

ÍNDICE



Prólogo de José Manuel Petisco	11
Agradecimientos	15
Introducción	
Fabricando relojes en la Primera Revolución Industrial. Los Lombardero, relojeros de los Oscos	17
En el escenario de la fabricación de relojes en la Primera Revolución Industrial	17
La necesidad de adaptarse al progreso	19
Construir barcos en los finales de la Segunda Revolución Industrial	20
Reconvertir directivos y trabajadores para la revolución de las TIC	20
Ahora, reflexionando sobre el futuro del trabajo en la era digital	22
Dónde se crearán los nuevos empleos cualificados	24
Competencias: un lenguaje para entender qué esperan las empresas de nosotros	25
Profesiones vinculadas al trabajo en la era digital	26
El futuro depende del ritmo de transformación digital	27
El futuro depende del talento de los directivos	29
 PRIMERA PARTE	
La Tercera Revolución Industrial: el desarrollo de las TIC y la sociedad de la información y el conocimiento	33
1 El desarrollo de las TIC	35
El primer ordenador español, anticipo de la brecha tecnológica	35
El tratamiento de la información como base para la transformación digital	36

Desde 1970 en adelante: TIC y fabricación flexible	38
La aplicación de las TIC a la industria	40
El impacto en la productividad y el empleo de las TIC	42
Los indicadores de las TIC en el caso español	43
2 La irrupción de Internet	45
Cómo la publicidad se hizo con Internet	46
Las primeras aplicaciones de Internet	47
Internet en las empresas	48
3 La economía de la información y el conocimiento	51
Las variaciones sobre el concepto de sociedad del conocimiento	51
El conocimiento como materia prima	52
La nueva economía	56
El impacto de Internet en el sector de los contenidos digitales	58
Los modelos de negocio para los contenidos digitales	59
El precio de los contenidos digitales gratis en Internet	61
El comercio electrónico y la teoría de la larga cola	62
Las cifras de la economía de la información	64
Los límites de la economía de la información	66
Un libro de cabecera para desarrollar un buscador o una red social	67
El reparto de la tarta de la publicidad: Google y las redes sociales	68
A dónde van los beneficios de Internet	69
Las empresas de Internet: BEPS o fraude fiscal	70
El lector Kindle de Amazon: en busca del monopolio	70
Un lugar en Internet también es posible para la Unión Europea	71
SEGUNDA PARTE	
Las tecnologías emergentes como impulso de la transformación digital o era digital	75
4 Movilidad, Cloud Computing y Big Data	77
Dos grupos de tecnologías emergentes: instrumentales y transformadoras	77
La movilidad: un mundo conectado entre sí y con las cosas	79
El Cloud Computing o computación en la nube	80
Granjas de servidores y datos en la nube	82
Para entender los servicios en la nube: SaaS, PaaS, IaaS	83
Los negocios del Cloud Computing: servicios y consultoría	83
El futuro del Big Data	84
5 Internet de todas las cosas (IoE): la nueva tecnología de uso general	87
IoE: una re-evolución de Internet	88
El impacto de la electricidad en el siglo XX	89
IoE como tecnología transformadora y de uso general	90
Sensores y fundamentos tecnológicos de Internet de todas las cosas	90
Miniaturización y nanotecnología	92
Sistemas de bajo consumo de energía	93
Sensores MENS y WSN	94
Identificación por radiofrecuencia RFID	95

Tecnología inalámbrica de corto alcance NFC	96
La plataforma de <i>hardware</i> abierto Arduino	96
Tecnología <i>prêt-à-porter</i>	96
¿Realmente es tan importante Internet de todas las cosas (IoT)?	97
Privacidad, ciberseguridad y continuidad del negocio	100
Caso práctico: la transformación digital de la logística (Seur y Correos)	101
Piensa diferente sobre Internet: es tu gran oportunidad	103
6 El negocio que traerán las ciudades inteligentes	105
Hacia un mundo de megaciudades	105
Una visión europea de las Smart Cities	107
El modelo internacional de Smart City	107
Ciudadanía y participación (Smart People)	108
Calidad de vida (Smart Living)	109
Administración (Smart Governance)	109
Preservar el entorno (Smart Environment)	110
Facilitar la movilidad (Smart Mobility)	110
La economía de las ciudades (Smart Economy)	113
Caso práctico: oportunidades de negocio en el proyecto Madrid Inteligente (MiNT)	114
Repercusión para el ciudadano	114
Las oportunidades para las empresas de tecnología	116
Las oportunidades para las empresas en las Smart Cities	117
La Red Española de Ciudades Inteligentes	117
7 La Cuarta Revolución Industrial: Industria 4.0	119
Comunicaciones M2M	120
Las características de la Smart Factory	122
Proyecto Smart Factory ^{KL}	122
La fabricación aditiva con impresoras 3D	123
Caso práctico: oportunidades de negocio, Dima 3D	126
8 Innovación, transformación digital y modelos de negocio	129
La innovación impulsada por los clientes	129
Innovación abierta: concepto	130
Caso práctico: Procter&Gamble, conectar y desarrollar	131
Plataformas de innovación abierta	132
Ecosistemas para la innovación y el emprendimiento	134
Transformación digital por medio de la hibridación	135
La convergencia de los productos físicos y lo virtual	137
Transformar la cadena de valor para transformar la empresa	137
El ejemplo de la transformación industrial: la silla inteligente	138
La transformación digital de una empresa obliga a todo el sector	139
El automóvil conectado	140
Modelos de negocio y transformación digital	140
Modelos de negocio basados en el desarrollo de círculos virtuosos	143
Caso práctico: Ferrovial, innovación en infraestructuras inteligentes	144
Living Lab de Guadalajara: innovar en interacción con los ciudadanos	144

TERCERA PARTE

El nuevo paradigma de la economía digital	147
9 De la economía de la información a la economía digital	149
El paradigma de la era de la información	149
El iceberg de la economía de la era digital	150
Hacia una nueva visión de la economía digital	151
De la economía de la información a la economía digital	152
Las 10 características del nuevo paradigma de la economía digital	154
10 Un nuevo modelo productivo para Europa en la era digital	157
Ausencia de un único modelo de desarrollo	157
Cambio del centro de gravedad económico a Asia y América del Sur	159
China, la fábrica del mundo	159
Europa, en la periferia del mundo	160
La especialización productiva del siglo XX y la desindustrialización de Europa	161
El impacto ambiental de la logística de largo alcance	162
Los líderes en ingresos y beneficios fabrican productos físicos	163
El potencial de la industria española	164
La industria del automóvil como ejemplo de las posibilidades de Europa	166
Las consecuencias de Google como nuevo competidor en el sector del automóvil	167
¿Dónde están los servicios avanzados para sustituir a la industria?	169
Tecnologías emergentes y nuevo modelo productivo	170
La fabricación de cercanía con los clientes	170
Apoyo a la economía digital: Europa 2020	172
La Agenda Digital para España	173
Un Mercado Único Digital para Europa	173
Caso práctico: España 130.000 nuevos empleos en la economía digital al año	175

