponen diversas soluciones tecnológicas (ASICs, CPLDs: *Complex Programmable Logic Device* (N48), FPGAs y SoC, entre otras) la mayoría de las cuales emergen por condiciones de mercado; también se proponen metodologías de diseño con distintos niveles de abstracción y flexibilidad que se basan en las nuevas soluciones tecnológicas.

El diseñador de SoC combinará bloques pre-diseñados y pre-verificados en un chip para implementar funciones complejas, poseyendo solo un limitado conocimiento de la estructura interna de esos bloques. Como consecuencia, la mayor parte de la propiedad intelectual (IP) del diseñador del sistema residirá en el chip sea en la forma de lógica especial en *hardware* y/o como programa a ser ejecutado por la máquina de estados.

FIGURA 6
MANIPULACIÓN A ESCALA ATÓMICA CON EL STM



Fuente: Fundación Telefónica (N51)

Asimismo, la máquina de estados en sí misma será un bloque IP y podrá contener un microprocesador, un DSP o un procesador especialmente diseñado. Debería entonces, ampliarse el concepto de IP -original de la industria del *software*- y asociarse con la propiedad del conocimiento, experiencia, innovación y recursos que se apliquen en la creación de un núcleo (core) de *hardware* específico y/o de programa *software/firmware* requerido para la realización de alguna función del sistema.

Como si todo cambio ocurrido fuera poco, la tecnología electrónica produce dispositivos de lógica programable con capacidad suficiente para dar soporte físico a SoC, agregando la facilidad de la programación en campo y disminuyendo los tiempos de diseño y puesta en mercado.

EQUIPAMIENTO

La realización de chips conlleva muchas etapas muy complejas que deben realizarse con la mayor precisión. Una planta de fabricación típica necesita varios cientos de diferentes tipos de equipos de gran coste.

Se puede clasificar la instrumentación necesaria en MNE en cuatro tipos: técnicas de fabricación, técnicas de caracterización, técnicas de manipulación y microscopías (N49).

Técnicas de fabricación

Las técnicas de fabricación pueden clasificarse en descendentes y ascendentes.

Entre las descendentes destacan las llamadas técnicas de fabricación litográficas. En esta tecnología se parte de un material (en el caso de la fabricación de componentes electrónicos puede ser un disco u oblea) y se utilizan cinceles del tamaño adecuado para tallar o dibujar sobre su superficie los motivos deseados. En MNE, una oblea (N50) es una fina plancha de material semiconductor, como p.ej. cristal de silicio, sobre la que se construyen microcircuitos mediante técnicas de dopado: difusión o implantación de iones, grabado químico y deposición de varios materiales. Así, se fabrican los cir-

cuitos impresos y los componentes electrónicos que son el corazón de todos los ordenadores. Los tamaños de las estructuras litografiadas para la fabricación de chips son de unos 20 nm y se realizan mediante esta tecnología.

La ventaja de estas técnicas es que pueden ser integradas fácilmente dentro de las cadenas industriales de producción existentes. Su desventaja es que necesitan una instrumentación muy precisa y compleja, integrada dentro de equipos de vacío altamente especializados.

Las técnicas ascendentes utilizan metodologías químicas que son adaptadas para cada tipo de material que se quiere obtener, siendo por ello difícil referirse a ellas de manera general. Entre estas técnicas se encuentran aquellas que utilizan grandes equipos como las PVD (*Physical Vapor Deposition*), MBE (*Molecular Beam Epitaxy*) o CVD (*Chemical Vapor Deposition*).

Técnicas de microscopía

La invención del microscopio de efecto túnel o STM (*Scanning tunneling microscope*) corroboró que los átomos eran las partículas más pequeñas al alcance. Con el nombre genérico de SPM (*Scanning Probe Microscope*), se conoce no solo al STM, sino a toda una serie de técnicas similares entre las que se puede destacar el AFM (*Atomic Force Microscope*). Todas se basan en una punta afiladísima que se pasea por la superficie de un material para "sentir" su morfología.

Técnicas de caracterización

El estudio experimental de las superficies a nivel atómico se fundamenta en técnicas basadas en el uso de electrones o iones, ya que, al no penetrar mucho en los materiales, ofrecen una información superficial. Estas técnicas, se pueden clasificar según el tipo de sonda que utilicen. Así se pueden dividir en las que envían fotones, electrones o iones. Durante los últimos años se han ido perfeccionando, de manera que pueden llegar a detectar del orden de una milésima de monocapa: aproximadamente 10^{12} átomos por cm^2 .

Manipulación en la nanoescala

Como había predicho Feynman 30 años antes, diversos experimentos abrieron la puerta a la manipulación atómica y a pensar que era posible cambiar de posición a un solo átomo, p.ej., para escribir con ellos, tal y como puede verse en la fig.6.

Numerosos grupos de investigación han aprendido los mecanismos para la manipulación atómica y escribir con átomos el logotipo de una entidad ha llegado a ser rutinario, cuando se trabaja con un STM a bajas temperaturas.

MATERIALES

El material típico es el silicio (Si) aunque la UE está realizando importantes inversiones, unos 1.000 M€ en diez

FIGURA 7
ILUSTRACIÓN LA IMPORTANCIA DE LOS CHIPS Y SEMICONDUCTORES.

**Semiconductors are for the Information Society
 what grain was for the agrarian,
 and iron& steel for the industrial society...**

Src: Shanghai Museum of Urban Development
 2004.

Fuente: Vision, Mission and Strategy, R&D in European Micro and Nanoelectronics. AENEAS-CATRENE

años, para sustituir el silicio por grafeno, quizás el material más delgado, ligero y fuerte actualmente.

Otros materiales como el nitruro de Galio (GaN) constituyen una aleación binaria de semiconductores del III/V (N52) con una banda prohibida directa que se ha venido usando en diodos emisores de luz (LEDs) desde los años 90. El GaN posee propiedades especiales para aplicaciones en optoelectrónica, dispositivos de alta potencia y dispositivos de alta frecuencia. Una de las líneas más prometedoras en el trabajo con GaN lo representan los amplificadores de potencia para aplicaciones de ondas milimétricas.

Las soluciones aportadas con MMICs (N53) (*Monolithic Microwave Integrated Circuits*) y dispositivos de GaN capaces de ofrecer altas densidades de potencia, con ganancias adecuadas, permiten la proliferación de soluciones de estado sólido a frecuencias de microondas. Los MMICs basados en GaN HEMTs (*High Electron Mobility Transistors*) se están convirtiendo en una tecnología prometedora en el diseño de amplificadores de bajo ruido.

Los amplificadores de bajo ruido LNAs (N54) (*Low Noise Amplifiers*) basados en GaN son capaces de soportar, sin ningún daño, valores de potencia de entrada muy elevados sin necesidad de circuitos limitadores o de protección que podrían repercutir en el ruido total del sistema. Los GaN HEMTs presentan una alta linealidad inherente, lo que permite diseñar LNAs muy lineales. Se comercializan LNAs en GaN, que cubren frecuencias de 2 a 12 GHz. (N55)

Las tecnologías MMIC permiten la fabricación de circuitos de radiofrecuencia donde todos los componentes del sistema están integrados en una sola placa. Los semiconductores (GaAs (17), InP (18) o SiGe (19)) con los que se fabrican los MMIC definen el tamaño del dispositivo, precio y eficiencia.

Las ventajas de esta tecnología son que combina características activas como pasivas en sus componentes electrónicos en un solo sustrato, además de ofrecer un gran ancho de banda. Su facilidad de fabricación masiva los hace interesantes en aquellas aplicaciones donde sea importante la fiabilidad. La tecnología MMIC ofrece además ventajas en el caso de agrupaciones de muchos receptores, téc-

nica usada de forma habitual en radioastronomía para conseguir buena sensibilidad del receptor.