CUARTA PARTE

La organización de la empresa y el trabajo en la era digital	177
11 La organización empresarial de la era digital	179
La holocracia: un cambio radical	179
Empresas digitales: de la creatividad de Google al <i>neotaylorismo</i> de Amazon	180
Organigramas más independientes	182
La dirección de proyectos en las empresas digitales	184
Estructuras horizontales y planas	185
Coordinación más descentralizada	186
Google-Alphabet: trocear para volver a ser ágil	188
Organizaciones en red	188
Organización virtual o en forma de trébol	190
Ecosistemas empresariales en la era digital	190

12 La gran transformación del trabajo	195
Del trabajo en cadena al empleo en red	195
Puestos orientados al desarrollo personal, no a la seguridad	197
Trabajo virtual, distribuido y colaborativo	198
Trabajo mercantilizado: de la nómina a la factura	200
Fórmulas alternativas para medir la productividad	201
Métodos de supervisión: gestión de confianza frente al control	201
El marco de competencias necesario para gestionar el entorno virtual	202

QUINTA PARTE

El método de análisis de las competencias E[(TOM)C] necesarias para el trabajo en la era digital	205
13 El concepto de competencias	207
Visión histórica de las competencias directivas	207
La escuela conductual y las 20 competencias genéricas	209
La escuela funcional y las competencias profesionales por ocupación	211
Las competencias profesionales por ocupación	212
La escuela constructivista y el constructivismo social en el aprendizaje	213
El constructivismo social en el aprendizaje	214
El conectivismo como teoría de aprendizaje en la era digital	215
Las competencias esenciales de la empresa	216
El modelo de gestión de recursos humanos por competencias	218
14 El método E[(TOM)C] de análisis de competencias para la era digital	219
La empresa como sistema	219
El método E[(TOM)C] en la teoría general de sistemas	220
Validación del método E[(TOM)C]	221
La tecnología como inicio del bucle de relaciones (T)	222
Relación entre cambio tecnológico y progreso económico	222
Tecnología, organización del trabajo y competencias directivas	224
Nuevas tecnologías industriales y cualificación del empleo	225
Tecnología y organización del trabajo (O)	225
Relación entre mercados, clientes y competencias (M)	227
La globalización virtual de los mercados de trabajo	227
El GATT como inicio de la globalización	228
La OMC y el impulso de los mercados globales	228
Las competencias cierran el bucle (C)	230
15 El desarrollo de competencias en el siglo XX	231
La edad de la electricidad	231
Las relaciones E[(TOM)C] a lo largo del siglo XX	232
Los primeros 50 años del siglo XX: la producción industrial	234
La producción masiva o <i>fordismo</i>	235
El modelo japonés de fabricación	235
El periodo de oro de la economía: distribuir lo que se fabrica	235

El dúo marketing y cliente	237
Los sistemas de fabricación flexible (FSM): la aplicación de las TIC a la fabricación	237
Aparición del concepto de competencias genéricas o «blandas»	237
De la dirección de personal a la de recursos humanos	238
La introducción de las competencias profesionales	238
Reconversión industrial: nuevas industrias, nuevas competencias	238
La década de 1980: la sociedad de los servicios	240
Final del siglo XX: la era de la información y de las competencias digitales	240
El poder de los eClientes	241
En busca del reequilibrio de poderes	245
Verificación del método E[(TOM)C]	245

SEXTA PARTE

Los resultados: competencias y ocupaciones para trabajar en la era digital	247
16 Las 20 competencias para trabajar en la era digital	249
El recorrido realizado	249
Las 20 competencias TED	249
Respaldo científico al sistema de las 20 competencias TED	251
Clasificación por grupos de las 20 competencias TED	252
Los negocios digitales, el aprendizaje de un segundo idioma	253
Los grupos de competencias	254
Descripción de las 20 competencias TED	258
17 Ocupaciones para la era digital	279
Las 10 ocupaciones para la era digital	279
18 Nadie te dirá que no eres competente	293
Las competencias de los directivos en el centro de la transformación digital del BBVA	293
Analiza tus competencias, no te dirán que no eres competente	294
Directores del desarrollo del talento digital	296
Capacidades cognitivas	297
La habilidad de aprender	297
La nueva generación de directivos: los nativos digitales o <i>millennials</i>	298
¿Nuevas formas de liderazgo empresarial en la economía digital?	302
¿Directivos u hombres de Vitrubio digitales?	303
Notas	305
Bibliografía	315
Sobre el autor	331

PRÓLOGO

Internet of Everything, la base de la transformación digital

En las dos últimas décadas Internet ha cambiado nuestras vidas, transformando significativamente la manera en que trabajamos, aprendemos y nos divertimos y facilitando avances antes impensables como la telemedicina o la educación *online*.

Ahora nos encontramos ante una nueva revolución, que será de cinco a diez veces mayor que el impacto de Internet en toda su historia. Es el Internet of Everything, Internet de todas las cosas o IoE: miles de millones de conexiones entre personas, procesos industriales y de negocio, datos y objetos que generan enormes oportunidades de progreso para los países, las empresas y la sociedad.

La digitalización de la economía y la capacidad de innovación están estrechamente ligados al IoE, basado en la convergencia de redes, aplicaciones y múltiples conexiones que generan un nuevo modelo productivo capaz de garantizar la sostenibilidad económica, social y medioambiental.

Para comprender el impacto de esta transformación era necesario un libro en español que, con términos comprensibles y ejemplos prácticos, permitiera entender con facilidad el salto hacia la economía digital, donde los países punteros serán digitales, las ciudades más prósperas serán digitales y las compañías líderes serán digitales. Y esto es precisamente lo que Luis Lombardero ha logrado con este libro que el lector tiene entre sus manos.

La trayectoria académica y profesional de Luis –doctor en Economía y Empresa, especializado en Economía Digital–, y su amplia experiencia y conocimiento se unen a su pasión por la formación, dando como resultado un libro indispensable tanto para los líderes empresariales como para la sociedad en general, ya que todos formamos parte de esta nueva aventura digital.

En *Trabajar en la era digital*, los lectores descubrirán las bases de las transformaciones que han conformado revoluciones como la Economía de la Información y el Conocimiento,

pero sobre todo entenderán las claves necesarias para adentrarnos en lo que el autor denomina con gran acierto la Cuarta Revolución Industrial.

La combinación de distintas tecnologías que se apoyan en las redes inteligentes –como la movilidad, el Cloud Computing, el Big Data o el Internet de las cosas (IoT)– permite tanto reducir costes y optimizar procesos en múltiples industrias como digitalizar nuestros hogares, dotar de mayor inteligencia a las ciudades y transformar el trabajo y nuestra forma de vida. El potencial de las redes inteligentes es enorme.

No sólo están cambiando los modelos de negocio, sino también las cadenas de valor y la oferta de productos y servicios. Todos los sectores, pero especialmente los que se apoyan en el análisis de datos y en las redes tecnológicas, tienen mayor potencial de cambio, incluyendo tecnología, medios y entretenimiento, sanidad, servicios financieros o comercio. Además, la digitalización desdibuja los límites entre los sectores, que pasan a estar interconectados, colaborando y compitiendo entre ellos.

Como señala Luis, la economía digital no es un sector, sino la incorporación de actividades digitales de forma transversal a las empresas de los distintos sectores industriales y los servicios, para impulsar así el crecimiento del PIB y la generación de empleo de calidad.

Y el IoE, entendido como el conjunto de tecnologías facilitadoras de la transformación digital, ya está ayudando a reducir costes, optimizar procesos, acelerar la innovación y generar nuevos ingresos. Esto se consigue mediante un mejor uso de los activos, una mayor eficiencia de la cadena de suministro y logística, un uso intensivo de las nuevas herramientas de colaboración, mejores experiencias de los consumidores y ciudadanos o un menor *time-to-market*.

Según los cálculos de Cisco, con el IoE hay 14,5 billones de euros europeos (19 trillones de dólares estadounidenses) de potencial económico en juego hasta 2023 para las empresas y administraciones de todo el mundo, de los que Europa podría capturar un 30%.

En España, sólo el valor para las administraciones alcanza los 93.000 millones de euros entre 2013 y 2023. Por ejemplo, con la gestión inteligente del agua, el Ayuntamiento de Barcelona está ahorrando 42 millones de euros anuales y 27 millones con la iluminación inteligente. Y ha creado 47.000 empleos relacionados con el sector Smart Cities.

Por su parte, la Comisión Europea estima que la revolución digital permitirá aumentar el PIB de la Unión Europea un 2,1% adicional (0,88% en España) hasta 2020 como resultado de reformas digitales como el mayor espectro de radio y redes de alta velocidad, la incorporación de habilidades digitales en el trabajo y la integración del mercado digital único.

El conocimiento de la transformación digital también es imprescindible para comprender el futuro del trabajo. Como podremos descubrir durante la lectura de *Trabajar en la era digital*, empresas de todos los sectores están trasladando el empleo cualificado a las actividades digitales, por lo que están surgiendo nuevas ocupaciones que requieren nuevas habilidades.

En definitiva, se trata de la mayor revolución en la forma de trabajar, que afecta a directivos, técnicos, profesionales cualificados y a los jóvenes que buscan su primer empleo. Aunque en Europa hay 26 millones de desempleados, la Comisión Europea estima que

en 2015 quedarán 900.000 vacantes sin cubrir en el sector TIC (85.000 en España). Y la demanda de nuevos profesionales en áreas como Big Data, Smart Cities o ciberseguridad no para de crecer.

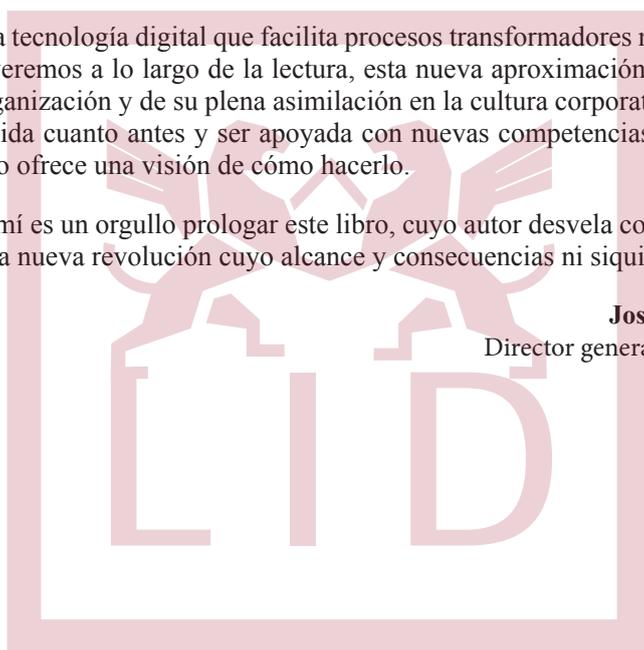
Con el crecimiento exponencial de personas, procesos, datos y objetos conectados a Internet (16.500 millones en la actualidad y 50.000 millones previstos para 2020 a escala global), la transformación digital tiene el potencial de remodelar el mercado empresarial con una rapidez asombrosa.

El fomento del emprendimiento y la colaboración público-privada son también factores esenciales que analiza este libro. Apoyando la digitalización, el Estado contribuye enormemente al crecimiento del PIB, mientras las empresas del sector privado tienen la oportunidad de fomentar el emprendimiento y la innovación abierta en nuevas actividades de la economía digital.

Pero adoptar la tecnología digital que facilita procesos transformadores no es sinónimo de éxito. Según veremos a lo largo de la lectura, esta nueva aproximación requiere del respaldo de la organización y de su plena asimilación en la cultura corporativa. Dicha visión debe ser asumida cuanto antes y ser apoyada con nuevas competencias directivas y, sin duda, este libro ofrece una visión de cómo hacerlo.

Por ello, para mí es un orgullo prologar este libro, cuyo autor desvela con gran acierto los desafíos de una nueva revolución cuyo alcance y consecuencias ni siquiera imaginamos.

José Manuel Petisco
Director general de Cisco España





AGRADECIMIENTOS

Los últimos tres años, mientras escribía mi tesis doctoral, este libro y una parte de los contenidos del Máster en Dirección de Empresas Digitales del que soy director en La Salle, he puesto en práctica lo que siempre he creído: la convergencia entre los contenidos editoriales y el mundo educativo en todos los formatos (texto, digital o vídeo).

Esta especialización en la economía digital no sólo ha marcado mi vida, sino que me deja con muchas deudas de gratitud.

En el mundo académico, tengo un enorme agradecimiento hacia doctores como Adolfo López y Javier Pajares de la Universidad de Valladolid, o Antonio Sánchez-Bayón y Adolfo Sánchez Buró de la Universidad Camilo José Cela, UCJC, que han hecho importantes contribuciones a mis trabajos.