CHIPS

La fig. 7 ilustra la importancia de los chips y semiconductores.

Las tecnologías de diseño, los materiales y el equipamiento hacen realidad la fabricación de chips. El chip se asocia al cerebro del sistema y está hecho de dispositivos como transistores y diodos; dispositivos pasivos como capacidades y resistencias y sus interconexiones.

El modelo que se ha seguido en aquellos países que no disponen de *foundries* (N56) o plantas de fabricación de semiconductores, es el modelo *fabless*, es decir, realizar el diseño y subcontratar la fabricación a una *foundry*. En efecto, una planta de fabricación de semiconductores es una fábrica donde se producen circuitos integrados. Una empresa que opera una o varias plantas de fabricación con el objetivo de fabricar los diseños de otras empresas, empresas *fabless*, se conoce en el argot como fundición (*foundry*). El plan de industrialización de un *fabless-silicon-vendor* es aparentemente sencillo: diseñar unos circuitos integrados cuya fabricación será subcontratada a una fundición de silicio y serán vendidos a terceros que licencian la tecnología a fabricantes de electrónica de consumo.

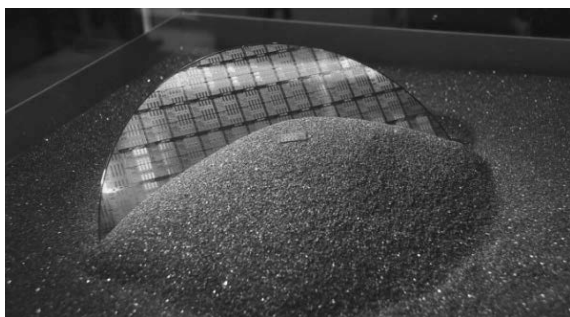
Las plantas de fabricación requieren muchos equipos costosos para funcionar. Típicamente varios centenares de máquinas. (N57) Se estima que el coste de construir una planta nueva está alrededor de 1.000 millones de dólares, y son frecuentes las inversiones de 3.000-4.000 millones de dólares o más.

La parte central es la sala blanca (N58), donde el ambiente está controlado para eliminar todo el polvo, ya que una sola partícula, puede arruinar la producción de un lote completo y además tiene que estar protegida contra las vibraciones y mantenerse dentro de unos márgenes estrechos de temperatura y humedad, lo cual es crítico para minimizar la electricidad estática. Una sala blanca contiene los *steppers* (N59) para la fotolitografía (N60) y máquinas para el grabado, la limpieza, el dopado y el corte. Todas estas máquinas son extremadamente precisas y caras.

La fotolitografía es uno de los procesos empleados para la fabricación de chips y semiconductores. El precio del equipamiento más común para procesar obleas de 300 mm va desde los 700.000 hasta los 4 millones de dólares cada uno y algunas máquinas, como los *steppers*, alcanzan los 50 millones de dólares cada uno.

Hace unos años, varias compañías de alto nivel, respaldaban la idea de pasar de obleas de silicio de 300 mm a 450 mm. Moverse a obleas más grandes era una forma para que las fundiciones y fábricas redujeran los precios y mejoraran los rendimientos. Las obleas de 450 mm tenían la intención de ampliar aún más el ahorro en el coste de las obleas de 300 mm, pero los desarrollos llevados a cabo se han visto, hasta el momento, con-

FIGURA 8
OBLEAS PARA FABRICACIÓN DE CHIPS



Fuente: extremetech.com (N62)

denados al fracaso (N61). En la fig. 8 se representan las obleas utilizadas para fabricación de chips.

La tecnología de circuitos integrados o chips está basada principalmente en la miniaturización de los circuitos, en el incremento de prestaciones y en la fuerte reducción de costes.

La tecnología CMOS es considerada como la tecnología más madura, en la que se incorporan los circuitos más avanzados. Una característica diferencial de la tecnología CMOS, es el hecho de que al aumentar la miniaturización de los circuitos no sólo es posible integrar circuitos más complejos, sino que esta miniaturización lleva consigo la reducción de las capacidades parásitas, al mismo tiempo que una mejorada capacidad de manejar corriente. Estos son parámetros influyentes en la constante de tiempo de respuesta a transitorios. En otras palabras, un mismo circuito electrónico desarrollado sobre una tecnología más miniaturizada incorpora directamente un aumento de la velocidad de respuesta del mismo.

El consumo y la eficiencia energética, constituye uno de los principales criterios diferenciadores de los circuitos integrados actuales: los chips para ser competitivos necesitan simultáneamente bajo consumo y elevadas prestaciones. Existe una preocupación creciente sobre los límites de cómputo que se podrán alcanzar con las futuras tecnologías nanométricas sin que el consumo de los chips lo impida. En las salas blancas, se fabrican entre otros:

ASICs: circuitos integrados diseñados para una aplicación específica. Son chips personalizados que contienen funcionalidades tanto analógicas como digitales.

MCMs (N63): la solución que ofrecen los *Multi-Chip Modules* permite fabricar sistemas de dos o más chips montados sobre un sustrato de silicio, ofreciendo considerables ventajas en términos de funcionalidad, reducción de volumen e integración conjunta de dispositivos y circuitos convencionales de distintas tecnologías.

Microsistemas: son sistemas inteligentes miniaturizados que engloban sensores, procesamiento de la señal y funcionalidades de actuación.

Los sensores o actuadores interactúan con su entorno mediante una combinación de dos o más de las siguientes formas de energía: eléctrica, mecánica, óptica, química, biológica o magnética. Los microsistemas pueden estar integrados sobre un único chip o sobre un híbrido multi-chip.

Dispositivos de potencia: son dispositivos electrónicos para la regulación y el control en aplicaciones de muy alta corriente y/o tensión. Sus procesos de fabricación son compatibles en mayor o menor grado con las tecnologías CMOS existentes, lo que posibilita el diseño de circuitos integrados de potencia inteligentes o *Smart Power*.

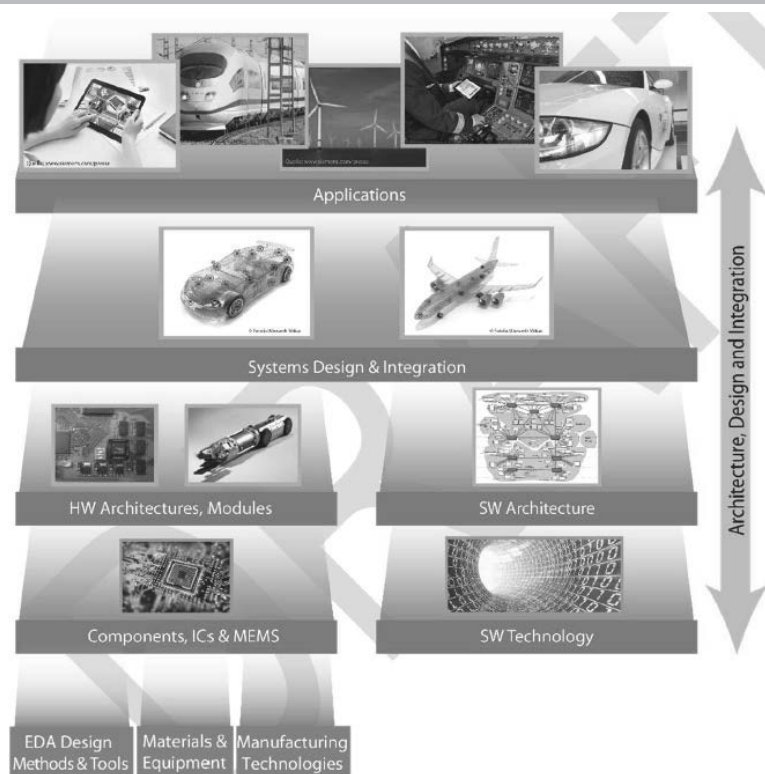
Nanotecnología: los dispositivos nanométricos presentan mejores propiedades que sus equivalentes micrométricos debido a las reducidas dimensiones. No sólo se benefician de ellos los transistores MOS (20), sino que también mejoran sus propiedades los dispositivos nanoelectromecánicos (NEMS). Estructuras mecánicas nanométricas se aplican p.ej. para el desarrollo de sensores extremadamente sensibles. La combinación de dispositivos NEMS con circuitos CMOS permitirá la explotación comercial de estas propiedades.