En la escuela de negocios de La Salle en Madrid he encontrado un espléndido equipo dirigido por Jesús Alcoba, que hace posible que funcione el máster.

Recién llegado al mundo editorial, he encontrado el apoyo y el aliento de mis compañeros en LID Editorial. Por la parte del equipo de editoras: Jeanne, Araceli, Nuria, Laura y Maitte. LID no sería una editorial de prestigio sin Laura de Comunicación, Raúl de Marketing y el equipo de gestión.

Mi trabajo sería mucho más complicado sin los colaboradores directos de LIDlearning. Felip ha diseñado todos los gráficos del texto, Laura y Aniceto han aportado gran parte de la documentación.

El sector en el que elegí trabajar y divertirme tiene como especial gratificación la relación con autores, profesores, alumnos y profesionales del mundo de la empresa, con los que la colaboración y la amistad supone una delgada línea fácil de traspasar.

Sólo dispongo de espacio para citar unos pocos como Carlos de Benito, Javier Fernández Aguado, Juan Carlos Alcaide o José Manuel Casado. José Manuel Petisco, director de Cisco España, ha volcado su gran experiencia en el prólogo del libro.

Mi agradecimiento también a Marcelino Elosua, presidente de LID Editorial, con quien compartí mis proyectos. Representa una escuela de editores entusiasta y entregada a su trabajo. Un emprendedor internacional que ha situado la editorial en el mundo y dirige personalmente Bluebottlebiz, la mayor biblioteca digital de libros de empresa.

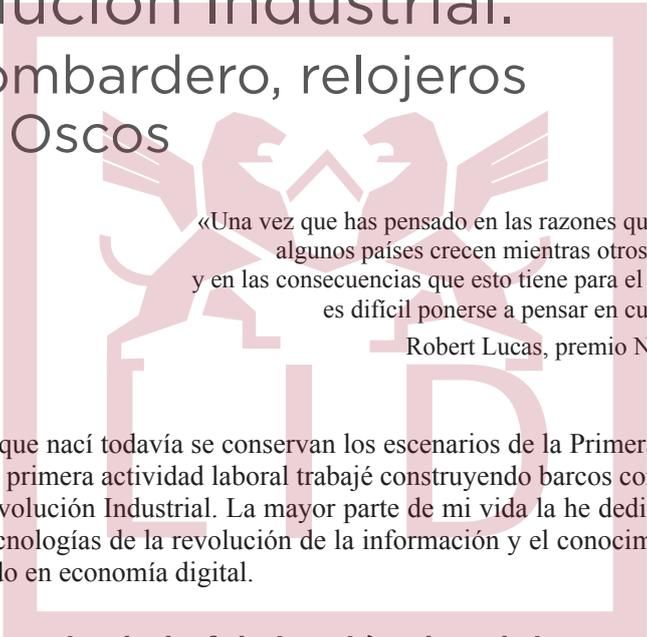
De mi familia, muy amplia, sólo voy a referirme a mi padre, hombre de pocas palabras a quien tengo que agradecer que, con su ejemplo, nos haya transmitido el gusto por el trabajo y un gran sentido de la honradez. Trato de hacer lo mismo con mis hijos.



INTRODUCCIÓN

Fabricando relojes en la Primera Revolución Industrial.

Los Lombardero, relojeros de los Oscos



«Una vez que has pensado en las razones que explican por qué algunos países crecen mientras otros quedan rezagados y en las consecuencias que esto tiene para el bienestar humano, es difícil ponerse a pensar en cualquier otra cosa».

Robert Lucas, premio Nobel de Economía

En el lugar en que nací todavía se conservan los escenarios de la Primera Revolución Industrial. En mi primera actividad laboral trabajé construyendo barcos con los métodos de la Segunda Revolución Industrial. La mayor parte de mi vida la he dedicado a enseñar y divulgar las tecnologías de la revolución de la información y el conocimiento. Ahora me he especializado en economía digital.

En el escenario de la fabricación de relojes en la Primera Revolución Industrial

He tenido la suerte de nacer en un alejado rincón de Asturias, los Oscos, donde puedo afirmar que he conocido las formas de fabricar utensilios para la agricultura y la ganadería propias de la Primera Revolución Industrial. Unas pocas familias vivíamos en una economía de subsistencia y de colaboración entre los vecinos donde se necesitaban las competencias para dedicarse a la agricultura y la ganadería durante las estaciones más benignas y en el invierno fabricar en la fragua todo tipo de herramientas y aperos para la casa y el ganado. Allí aprendí que trabajar para sobrevivir ha sido la gran ocupación a lo largo de la humanidad, y lo sigue siendo para la gran mayoría de las personas en la actualidad.

En algún momento descubrí que aquellas competencias venían de lejos y habían sido útiles para muchas generaciones. En el siglo XVII en esta zona de Asturias, los Oscos, ale-

jada de los grandes núcleos de población de la época, la ocupación de sus gentes ya era la agricultura, la ganadería y en algunos casos comenzaban con la metalurgia, pero de forma un poco inexplicable algunos vecinos fabricaban relojes, y así fue durante tres siglos. Una actividad intensiva en conocimiento en un lugar poco adecuado para acceder al mismo que dio lugar a una industria artesanal en una familia, los Lombardero, relojeros de los Oscos, que lucharon por sobrevivir utilizando competencias que requerían conocimiento tecnológico, habilidades para una fabricación artesanal de gran precisión y el talento y la actitud de innovar y hacer cosas nuevas. Contar esta historia aquí es un pequeño homenaje para los que han demostrado cómo el talento natural puede surgir en cualquier lugar y alimentarse con unos pocos libros.

Esta historia corrobora que sólo quienes adaptan sus competencias para transformar su actividad al ritmo de la transformación tecnológica consiguen sobrevivir en el largo plazo. En plena transformación digital de nuestras empresas tradicionales hacia la economía digital, a un ritmo mucho más acelerado, este ejemplo puede resultar de interés y de alerta. Muchas actividades que se mantuvieron durante muchos años desaparecerán si no se transforman.

Procedentes de Italia –de la región de Lombardía, colindante con Suiza–, los Lombardero llegaron a España por la costa del Cantábrico. Primero se establecieron en Vizcaya para abastecer las naves de los reyes de la dinastía de los Austrias y luego alcanzaron Asturias y se asentaron en Santa Eulalia de los Oscos. Las condiciones de esta región con hierro, bosques para hacer carbón vegetal con que fundir el metal y ríos que servían para mover los mazos con los que trabajar el hierro lo convertían en un enclave favorable para iniciar una actividad preindustrial.