MMIC: hay una buena oferta comercial de amplificadores MMIC de bajo ruido de banda ancha, para las bandas de microondas hasta casi los 40 GHz. Las especificaciones en temperatura que proporcionan los fabricantes típicamente cubren sólo la temperatura ambiente o temperaturas más altas. Sin embargo, las características de ganancia y de ruido, mejoran al enfriar el amplificador MMIC a temperaturas criogénicas.

Las tecnologías de componentes discretos constan de un solo componente eléctrico activo (transistor) en vez de un circuito integrado. La principal ventaja de los diseños basados en transistores discretos en lugar de MMICs es que el uso de transistores discretos en el diseño de amplificadores les dota de una baja figura de ruido debido a que las pérdidas en los componentes pasivos y en las interconexiones son menores, dada su mayor calidad. Además, su coste es menor en producciones pequeñas y permite realizar ajustes tras la fabricación.

Uno de los principales problemas de las tecnologías nanométricas para la fabricación de circuitos integrados es la variabilidad tecnológica y operativa que tiene efectos directos en las prestaciones (velocidad-consumo) y fiabilidad de los circuitos resultantes. La principal razón es que los diseños tienen que asumir que se va a producir el peor caso, el cual está muy lejos del punto de trabajo y nivel de prestaciones donde una mayoría de chips se moverían la mayor parte del tiempo. Ese peor caso fuerza unos ciclos de reloj grandes con una importante tasa de inactividad del circuito debido a esos tiempos excesivos, eliminando muchas de las ventajas de saltar a una tecnología más avanzada.

FIGURA 9
NIVELES DE LA CADENA DE VALOR



Fuente: *Strategic Research Agenda for Electronic Components and Systems*. ECS-SRA 2018. Pág. 109

Se prevé que la miniaturización de los circuitos integrados durante unos pocos años más seguirá la Ley de Moore. Ello hará que el problema del consumo sea cada vez más crítico y que los diseñadores y fabricantes de circuitos integrados para cualquier sector del mercado tengan que buscar soluciones innovadoras y de bajo coste. Es por ello que el desarrollo de circuitos integrados representa el desafío más importante dentro de la industria electrónica en general. Esto es debido a la imposibilidad de efectuar modificaciones en el diseño de uno de estos dispositivos una vez fabricados. A esto se añade el elevado coste en términos económicos y temporales de producción de los mismos.

Además, resulta extraordinariamente complejo tomar medidas en el interior de estos dispositivos, siendo generalmente necesario recurrir a laboratorios y salas blancas especializadas.

Por esta razón, es importante disponer de planes de contingencia que permitan asegurar la finalización del proyecto con el mínimo retraso y coste económico adicional posible. Según la integración va siendo mayor, el consumo de potencia de los circuitos integrados se va volviendo un factor más importante, debido tanto al incremento de la potencia dinámica por el mayor número de transistores integrados, como al incremento de las corrientes de fugas, haciendo que la práctica totalidad de los diseños en las últimas tecnologías empleen técnicas "low-power" (N64) con

el objeto de minimizar el consumo de potencia de estos circuitos.

SUBSISTEMAS

Un subsistema es un sistema que es parte de otro sistema mayor. En definitiva, un subsistema es un conjunto de elementos interrelacionados que, en sí mismo, son un sistema, pero a la vez son parte de un sistema superior.

SISTEMAS

Un sistema electrónico es un conjunto de circuitos que interactúan entre sí para obtener un resultado. (N65) El concepto de sistema se representa en la fig. 9. En todos los niveles de la cadena de valor, el dispositivo de nivel superior que será desarrollado generalmente se llama "sistema", incluso si se usa como un componente en niveles más altos de la cadena de valor.

Sus aplicaciones son múltiples como se verá en el apartado siguiente. Este apartado se centrará en tres tipos fundamentales de sistemas: sistemas embebidos o *embedded systems*, sistemas inteligentes o *smart systems* y sistemas ciberfísicos o *cyber-physical systems*.

Un sistema embebido (N66) es un sistema de computación diseñado para realizar una o algunas pocas funciones dedicadas frecuentemente en un sistema

de computación en tiempo real. Al contrario de lo que ocurre con los ordenadores de propósito general que están diseñados para cubrir un amplio rango de necesidades, los sistemas embebidos se diseñan para cubrir necesidades específicas.

La integración de sistemas (N67) inteligentes combina múltiples tecnologías, funciones y materiales que utilizan nanoelectrónica, micro-electro-mecánica, magnetismo, fotónica, microfluidica, acústica, principios bioquímicos y químicos, radiación y RF, así como también tecnologías completamente nuevas para formar sistemas inteligentes que son confiables, robustos, seguros y a menudo miniaturizados, en red, predictivos, pueden aprender y ser autónomos. Reúnen capacidades de detección, diagnóstico, gestión, actuación, comunicación y colaboración para mejorar la calidad de vida y abordar los desafíos sociales.

Los sistemas ciberfísicos (N68) son sistemas integrados TIC inteligentes que hacen que los productos sean más inteligentes, más interconectados, interdependientes, colaborativos y autónomos.

Proporcionan computación y comunicación, monitorización y control de componentes y procesos físicos en diversas aplicaciones. Aprovechar con rapidez estas capacidades crea aplicaciones con nuevas funcionalidades, enormes y disruptivas, con un impacto social sin precedentes y con beneficio económico para los ciudadanos y las sociedades.

APLICACIONES

Las principales aplicaciones de la MNE, de forma no exhaustiva, son las siguientes:

- Transporte y Movilidad Inteligente
- Conectividad y Redes Digitales
- Energía
- Salud y Bienestar Social
- Estilo de Vida Digital
- Industria Digital

Como las aplicaciones son muy amplias, simplemente se hace referencia al documento "ECS: Strategic Research Agenda 2018" (N69).

CONCLUSIONES

Como conclusiones señalar que la Ley de Moore basada en la miniaturización se encuentra ya bastante cercana a las dimensiones del átomo y a nivel industrial, se considera que el límite en silicio son los 5 nm, si bien esta ley no ha hecho sino sorprender, persistiendo en obtener más miniaturización mediante silicio.

MM es una tendencia tecnológica cuya necesidad de inversión es muy alta y como señalaba *Gartner*: diseñar en 7 nm resulta nueve veces más caro que diseñar en

28 nm. El alto coste de las inversiones necesarias y el riesgo tecnológico que se asume, hace difícil obtener un retorno de la inversión (ROI (21)) que garantice una adecuada rentabilidad, salvo para los grandes gigantes de la MNE, casi todos ellos en EE.UU. y Asia, salvo algunas honrosas excepciones en Europa. Por lo tanto, MM es una tendencia tecnológica que necesita a las grandes empresas de tal forma que las PYMES solo podrían aprovecharse de esta tendencia mediante el efecto tractor de las grandes.

Como conclusión, en el caso de MIM, señalar que se trata de una tendencia tecnológica donde Europa es competitiva y puede llegar a serlo más. Esta tendencia se encuentra más próxima a mercado y debería ser aprovechada por las PYMES europeas mediante la participación en proyectos de cooperación internacional en I+D+i.