El control del tiempo empezaba a ser tan importante y tan demandado que no dudaron en inclinarse por la fabricación de relojes. Como escribe Fernando Landeira en el libro *Los hidalgos relojeros de las Asturias Occidentales*, Juan Fernández Lombardero y su hijo Domingo comenzaron a fabricar relojes en 1602, al principio del reinado de Felipe III, en Ferreilela:

«Trabajar, sí, porque nuestro hombre es un perfecto artista y trabajador incansable; a pocos metros de su casa se hizo construir una gran forja y obrador, preparando moldes y crisoles para la realización de las obras de latón y de bronce. La tradición familiar era ya relojera, y con sus ideas y con la colaboración de su cuñado Teixeira y de sus primos Bricio y Manuel, comenzaron a realizar y recibir encargos. Los clérigos y grandes señores dispensaron gran atención a las obras de cronometría. También las corporaciones, cabildos, concejos e iglesias»¹.

La dispersión de la familia de los Lombardero entre la vertiente gallega y asturiana y las relaciones que entablaron dieron lugar a la conjunción de lo que hoy denominamos competencias claves, de las que trataré extensivamente en este libro, que aunaron los conocimientos de cronometría, la mecánica, la forja, la teología o el grabado sustentado en las bellas artes, adquiridas por la experiencia, la relación personal o por la lectura de enciclopedias y libros, como el de *La Mecánica Hidráulico-Pneumática*, en los que todavía se conservan anotaciones a mano. Los descubrimientos del péndulo por Galileo y de Roberto de Hooke dieron un importante impulso a la cronometría de precisión².

También tenían las competencias relacionales que les daban acceso a clérigos y gobernantes, que hicieron posible el contacto con el reducido mercado de Asturias y algo de Castilla. Esto permitió fabricar más de 200 relojes de una precisión y belleza comparable a los de los franceses e ingleses.

Siguiendo los caminos de Leonardo da Vinci, hicieron un caballo mecánico –con el que se trasladaban de un sitio a otro ante la mirada asombrada de sus vecinos– que pretendían acoplar a un carro para mejorar las posibilidades del transporte y conseguir un coche que se moviera sin mulas. Curiosamente Henry Ford a los 15 años tenía una buena reputación como reparador de relojes antes de fundar en 1908 la Ford Motors Company.

Al final los cambios tecnológicos hicieron desaparecer esta industria, mientras en Suiza la relojería de alta precisión se convertía en una de las industrias más punteras a nivel global. Es posible que otra ubicación geográfica con mayor acceso al conocimiento y a los mercados hubiera permitido que hoy día estuvieran fabricando *smartwatch*.

La necesidad de adaptarse al progreso

El proceso de transformación en la fabricación de la industria relojera todavía no había tenido lugar. El físico holandés Christian Huygens aplicó en 1665 el muelle de espiral a los relojes de bolsillo y en 1647 un relojero ginebrino apellidado Gruet, residente en Londres, diseñó la cadencia de acero que sirve para transmitir el movimiento del tambor al cono sustituyendo las cuerdas de vihuela empleadas hasta entonces. Esta nueva tecnología, que amplió el mercado de forma sustancial, seguramente desvió los recursos de los escasos clientes de los Lombardero a los relojes de bolsillo. En esta época hicieron algunos relojes de campanario como el que aún mantiene la iglesia de Ribadeo en la provincia de Lugo. Finalmente, la industria relojera asturiana que tan buenos pronósticos recibió cayó en el olvido.

El último fabricante de relojes, Francisco Antonio Lombardero, murió en 1835. Hoy no hay relojeros en los Oscos. Más de 200 años de existencia de la marca Lombardero no impidieron su desaparición por la incapacidad para adaptarse tecnológicamente para transformar la actividad. La aceleración de los cambios, la gran cantidad de información para actualizar el conocimiento y la tecnología y el aislamiento geográfico de los Oscos impidieron la transformación de su actividad. Una situación que se ha repetido a lo largo de la historia en muchas otras industrias y lugares, pero cada vez con mayor frecuencia y a mayor velocidad.

Los Lombardero siguieron trabajando el hierro en zonas cercanas, como Taramundi. La última iniciativa empresarial de la familia tuvo lugar en 1858 con la construcción de una fábrica de hierro de pequeño tamaño en Renueva, centro de la Asturias minera. La fábrica, basada en la fundición del mineral por medio de carbón vegetal, comenzó a funcionar el mismo año en que en La Felguera se encendió el alto horno de Duro Felguera, una instalación industrial que aplicando la innovación de la electricidad a la fusión de mineral marcó el desarrollo industrial de Asturias hasta finales del siglo XX.

El fracaso de Renueva hay que interpretarlo como una experiencia inserta en el mismo gozne de la sustitución de tecnologías. Aquella industria artesanal pervivió a pesar de

todo como forja y fue de gran utilidad en las obras de tendido del ferrocarril del Norte y posteriormente en los primeros decenios del siglo XX³.

Actualmente los vecinos de los Oscos siguen viviendo de la agricultura, de la ganadería, de la artesanía y el turismo rural, apoyado en la contribución de los restos del patrimonio industrial heredado de los artesanos del hierro y de la industria artesanal. Internet les ha permitido situarse con una oferta turística que complementa sus ingresos y ha atraído algunos emprendedores incluso de otros países europeos.

Construir barcos en los finales de la Segunda Revolución Industrial

Pero sigamos un poco más en Asturias, aunque dando un salto de algo más de un siglo hasta 1980. La minería del carbón y el hierro, los hornos altos de Duro Felguera, con los que se inició el despegue industrial de la región, contribuyeron decisivamente al desarrollo del ferrocarril y los puertos especializados en la exportación e importación de mineral de hierro, carbón y los productos de una importante industria siderúrgica. En su escasa industria de transformación, tenían un peso importante media docena de pequeños astilleros. Con todo ello, Asturias alcanzó un lugar importante en la industria nacional.

Como muchos otros asturianos, comencé mi vida laboral en los astilleros de la bahía de Gijón. Una industria de la que guardo aún la grata identificación, en la que aprendí a utilizar diversas tecnologías para construir barcos que en aquel momento me parecían grandiosos y eran de utilidad para el progreso de la gente. Aun así, de mi paso por los astilleros recuerdo el duro trabajo con medios casi artesanales y que requerían un gran esfuerzo físico, así como la resistencia a las inclemencias del tiempo (se trabajaba al lado del mar, a cielo abierto). El frío, el sudor y el cansancio nos acompañaban continuamente. También recuerdo las oficinas en unas viejas naves industriales, las escaleras de acceso al despacho del director con calderos para recoger el agua de las goteras, las viejas máquinas de escribir casi tan ruidosas como los barcos en construcción y un encargado que cuando necesitaba escribir un vale para el almacén siempre nos pedía ayuda porque no llevaba las gafas. No sabía escribir y dirigía un equipo de unas 30 personas. Pero contribuir a la botadura de un barco después de un año de trabajo de mucha gente y ver cómo flotaban aquellas toneladas de acero camino del puerto era una enorme satisfacción para todos nosotros.

Sin embargo, los métodos de producción de la Segunda Revolución Industrial estaban ya tocados. Después de la crisis del petróleo y los inicios de la competencia internacional, en 1983, coincidiendo con la gran reconversión industrial de Asturias, todos los males del modelo económico ya conocidos anteriormente se pusieron de manifiesto. Entonces se inició la reconversión industrial del carbón, la siderurgia y la industria naval, todas a la vez. Muchos miles de puestos de trabajo fueron eliminados en todo el país.

Reconvertir directivos y trabajadores para la revolución de las TIC

Siguiendo las tendencias de la época en Europa, comenzó el periodo de desindustrialización de España. Los despedidos se incorporan al Fondo de Promoción de Empleo (FPE).

En algunos astilleros la reconversión afectó a todo el personal de la empresa, desde el presidente hasta el portero. Después de unos pocos años al frente de una Asesoría Laboral y Fiscal, volví al sector naval como director de recursos humanos y formación del FPE con el encargo de recolocar a mis antiguos compañeros de los astilleros en nuevos empleos. En medio de fuertes conflictos sociales traté de contribuir a su solución.

De esa etapa recuerdo la necesidad de incrementar mis competencias a marchas forzadas en nuevas tecnologías industriales apoyadas en las TIC (tecnologías de la información y la comunicación) para poder entender qué nuevas ocupaciones podrían dar empleo a los trabajadores de astilleros. La espléndida trilogía publicada por Manuel Castells *Nuevas tecnologías, sociedad y economía en España* fue de gran ayuda. Colaborar unos años después con el mismo Castells en el estudio *Estrategia para la Reindustrialización de Asturias-ERA* fue una gran satisfacción y una espléndida fuente de aprendizaje para mí⁴.

La adquisición de competencias en dirección de recursos humanos, formación de adultos y tecnologías de apoyo al aprendizaje ocuparon mi tiempo disponible fuera del despacho. El trabajo y los proyectos europeos me permitieron conocer la Europa industrial, más laboriosa e innovadora, todos los sectores industriales y muchas empresas multinacionales que podían ofrecer empleos para el personal de la reconversión naval.

A pesar de estar en el centro del conflicto laboral más duro de la España moderna, fue para mí una fuente inagotable de conocimiento de la industria, de sus nobles y trabajadoras gentes, y me quedé fascinado con las posibilidades de las nuevas tecnologías industriales, que conseguían que el trabajo fuese menos duro para las personas y permitían producir más bienes accesibles a mucha más gente. Esto marcó mi futuro.

Con los incentivos para la reconversión industrial comenzaron a llegar algunas multinacionales industriales y otras ampliaron su tamaño. Suzuki creó una nueva fábrica en Gijón, llegó Monroe Amortiguadores, se implantó Dupont, Saint-Gobain Glass amplió la fábrica de lunas de automóvil, entre otros ejemplos. Las empresas incorporaron nuevas tecnologías industriales a sus fábricas, y necesitaban expertos en neumática, hidráulica, control numérico (CNC), robótica, diseño y fabricación asistida por ordenador (CAD/CAM) y autómatas programables. Tocaba reciclaje para la gente de astilleros, y con el apoyo decidido de Pedro Silva, presidente del Principado de Asturias, y Vicente Álvarez Areces, alcalde de Gijón, puse en marcha el Centro de Formación de Nuevas Tecnologías de Gijón, del que se beneficiaron también miles de trabajadores en activo y desempleados.

No nos gusta cambiar. Desaprender cuesta más que adquirir nuevas competencias. Entre los trabajadores surgieron actitudes ludistas, como el movimiento de final del siglo XX de obreros que destrozaban las fábricas para evitar el progreso y el paro. Como cualquiera podría pensar, parecía fácil que un delineante con 20 años o más de experiencia adquiriera competencias para hacer su trabajo en una oficina técnica con herramientas de CAD/CAM. Pero más de un equipo informático fue víctima de la frustración de los trabajadores.

Aquellas personas que nunca habían arrancado un ordenador de pronto se sintieron totalmente incompetentes ante una pantalla, un ratón y una tableta de dibujo. Hasta hacía poco habían sido trabajadores admirados por su pericia profesional. Diseñaban un barco delante

de una mesa de dibujo. Con lapiceros en los bolsillos de la camisa y en la oreja, la radio puesta y silbando tangos disfrutaban de su trabajo.

Algunos años después, al verles trabajar y silbar otra vez en sus nuevos empleos, todavía recordando el frío de los astilleros, vi cómo se confirmaban las posibilidades de la formación de adultos cuando se ponen los medios adecuados y la gente quiere esforzarse. A la vez entendí lo importante que es tener información sobre cómo cambia el entorno del trabajo en el medio plazo para tomar decisiones sobre nuestro futuro profesional e ir adaptándonos a las transformaciones según se van produciendo. La apuesta por nuevas ocupaciones de futuro y un proceso adecuado de formación les permitió a la gran mayoría encontrar empleo.

Adquirir competencias lleva tiempo y se necesitan procesos de formación formales, informales y de transferencia en el puesto de trabajo. Pasar de ejercer como delineante a ser eficiente con un equipo de CAD/CAM supone al menos de un año de dedicación entre formación y experiencia práctica. Muchos trabajadores y mandos directivos hicieron un largo recorrido desde los viejos astilleros hasta su nueva ocupación en empresas innovadoras con una media de edad cercana a los 40 años, y se merecen el reconocimiento social por ello. La transformación digital en marcha en la actualidad requiere esfuerzos similares por parte de trabajadores, técnicos y directivos. Un sector industrial equilibrado con los servicios sigue siendo el motor de progreso y transferencia de conocimiento hacia los otros sectores productivos, como veremos a lo largo de este libro.

Ahora, reflexionando sobre el futuro del trabajo en la era digital



Entrevista con Luis Lombardero, realizada por Jesús Alcoba, director de La Salle IGS.

No he pretendido escribir un libro que sorprenda al lector con grandes predicciones futuristas poco sustentadas en la realidad actual. Para los amantes del futurismo recomiendo las predicciones de la Universidad de la Singularidad que anuncia que para 2040 seremos inmortales. Raymond Kurzweil, uno de los fundadores de Singularity University, director de ingeniería de Google, escribió para el diario británico *The Sun*:

«Yo y otros científicos creemos que en 20 años tendremos los medios para reprogramar el *software* de la edad de piedra de nuestros cuerpos para que podamos detener y revertir el envejecimiento. Entonces la nanotecnología nos permitirá vivir para siempre».