Como conclusiones en el caso de Beyond CMOS, comentar que esta tendencia tecnológica se encuentra todavía a nivel de investigación, con un futuro prometedor. Estaría en el ámbito de la investigación a largo plazo y requeriría la participación fundamental de los laboratorios y centros de investigación. Cualquier tecnología que desee competir con el silicio debe ser capaz de producir e integrar miles de millones de componentes de una forma más barata que la utilizada en las actuales factorías. El tipo de material que se utilice en los futuros dispositivos electrónicos no dependerá sólo de sus excelentes propiedades para transportar electrones sino de los costes de su fabricación en masa y su integración en sistemas de mayor complejidad. Mientras que esto no ocurra, el salto de una curva "S" de la innovación a otra, no se producirá.

En definitiva, el riesgo de la inversión industrial directa en proyectos de MNE es alto en MM, pero se han conseguido casos de éxito en PYMES españolas a nivel de I+D en MIM, mediante su participación en proyectos europeos de cooperación internacional en I+D+i.

Desde este punto de vista, la estrategia europea: "*Innovation through the complete value chain*", esto es, la innovación a través de toda la cadena de valor y no solamente la innovación dirigida exclusivamente hacia los chips y los semiconductores, es la estrategia correcta.

En efecto, esta estrategia no solo permite hacer I+D+i a través de la toda la cadena de valor, sino que posibilita que, participando en una parte concreta de dicha cadena, se pueda aprender de otros participantes con mayor capacitación tecnológica en las tecnologías que constituyen el núcleo de la MNE, para conseguir aprender y de esta forma, elevar el nivel tecnológico de España a través de una cooperación internacional efectiva en I+D+i.

■ Juan Miguel Ibáñez de Aldecoa Quintana

NOTAS

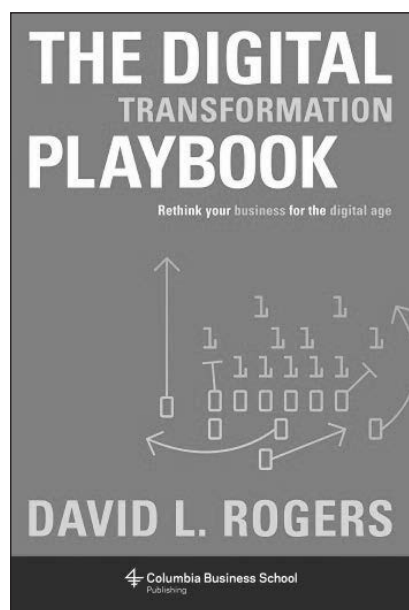
- [N1] http://ec.europa.eu/growth/industry/policy/key-enabling-technologies/european-strategy/high-level-group_en
- [N2] 50 temas de física cuántica. Blume. Brian Clegg
- [N3] https://en.wikipedia.org/wiki/There%27s_Plenty_of_Room_at_the_Bottom
- [N4] https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Moore
- [N5] <http://www.astronoo.com/es/articulos/tamano-de-los-atomos.html>
- [N6] https://en.wikipedia.org/wiki/Beyond_CMOS
- [N7] https://es.wikipedia.org/wiki/Transistor_de_electr%C3%B3n_%C3%BAnico
- [N8] <http://www.ions4set.eu/home.php>
- [N9] <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/european-industrial-strategic-roadmap-micro-and-nano-electronic-components-and-systems>
- [N10] https://www.semiconductors.org/clientuploads/Research_Technology/ITRS/2015/5_2015%20ITRS%202.0_More%20Moore.pdf
- [N11] <https://www.quora.com/What-is-More-than-Moore>
- [N12] https://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_t%C3%BAnel
- [N13] <http://www.microsiervos.com/archivo/ordenadores/intel-chip-record.html>
- [N14] https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Moore
- [N15] <http://electronica.ugr.es/~amroldan/deyte/cap12.htm>
- [N16] <https://es.wikipedia.org/wiki/Nanolitograf%C3%ADa>
- [N17] <http://www.electronicdesign.com/>
- [N18] https://es.wikipedia.org/wiki/Relaci%C3%B3n_de_indefinici%C3%B3n_de_Heisenberg
- [N19] https://es.wikipedia.org/wiki/Ecuaci%C3%B3n_de_Schr%C3%B6dinger
- [N20] https://es.wikipedia.org/wiki/Entrelazamiento_cu%C3%A1ntico
- [N21] <https://www.20minutos.es/opinion/rosalia-lloret-tribuna-increible-caso-chip-menguante-3064974/>
- [N22] https://es.wikipedia.org/wiki/Sala_blanca
- [N23] https://es.wikipedia.org/wiki/System_on_a_chip
- [N24] https://es.wikipedia.org/wiki/Retorno_de_la_inversi%C3%B3n
- [N25] https://es.wikipedia.org/wiki/Sistemas_microelectromec%C3%A1nicos
- [N26] https://en.wikipedia.org/wiki/Nanoelectromechanical_systems
- [N27] https://en.wikipedia.org/wiki/System_in_package
- [N28] <http://www.tsmc.com/english/dedicatedFoundry/technology/mtm.htm>
- [N29] Aplicaciones actuales y futuras de los nanotubos de carbono. Informes de Vigilancia Tecnológica. Madrid. María Jesús Rivas Martínez, José Román Ganzer, María Luisa Cosme Huertas
- [N30] https://es.wikipedia.org/wiki/Emisi%C3%B3n_por_efecto_de_campo
- [N31] <https://es.wikipedia.org/wiki/Grafeno>
- [N32] <http://www.negociotecnologico.com/2011/10/proyecto-flexonics-dispositivos-electronicos-flexibles/>
- [N33] <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/european-industrial-strategic-roadmap-micro-and-nano-electronic-components-and-systems>
- [N34] https://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje_de_descripci%C3%B3n_de_hardware
- [N35] <https://es.wikipedia.org/wiki/VHDL>
- [N36] <https://es.wikipedia.org/wiki/Verilog>
- [N37] https://en.wikipedia.org/wiki/Register-transfer_level
- [N38] <https://en.wikipedia.org/wiki/AHPL>
- [N39] https://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje_de_definici%C3%B3n_de_datos
- [N40] https://en.wikipedia.org/wiki/In-system_programming
- [N41] <https://es.wikipedia.org/wiki/SystemC>
- [N42] https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_operativo_de_tiempo_real
- [N43] http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/es/wipo_pub_895_2016.pdf Principios básicos de la propiedad industrial. La propiedad intelectual y los circuitos integrados. Páginas 13 y 14
- [N44] https://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_integrado_de_aplicaci%C3%B3n_espec%C3%ADfica
- [N45] https://es.wikipedia.org/wiki/Field_Programmable_Gate_Array
- [N46] https://es.wikipedia.org/wiki/Procesador_digital_de_se%C3%B1ales
- [N47] http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/21604/Documento_completo.pdf?sequence=1
- [N48] <https://es.wikipedia.org/wiki/CPLD>
- [N49] El nanomundo en tus manos. Las claves de la nanociencia y la nanotecnología. José Ángel Martín-Gago, Carlos Briones, Elena Casero y Pedro A. Serena. Crítica
- [N50] [https://es.wikipedia.org/wiki/Oblea_\(electr%C3%B3nica\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Oblea_(electr%C3%B3nica))
- [N51] <https://nanotecnologia.fundaciontelefonica.com/2006/11/15/manipulacion-a-escala-atomica-con-el-stm/>
- [N52] https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Materiales_semiconductores
- [N53] <https://es.wikipedia.org/wiki/MMIC>
- [N54] https://en.wikipedia.org/wiki/Low-noise_amplifier
- [N55] <https://www.wirelessdesignmag.com/product-release/2014/08/gan-lnas-rfmw-cover-2-12-ghz>