Si quieres una versión de la singularidad más divertida, te recomiendo a José Luis Cordeiro, uno de sus profesores a quien vi recientemente actuar en vivo hablando de «la eternidad que viene», una nueva forma de religión apoyada en el progreso tecnológico⁵.

Sobre todo pretendo que este libro sea de utilidad para todas las personas, trabajadores técnicos, mandos intermedios, que os planteáis ser competentes para el trabajo de dirigir una empresa, poner en marcha un proyecto de emprendimiento o desempeñar otras funciones cualificadas en la era digital. Para ello es imprescindible conocer las competencias que os van a permitir aprovechar las oportunidades de la transformación digital en las empresas tradicionales. Pero también pretendo llamar a la responsabilidad a la gran mayoría de directivos, los de ahora mismo y los que lo serán en los próximos años, ya que son ellos con sus competencias los que tienen la capacidad de dirigir el futuro.

En la época de la que venimos la economía se componía en gran parte de oligopolios de unas pocas grandes empresas que dominaban el mercado por muchos años en sectores estables. Trabajar y dirigir empresas eran actividades relativamente cómodas, ya que las oscilaciones en la cuota de mercado eran pocas y se producían de manera gradual. Esta estabilidad del mercado se traducía en los empleos de por vida de trabajadores y directivos. Ahora las empresas y los sectores cambian continuamente. Alianzas, adquisiciones y otros movimientos han introducido también una alta rotación de empleados y directivos. Estos cambios acelerados hacen que en el momento actual no se comparta una visión colectiva sobre lo que nos espera en el futuro.

Por una parte, unas tecnologías cada vez más productivas, el trabajo más automatizado, las continuas crisis y el aumento de la falta de empleos ha dado lugar a que resurjan las reflexiones sobre la sociedad postrabajo, una sociedad en la que sólo trabajarán los que realmente disfruten trabajando. Según los teóricos del postrabajo, las situaciones anteriores nos llevan a que no haya empleo para todos, así como a que desaparezca la necesidad de trabajar para tener los recursos necesarios.

Este tipo de sociedad significaría un cambio radical en nuestra forma de pensar, ya que el trabajo sigue ocupando un lugar en el centro de nuestra organización social. Hasta tal punto es así que estudios desarrollados en algunos países nórdicos indican que hay una correlación directa entre la jubilación temprana y el fallecimiento prematuro.

La falta de empleo a la vez ha significado en muchos jóvenes perder las expectativas de futuro, y no sabemos cómo motivarles para que asocien el esfuerzo en su época de estudios con su futuro laboral. Sin embargo, vivimos en una sociedad en cambio, que ofrece multitud de oportunidades a las que hoy podemos acceder allí donde estén, en todo el mundo. En la vieja Europa la demografía, debido al tremendo envejecimiento de la población, es la mejor aliada para que los jóvenes encuentren empleo en los próximos años en los que tendrán lugar los grandes reemplazos en las empresas por jubilación de la generación de los *baby boomers*, la más numerosa de la historia. Esta sustitución de las personas adultas por jóvenes nativos digitales supone una gran oportunidad de carrera profesional para aquellos que, además de las competencias digitales básicas que ya se les suponen en el manejo de la tecnología, tengan una formación digital a nivel de máster que les permita adaptarse a la economía digital, independientemente de su titulación universitaria.

Aquí partimos del supuesto de que las nuevas ofertas de trabajo traen más posibilidades para muchas personas que desean encontrar una causa o un motivo por el que esforzarse, que intentan forjarse un futuro y sacar adelante sus proyectos de vida, que incluyen

contribuir al desarrollo de los demás. Esto más que nunca requiere entender cómo será el trabajo del futuro. Como mi intención es que este libro pueda ser útil a un público amplio, utilizaré pocos datos, sólo los necesarios para apoyar mi análisis, no sin antes decir que todos los lectores tienen como complemento al final del mismo una extensa bibliografía y sitios web para quienes quieran profundizar en los contenidos de los diferentes capítulos.

El libro también es un llamamiento a los dirigentes políticos, económicos y a los agentes sociales. Es necesario dar a la sociedad las señales de qué país queremos para que el sistema educativo y los trabajadores puedan readaptar sus competencias. Muchas personas se están preguntando sobre su trabajo y necesitan adoptar decisiones para su futuro. El desarrollo de la economía digital debe estar en el centro del debate económico, político y social. La sociedad en general debe entender cuál es el modelo económico al que aspiran nuestros líderes y en qué tipo de empresas se va a crear la mayor parte del empleo. Estas señales son necesarias para que las personas puedan decidir cuáles serán las competencias a desarrollar para orientar su futuro y transformar sus posibilidades laborales.

Tenemos a nuestra disposición ríos de tinta física y digital que nos dan información como usuarios individuales de la tecnología o de Internet, de los *gadgets* (herramientas, dispositivos y *software*) y los hábitos *online*. Pero paradójicamente existe poca información de sus efectos económicos y sobre el empleo, la información prioritaria que necesitamos en la actualidad. Aunque pueda parecer contradictorio en la época de la economía de la información, las lagunas en este campo son inmensas, y muchas informaciones sobre nuestro futuro no tienen ningún rigor. Como ejemplo se habla de nuevos empleos y se publican listados de 25 ocupaciones relacionadas con el marketing digital y las redes sociales, puestos que no existen como tales en ningún departamento de marketing de las empresas.

Aumentar los gastos en más publicidad en productos y servicios ya caducos sólo lleva a limitar la capacidad de invertir recursos que deben utilizarse en la verdadera solución para seguir siendo competitivos: desarrollar nuevos productos y servicios con una importante componente digital que puedan competir en mercados globalizados.

Dónde se crearán los nuevos empleos cualificados

En este libro he tratado de hacer un análisis en profundidad de las oportunidades que supone el salto desde las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) hacia las tecnologías emergentes de la era digital: movilidad, Cloud Computing (informática en la nube, que permite ofrecer servicios a través de Internet), Big Data (datos masivos, acumulación de datos y procedimientos para identificar patrones recurrentes en los mismos), Internet de todas las cosas (en inglés Internet of Everything, IoE), Smart Cities (ciudades inteligentes) o Industria 4.0, que son las nuevas impulsoras del desarrollo económico y del empleo en la actualidad.