- [N56] https://en.wikipedia.org/wiki/Foundry_model
- [N57] https://es.wikipedia.org/wiki/Planta_de_fabricaci%C3%B3n_de_semiconductores
- [N58] https://es.wikipedia.org/wiki/Sala_blanca
- [N59] <https://en.wikipedia.org/wiki/Stepper>
- [N60] <https://es.wikipedia.org/wiki/Fotolitograf%C3%ADa>
- [N61] <https://www.extremetech.com/computing/242699-450mm-silicon-wafers-arent-happening-time-soon-major-consortium-collapse>
- [N62] <https://www.extremetech.com/computing/242699-450mm-silicon-wafers-arent-happening-time-soon-major-consortium-collapse>
- [N63] https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%B3dulo_multichip
- [N64] <http://www.electronicdesign.com/power/understanding-low-power-ic-design-techniques>
- [N65] <https://es.wikipedia.org/wiki/Electr%C3%B3nica>
- [N66] https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_embebido
- [N67] the Electronic Components and Systems Strategic Research Agenda (ECS-SRA)
- [N68] the Electronic Components and Systems Strategic Research Agenda (ECS-SRA)
- [N69] the Electronic Components and Systems Strategic Research Agenda (ECS-SRA)

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Instituto Tecnológico de California
- [2] "Hay mucho espacio en el fondo"
- [3] Dimensiones del orden de la mil millonésima parte de un metro
- [4] Dimensiones del orden de la millonésima parte de una micra
- [5] Unión Europea
- [6] CMOS significa Complementary metal-oxide-semiconductor
- [7] Al menos en los países desarrollados
- [8] <http://www.electronicdesign.com/>
- [9] MEMS: Microelectromechanical Systems
- [10] NEMS: Nanoelectromechanical Systems
- [11] RF: Radio Frecuencia
- [12] LED: Light-Emitting Diode o diodo emisor de luz
- [13] Evolución de la tecnología More than Moore según la Ley de Moore
- [14] usados como lectores de CD y DVD
- [15] electrónica del espín
- [16] PCB: Printed Circuit Board
- [17] Arseniuro de Galio
- [18] Fosfuro de indio
- [19] Germaniuro de silicio
- [20] MOS: Metal-Oxide-Semiconductor
- [21] *Return on Investment* o Retorno de la Inversión

Libros



THE DIGITAL TRANSFORMATION PLAYBOOK

*Rethink your business for the
digital age*

David L. Rogers.
Abril 2016

El hecho de que dos años después de su publicación todas sus propuestas sigan vigentes no hace sino atestiguar la calidad de *"The Digital Transformation Playbook. Rethink your business for the digital age"*, de David L. Rogers, director de los programas de Marketing Digital y Estrategia de Negocio Digital en la *Columbia Business School* y autor del libro *"The Network is Your Customer: Five Strategies to Thrive in a Digital Age"*.

Dice Rogers que las tecnologías digitales están transformando no únicamente los aspectos de negocio relacionados con la gestión de la tecnología, sino virtualmente todos los aspectos de la empresa. Por ello, el punto de partida del libro no puede resultar más provocador: frente a la idea de que la transformación digital se trata básicamente de mejorar las infraestructuras de tecnologías digitales ante los avances constantes y la aparición de nuevas tecnologías de la información, Rogers propone que el elemento tecnológico no es el principal motor del cambio que supone la transformación digital, sino que ésta supone en realidad un cambio radical del pensamiento estratégico que requiere nuevos planteamientos y formas de pensar. Dado que todo cambio requiere adaptación, a lo largo del libro Rogers guía al lector, ayudándole a entender en qué consiste el cambio de mentalidad estratégica al pasar de un entorno clásico, dominado por lo analógico, a la nueva era digital.

Es también *"The Digital Transformation Playbook"* un libro distinto a muchos otros que versan acerca de la economía digital, y que generalmente analizan ejemplos de empresas de nueva creación, o *start-ups*. A lo largo de sus 278 páginas, de lectura realmente rápida pero susceptible de múltiples revisiones como manual de cabecera, Rogers se centra en la aplicación de los principios de transformación digital a empresas de la "vieja economía", ofreciendo herramientas –de generación de ideas estratégicas, mapas estratégicos, herramientas de decisión estratégica y herramientas de planamiento estratégico– que sirvan como impulsores del cambio y adaptación a la economía digital.

En el primer capítulo del libro se presentan los principales dominios estratégicos transformados por el mundo digital: los clientes –o más concretamente cómo conectar y crear valor con nuestros clientes, conectando directamente con su anterior obra *"The Network is Your Customer"*–, la competencia –o cómo se debe cambiar la perspectiva acerca de los competidores–, los datos –que pasan a ser activos estratégicos clave para la ge-

neración de valor-, la innovación –cómo las empresas innovan en un mundo digital- y la creación de valor.

A lo largo del bloque principal que comprende los siguientes cinco capítulos, Rogers desarrolla cómo la transformación digital afecta a cada uno de estos dominios, siguiendo para ello un esquema similar y completamente detallado. Así, se inicia cada capítulo con un ejemplo que ilustra los conceptos involucrados en cada dominio estratégico, así como los principales cambios que implica la transformación digital, o paso del mundo analógico al digital, dentro de dicho dominio. A partir de ahí, Rogers presenta los principales impulsores del cambio, que son recopilados en las diferentes herramientas de transformación digital, cuya aplicación es explicada cuidadosamente en pasos sucesivos de muy fácil seguimiento para el lector. Como conclusión de cada uno de estos cinco capítulos, se plantean las principales barreras existentes en las organizaciones para una correcta implementación de la transformación digital.

El segundo capítulo se centra en la creación de valor aprovechando los efectos de la transformación digital en el dominio estratégico del cliente, planteando como clave el aprovechamiento de las redes de consumidores y clientes. Defiende Rogers que las empresas deben replantearse su embudo de ventas –*marketing funnel*– aprovechando las conexiones entre consumidores en diferentes medios digitales y la comunicación directa y personal, para poder aportar valor diferencial e ir más allá de la búsqueda de la lealtad hasta lograr clientes capaces de defender y hacer promoción de la marca. Para ello, las diferentes estrategias pueden orientarse a mejorar el acceso de los consumidores a la empresa, involucrar a los clientes y fomentar la interacción y participación a través de contenido de alto valor, personalización de la oferta, conectar con los clientes a través de conversaciones en medios digitales, o incluir a los usuarios en procesos de co-creación y colaboración. Todo ello queda recogido en la herramienta para la Generación de Estrategias de Redes de Clientes.

El re-pensamiento de la posición de la empresa ante la competencia ocupa el tercer capítulo, que detalla cómo articular el cambio en torno a la creación de plataformas en lugar de en torno a productos. Se entiende una plataforma como un negocio que crea valor al facilitar interacciones directas entre dos o más tipos de clientes. En el mundo digital, las plataformas emplean tecnologías habilitadoras como la *web*, la computación en la nube, interfaces de programación de aplicaciones para mejorar la interoperabilidad de datos y expandir las funcionalidades de la plataforma, las redes sociales o las tecnologías y dispositivos móviles. Rogers presenta como base para el replanteamiento de la estrategia el Mapa de Modelo de Negocio de Plataforma, una herramienta de análisis y visualización para identificar a los agentes que resultan críticos para la creación de una plataforma, así como para analizar dónde ocurren la creación e intercambios de valor entre los usuarios y la plataforma. En este capítulo también se plantea cómo se debe ir más allá del planteamiento en el que los competidores son aquellas empresas similares en

juegos de suma cero. En su lugar, aparecen competidores de otros negocios y se abren puertas para que la empresa establezca otro tipo de relaciones con sus competidores naturales, que pueden ser evaluados mediante el uso del Tren de Valor Competitivo, una herramienta que permite analizar a los competidores para la obtención de ventajas a través de las relaciones de la empresa con sus socios y colaboradores, rivales directos y competidores asimétricos.

El cuarto capítulo plantea el uso de los datos de negocio como clave de la transformación digital. Frente a una visión tradicional centrada en los datos como punto de mejora de las operaciones de la empresa, en el mundo digital la generación y, especialmente, el uso de los enormes volúmenes de datos estructurados y no estructurados –*Big Data*– a los que tiene acceso la empresa son críticos para el éxito. Los datos pasan pues a ser un activo estratégico que debe ser usado como herramienta básica de creación de valor. Rogers identifica cuatro diferentes patrones como fuente de éxito de un negocio en la era digital basados en la creación de valor a partir de datos de clientes: entendimiento (revelando aspectos de negocio que no son aparentes); determinación de objetivos (refinando continuamente con la meta de identificar los clientes y potenciales clientes más importantes para la empresa); personalización total de comunicaciones, ofertas, precios, productos y servicios; y contextualización (que permita comprender mejor y enriquecer la información del cliente dentro de un marco de referencia). Todo ello queda recogido en el Generador de Valor de Datos.

El cuarto dominio estratégico, tratado en el quinto capítulo, es el de la innovación. Como parte de la transformación digital, Rogers aboga por abandonar procesos largos centrados en la innovación de producto, generalmente guiados por la intuición y la experiencia, reemplazándolos por la experimentación rápida y el aprendizaje continuo, aspectos típicos de las estrategias *lean startup*. Para ello, se plantea el desarrollo de prototipos mínimos viables a través de continuas iteraciones antes, durante y después del lanzamiento. La experimentación, dice Rogers, se caracteriza por siete principios: aprende pronto; sé rápido e itera; enamórate del problema, no de la solución; consigue realimentación fiable; mide lo que importa ahora; comprueba tus suposiciones; y fracasa de forma inteligente. Para realizar una evaluación de la experimentación se proponen dos metodologías diferentes.

El sexto capítulo se centra en la adaptación de la propuesta de valor, fundamentalmente a través de la adquisición de nuevos clientes, creación de nuevo valor para clientes existentes, o ambas simultáneamente. Para ello propone la hoja de Ruta de la Propuesta de Valor, empleada para identificar amenazas emergentes, así como nuevas oportunidades de creación de valor.

En este punto, y como prelude al séptimo capítulo, Rogers lanza un aviso para navegantes: no hay métodos a prueba de fallos. Así, si bien el uso de las diferentes herra-

mientas para el diseño del proceso de transformación digital es aconsejable, pueden darse elementos disruptores del negocio, generalmente procedentes de competidores asimétricos –negocios que aparentemente no tienen nada que ver con el negocio principal de la empresa pero que en realidad cubren las mismas necesidades de los clientes. La disrupción sucede cuando una industria existente se enfrenta a un competidor que ofrece mayor valor al cliente de una forma con la que las empresas no pueden competir directamente; es decir, cuando simultáneamente se dan un cambio en la propuesta de valor que reemplaza el valor aportado por la empresa y una diferencia en la red de valor que crea barreras basadas en la dificultad de replicación. Y son precisamente las nuevas reglas de negocio dictadas por las tecnologías digitales las que crean numerosas oportunidades para nuevos contendientes para ocupar los espacios de empresas rentables que no han sido capaces de adaptarse al nuevo medio. Ante esta situación, el libro propone dos herramientas adicionales, el Mapa de Modelo de Negocio Disruptivo, y la Agenda de Respuesta Disruptiva, orientados a la identificación de potenciales amenazas y a proporcionar diferentes respuestas posibles a amenazas efectivas, respectivamente.

Concluye Rogers preguntándose por qué resulta tan difícil para las empresas este replanteamiento de la estrategia que supone la transformación digital. La respuesta es simple, aunque no por ello menos sorprendente, y

coincide con otras transformaciones experimentadas por las empresas ante una nueva perspectiva o tecnología: la implementación del cambio requiere agilidad organizacional, lo que exige asignación de recursos, métricas adecuadas y alineación de incentivos –el libro incluye a modo de apéndice una herramienta de evaluación de adecuación de la empresa a la transformación digital–, pero también nuevas ideas y un liderazgo en línea con los cambios necesarios. En el fondo, nada nuevo, pero a su vez todo diferente.

Es *"The Digital Transformation Playbook"* un libro ameno, de fácil lectura pese a la variedad de conceptos abarcados, e indispensable para comprender el fenómeno de la transformación digital. Su organizada estructura construye los diferentes bloques a partir de elementos salpicados de ejemplos, formidablemente relacionados y resumidos en las diferentes herramientas de aplicación directa para el replanteamiento de estrategias en el mundo digital. Sin embargo, no es un libro cuyo destino vaya a ser un estante olvidado una vez concluida su lectura: la relectura y la constante consulta de los diferentes contenidos será una tónica tanto para académicos y docentes, como para gestores de empresas que quieran afrontar con garantías un proceso de transformación digital.

■ Ángel Hernández García

Número 403, primer trimestre de 2017

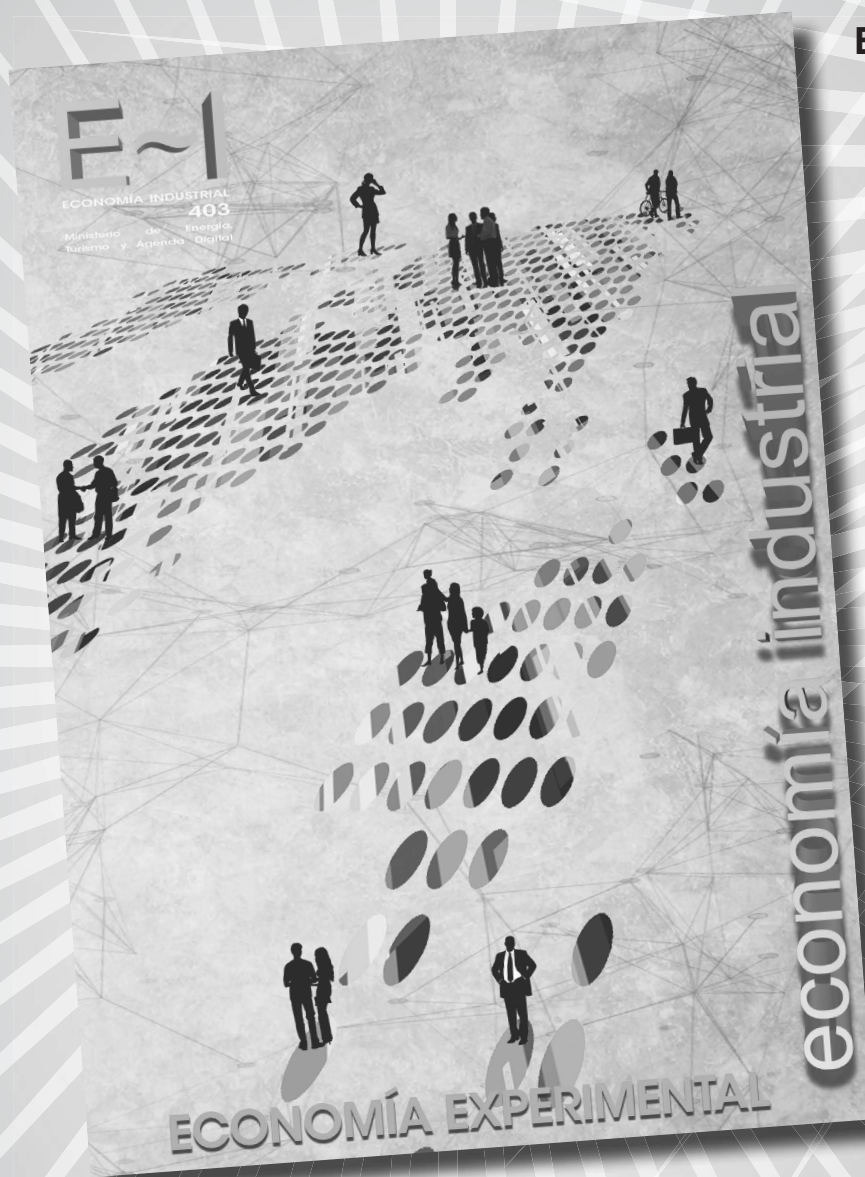
**El comportamiento
experimental**

**Experimentos de
mercados**

**Experimentos
naturales y de
campo**

Otros temas

Notas



Crítica de libros

Selección bibliográfica

www.economiaindustrial.es



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE INDUSTRIA, COMERCIO
Y TURISMO

SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA

SUBDIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO NORMATIVO,
INFORMES Y PUBLICACIONES
CENTRO DE PUBLICACIONES

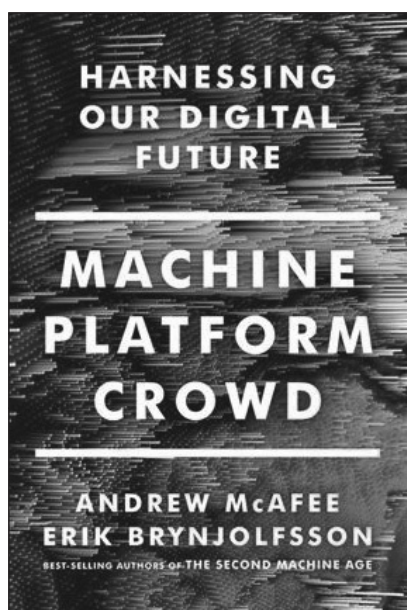
www.mincotur.gob.es

VENTA Y SUSCRIPCIONES:

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO
CENTRO DE PUBLICACIONES

Panamá, 1. Planta 0. 28071 Madrid

Teléfonos: VENTAS: 913 495 129 / 913 494 968. CENTRALITA: 913 494 000
Fax: 913 494 485



MACHINE, PLATFORM, CROWD: Harnessing Our Digital Future

Andrew McAfee. Erik Brynjolfsson.
Junio 2017

Si hay dos personas autorizadas a hablar del efecto transformador de la tecnología en la sociedad, desde luego son Andrew McAfee and Erik Brynjolfsson, profesores del prestigioso Instituto Tecnológico de Massachusetts, cofundadores de su Iniciativa sobre Economía Digital (IDE), y autores de otros libros sobre el efecto de la transformación digital en la sociedad, como *Race Against the Machine* o de *The Second Machine Age*.

En *Machine, Platform, Crowd: Harnessing our Digital Future*, su último libro, McAfee y Brynjolfsson profundizan en los cambios sociales y económicos que tenemos que afrontar para poder aprovecharnos de esta nueva revolución tecnológica, como ha ocurrido en ocasiones anteriores como por ejemplo con la llegada de la electricidad. El valor último no reside en las tecnologías en sí mismas, sino en el extenso conjunto de pequeñas y medianas innovaciones que complementan a las grandes revoluciones tecnológicas, y que esparcen su valor por la sociedad y las organizaciones.

Para ello, comienzan con una breve introducción que refleja los que, en su opinión, son los tres pilares de esta nueva revolución: la sustitución de las mentes por las máquinas –como se puede ver a través de los grandes avances en inteligencia artificial–; la sustitución de los productos por las plataformas–no en vano, las empresas clave de esta revolución como Facebook, Airbnb o Uber son meramente plataformas–; y la sustitución de las personas clave (*core*) dentro de una empresa por el acceso a una multitud (*crowd*) a través de redes de innovación globales –como muestra el hecho de que algunas de las compañías más grandes del mundo recurran a recursos ajenos para innovar. Por supuesto, no se espera una sustitución completa, sino que el éxito de las empresas en este nuevo contexto consistirá en encontrar el equilibrio correcto en cada uno de esos pares.

Cada uno de los tres bloques se trata en el libro en varios capítulos, que a su vez forman tres partes similares para cada uno de ellos. En la primera se hace una revisión del status quo previo a la irrupción de la tecnología, y cómo esta revolución tecnológica ha ido avanzando hasta el estado actual. En los capítulos intermedios se destaca el poder creciente de las máquinas, las plataformas y la multitud, y cómo su influencia ha ido dando lugar a diferentes desarrollos, innovaciones, y modelos de negocio. En el

último de los capítulos los autores plantean cuestiones de mayor calado, en las que van dejando pinchadas de cómo ven la integración completa de las tecnologías en la economía y en la sociedad.

El primero de los bloques, *Mentes y Máquinas*, comienza con un análisis de la capacidad de la mente humana para la toma de decisiones, y concluye con la idea de que gracias al acceso a volúmenes crecientes de datos y al desarrollo de algoritmos cada vez más sofisticados de inteligencia artificial, las máquinas llegan a decisiones más acertadas que los expertos. Por tanto, las empresas deberán poco a poco sustituir sus decisiones basadas en opiniones por decisiones basadas en datos. Por supuesto, el aprendizaje de las máquinas (*machine learning*) es un campo en pleno desarrollo que aún tiene muchas limitaciones, pero que poco a poco se van superando. Por eso, aunque existen ejemplos de procesos de negocio que han cambiado profundamente con la aplicación de estas técnicas, sigue habiendo en espacio enorme para la evolución. Sin embargo, de acuerdo a los autores, éste es un espacio finito que deja cabida a la aportación humana. Aunque las máquinas han sido capaces de mejorar sus aportaciones en el campo de la creatividad, siguen siendo incapaces, y presumiblemente seguirán así durante mucho tiempo, de entender el mundo bajo el prisma humano. Por eso, la aplicación de dimensiones como la empatía o el liderazgo son terreno protegido para los seres humanos.

El segundo bloque del libro, se centra en la combinación entre Productos y Plataformas. La irrupción de Internet, y la consecuente interconexión entre personas en cualquier parte del mundo, dio un giro rotundo a la situación de las industrias basadas en bienes digitales como la música o el cine. Este modelo, se ha ido expandiendo a su vez a otras industrias cercanas (como la de las aplicaciones móviles), e incluso ha dado el salto a la interconexión de personas para acceder a bienes no digitales como la búsqueda de medios de desplazamiento o de alojamientos. La clave, en estos casos ha radicado en la apertura de la plataforma no sólo a los usuarios, sino también a los proveedores de dichos servicios, dando lugar a plataformas de dos caras. Así, las posibilidades de la tecnología en la mejora de la experiencia de los usuarios, en su percepción de confianza, y su capacidad para escalar de manera tremendamente eficiente, han hecho de algunas de estas plataformas las empresas más prometedoras del mundo. Empresas como Spotify, Apple, Airbnb, Uber o ClassPass, son algunos de los ejemplos de los que se sirven los autores para ejemplificar la evolución de las plataformas y su expansión de unas industrias a otras.

El tercer y último bloque del libro se centra en el equilibrio entre las actividades centrales de las compañías (Core), y la participación de la multitud (Crowd). Según mencionan los autores, la teoría de estrategia empresarial de finales del siglo XX destacaba la necesidad de identificar las actividades centrales y de

mayor valor, y generar internamente las capacidades suficientes para destacar en ella. Sin embargo, varios de los estudios que se mencionan en el libro concluyen que el acceso a una multitud abierta y global ha permitido obtener resultados mucho mejores de los que la empresa habría sido capaz de obtener con su equipo interno. La incapacidad de los expertos para la búsqueda de soluciones adecuadas, y el valor creciente de la multitud, viene en parte ocasionado por la dificultad de identificar y alinear problemas y soluciones en un mundo complejo y cambiante. Según destacan los autores, es la distancia con la que enfrenta el problema la multitud la que le permite dar con mejores soluciones. Por ello, la verdadera competencia que deben desarrollar las empresas es la de saber relacionarse con esta multitud, y definir un modelo de colaboración adecuado para ambos. Afortunadamente tecnologías como *blockchain* pueden ayudar a generar un campo de colaboración controlado y seguro, pero su aplicación no está exenta de limitaciones. Es por ello que deberán existir agentes que solucionen los problemas que surjan de los nuevos modelos de interacción, así como directivos convencidos que definan estrategias, objetivos o formas de trabajo que permitan la coexistencia de empleados y colaboradores externos en una misma organización.

En conclusión, McAfee y Brynjolfsson han recopilado casos de estudio, investigaciones y experiencias propias, con el firme objetivo de que los lectores sean capaces de afrontar el tsunami de destrucción creativa que la tecnología trae consigo. Y es que pese a que pueda parecer que la tecnología es la que va a marcar la diferencia entre empresas exitosas y no exitosas, la realidad es que nos enfrentamos a un universo altamente competitivo en el que el ganador lo definen en realidad “pequeñas” decisiones de negocio y algunas decisiones no económicas como la cultura, la misión, o los objetivos. Además, el poder del vencedor está más alto que nunca que el del segundo clasificado.

Quedan muchos retos por resolver en la manera en la que podremos seguir integrando tecnología en nuestra sociedad, y muchas incertidumbres surgen sobre sus consecuencias, pero como apuntan los autores, lo que es cierto es que tenemos acceso a la mayor cantidad de conocimiento a la que ha accedido ningún hombre jamás. Y eso, en combinación con una infraestructura de red global, permite que aquello que hagamos tenga un impacto casi inmediato sin precedentes.

Aunque extraigan los elementos más importantes, y revisen cientos de casos previos, ni este libro, ni ningún otro, nos van a poder decir cuál es la combinación óptima de cada uno de ellos para triunfar. Lo que sí que parece claro tras leerlo es que el camino de intentarlo en el mundo en el que nos ha tocado vivir se presenta emocionante.

■ Ángel Agudo Peregrina

Selección bibliográfica

BERMAN, S. J. (2012). Digital transformation: opportunities to create new business models. *Strategy & Leadership*, 40(2), 16–24.

BRYNJOLFSSON, E., & MCAFEE, A. (2017). *Machine, Platform, Crowd: Harnessing Our Digital Future*. W. W. Norton & Company.

HERBERT, L. (2017). *Digital Transformation: Build Your Organization's Future for the Innovation Age*. Bloomsbury Business.

MATT, C., HESS, T., & BENLIAN, A. (2015). Digital Transformation Strategies. *Business & Information Systems Engineering*, 57(5), 339–343.

OECD (2017). *Key Issues for Digital Transformation in the G20*. Retrieved from <https://www.oecd.org/internet/key-issues-for-digital-transformation-in-the-g20.pdf>

PARKER, G. G, VAN ALSTYNE M. W., & CHOUDARY, S. P. (2017). *Platform Revolution: How Networked Markets Are Transforming the Economy and How to Make Them Work for You*. W. W. Norton & Company.

RASKINO, M., & WALLER, G. (2015). *Digital to the Core: Remastering Leadership for Your Industry, Your Enterprise, and Yourself*. Routledge.

ROGERS, D. L. (2016). *The digital transformation playbook: rethink your business for the digital age*. Columbia University Press.

ROWLES, D., & BROWN, T. (2017). *Building Digital Culture: A Practical Guide to Successful Digital Transformation*. Kogan Page.

SACOLICK, I. (2017). *Driving Digital: The Leader's Guide to Business Transformation Through Technology*. AMACOM.

SEBASTIAN, I. M., ROSS, J. W., BEATH, C., MOCKER, M., MOLONEY, K. G., & FONSTAD, N. O. (2017). How Big Old Companies Navigate Digital Transformation. *MIS Quarterly Executive*, 16(3), 197–213.

SINGH, A., & HESS, T. (2017). How Chief Digital Officers Promote the Digital Transformation of their Companies. *MIS Quarterly Executive*, 16(1), 1–17.

VENKATRAMAN, V. (2017). *The Digital Matrix: New Rules for Business Transformation Through Technology*. LifeTree Media.

WESTERMAN, G., & BONNET, D. (2015). Revamping your business through digital transformation. *MIT Sloan Management Review*, 56(3), 10–13.

WESTERMAN, G., CALMÉJANE, C., BONNET, D., FERRARIS, P., & MCAFEE, A. (2011). Digital Transformation: A roadmap for billion-dollar organizations. *MIT Center for Digital Business and Capgemini Consulting*, 1–68.



ECONOMÍA INDUSTRIAL tiene por objeto la difusión de trabajos originales relacionados con el amplio espectro de temas económicos aplicados acogidos bajo la disciplina homónima, especialmente los relativos a la política y el sector industrial, la energía, las tecnologías de la información y la comunicación, la ciencia y la innovación.

Los trabajos deberán tener una extensión de en torno a 6.000-8.000 palabras, ir precedidos de una introducción y acabar con una conclusión. Los autores acompañarán el artículo con una carátula inicial en la que, además de sus datos de contacto y adscripción académica/profesional, se incluya el título del artículo, un resumen de su contenido de menos de 100 palabras, en español y en inglés, con una o varias palabras clave que faciliten su clasificación, también en español y en inglés, así como su codificación JEL.

Los autores acreditarán mediante declaración formal que los trabajos son inéditos y no están presentados o en fase de evaluación en otras publicaciones.

El texto deberá enviarse en Word, los cuadros y gráficos en Excel, las figuras en PowerPoint y las imágenes en formato de alta resolución. Los cuadros, gráficos y figuras llevarán titulación específica y numeración correlativa, siempre referida dentro del texto y con mención explícita de su fuente. Las citas bibliográficas seguirán el estándar de la literatura científico-académica.

Los artículos deberán remitirse a la redacción de la revista por correo electrónico a la siguiente dirección:

economiaindustrial@mincotur.es

Los artículos recibidos serán sometidos a la opinión de evaluadores externos expertos en la materia correspondiente, manteniéndose el anonimato de los mismos. Los trabajos que sean valorados favorablemente se publicarán de acuerdo con la programación prevista. Esta decisión será comunicada a los autores a la mayor brevedad posible

En el momento en que la obra es aceptada para su publicación, se entiende que el/los autor/es cede/en a ECONOMÍA INDUSTRIAL en exclusiva los derechos de reproducción, distribución y venta de su manuscrito para su explotación en todos los países del mundo en formato de revista de papel, así como en cualquier otro soporte magnético, óptico y digital.

El/los autor/es cede/en también los derechos de comunicación pública para su difusión a través de intranets, internet y cualesquiera portales y dispositivos inalámbricos que decida el editor, mediante la puesta a disposición de los usuarios para consulta online de su contenido y su extracto, para su impresión en papel y/o para su descarga y archivo, todo ello en los términos y condiciones que consten en la web donde se halle alojada la obra.

A su vez ECONOMÍA INDUSTRIAL autoriza al/a los autor/es de los trabajos publicados en la revista a que ofrezcan en sus webs personales o en cualquier repositorio de acceso abierto una copia de estos trabajos una vez publicados. Junto con esa copia ha de incluirse una mención específica a ECONOMÍA INDUSTRIAL, citando el año y el número de la revista en que fue publicado el artículo y añadiendo, además, en enlace a la web de la misma

ECONOMÍA INDUSTRIAL no se solidariza necesariamente con las opiniones expuestas en los artículos que publica, cuya responsabilidad corresponde exclusivamente a sus autores.

www.economiaindustrial.es