El desarrollo de IoE como tecnología de uso general aporta a las empresas tradicionales la capacidad de transformar la mayoría de los productos físicos que consumimos habitualmente por medio de la hibridación añadiéndoles servicios virtuales. Asimismo los

servicios tradicionales adquieren nuevas características digitales. Con ello quiero llenar una laguna actual en relación con la orientación profesional, ya que muy pocos analistas e investigadores académicos están contribuyendo con sus investigaciones a analizar el impacto de las tecnologías emergentes en la economía real y el empleo.

La transformación digital de las empresas tradicionales va a tener un impacto mucho mayor que la actual economía de la información que gira en torno a tres funciones principales: las actividades *online* que alimentan el negocio de la publicidad del buscador de Google y las redes sociales, los contenidos digitales y el comercio electrónico. La transformación digital permite modificar todos los escenarios de nuestra vida; nuestro propio cuerpo recibirá nuevos servicios de salud y atención en la tercera edad, los *wearables* (dispositivos electrónicos que se incorporan a partes del cuerpo e interactúan con el usuario, como los relojes inteligentes) nos acompañarán como las prendas de vestir, los hogares se irán transformando en digitales, las ciudades serán cada vez más inteligentes, y las empresas y fábricas del futuro cambiarán según las tecnologías de Industria 4.0.

La transformación digital ya está destruyendo empleos tradicionales, pero a la vez creando otras nuevas oportunidades de trabajo bien retribuido. Tenemos la experiencia y los datos que nos indican que los países más prósperos son los más avanzados tecnológicamente. Por lo tanto, podemos afirmar que hasta ahora la tecnología ha creado más empleos y más cualificados que los que ha destruido.

Sin embargo, no podemos decir que esto vaya a suceder en el futuro de la misma forma. Las predicciones en un sentido o en el contrario sólo se comprobarán con el paso del tiempo. Lo que podemos asegurar rotundamente es que la tendencia es que, una vez recuperada una parte del empleo perdido durante la crisis, la creación de nuevos empleos en las empresas tradicionales no tendrá lugar. Es más, las empresas que no se transformen digitalmente verán afectado de forma negativa el empleo, incluso con el riesgo de perder la totalidad de los puestos de trabajo.

Donde se crearán nuevos empleos será en las empresas que se transformen digitalmente. Pero muchos de estos serán en nuevas ocupaciones. Por lo tanto, transformación digital y nuevos empleos irán de la mano. Los países que utilicen las tecnologías emergentes para hacer la transformación digital con mayor rapidez seguirán teniendo más empleo y de mejor calidad.

Competencias: un lenguaje para entender qué esperan las empresas de nosotros

He elegido el término competencias para explicar los contenidos de las ocupaciones tanto actuales como las que necesitamos para el futuro en términos de conocimientos científicos, habilidades prácticas y las actitudes que pueden observarse en relación con el trabajo. La elección está determinada porque es el término más generalizado para la gestión de las personas en las empresas, en la administración y en el sistema educativo en Europa. En el mundo anglosajón su equivalente es *skills*, aunque tiene un significado más limitado a las habilidades.

La literatura sobre competencias más conocida es la de las competencias genéricas, también denominadas habilidades directivas o competencias *soft*. Los métodos utilizados

para determinar las competencias genéricas datan de investigaciones de los años setenta y ochenta del siglo pasado, y dan lugar a un conjunto de competencias que se repiten con pequeñas variaciones. Las mismas competencias se trasladan por los consultores especializados en esta materia en forma de mapas de competencias, lo que da lugar a listados de competencias *soft*, que sólo son variaciones sobre las competencias genéricas. Esta coincidencia durante más de 40 años y su aplicación a todos los sectores ha dado lugar a considerar las competencias como una foto fija que con los años sólo ha cambiado del blanco y negro al color. Esta reedición constante únicamente se puede explicar porque se utiliza información sólo interna y con metodologías que no tienen en cuenta las peculiaridades de los diferentes sectores productivos ni los cambios en las empresas por el impacto de la tecnología o la globalización de los mercados.

Las ocupaciones sólo se pueden desempeñar si se tienen las competencias adecuadas, y la tecnología es hoy parte fundamental del negocio. Seguir definiendo las ocupaciones actuales y del futuro sin dar prioridad a la identificación de las competencias duras, con más contenido científico-técnico, es un ejercicio inútil que llevará al desempleo a muchas personas mientras se quedarán por cubrir miles de puestos de trabajo. En sentido contrario, si adaptamos nuestras competencias a la evolución de la tecnología, la organización del trabajo y los mercados, podremos desempeñar diferentes ocupaciones de las que hoy aún no se conoce el nombre.

Una parte importante de este libro está sustentada en los descubrimientos realizados durante el desarrollo de mi tesis doctoral *Problemas y retos de gestión empresarial en la economía digital: estudio comparado y sistémico de competencias directivas*, aunque he procurado un estilo de redacción más ligero.

Para identificar las nuevas competencias necesarias para el futuro he necesitado desarrollar una metodología científica de análisis basada en la concepción sistémica de la empresa, que permite entender la dinámica del cambio de las competencias. El resultado es el diseño de una metodología que he denominado Relaciones E[(TOM)C], cuyas variables son empresa, tecnología, organización del trabajo y mercados y clientes, que interrelacionadas entre sí determinan el cambio de las competencias necesarias para el trabajo. La parte empírica es el resultado de una investigación basada en una encuesta a un grupo de directivos españoles de todos los sectores. Toda la investigación ha sido validada por diferentes métodos científicos.

Profesiones vinculadas al trabajo en la era digital

A partir de esta metodología, se ha elaborado un listado de 20 competencias para el trabajo en la era digital (o 20 Competencias TED) que, como explicaremos en el capítulo correspondiente, son competencias duras o competencias *hard*. Un paso más ha sido identificar nuevas profesiones.

Algunas como el director de transformación digital o Chief Digital Officer (CDO) y el científico de datos encargado de la explotación de Big Data son denominaciones importadas de Estados Unidos ya presentes en nuestras empresas. Otras nuevas ocupaciones son necesarias y responden a perfiles reclamados por las empresas, pero aún no tienen una denominación común. La denominación utilizada en este texto responde a la necesidad de identificar las mismas para una mejor comprensión del lector.

A la vez, otras ocupaciones se seguirán denominando igual que en la actualidad, pero su perfil profesional está cambiando notablemente. Sería un error no identificar los cambios y anticiparse a los mismos en la medida de lo posible. Por el contrario, es fundamental identificar cómo en los próximos años los cambios tecnológicos afectarán al trabajo y de qué competencias se debe disponer para tener éxito en el mismo.

Es cierto que no se pueden prever todas las situaciones que viviremos en el futuro. Aun así, podemos hacer una cierta planificación si sabemos qué competencias necesitaremos para trabajar. Si, como iremos explicando, las competencias más científicas o tecnológicas van a dar una mayor oportunidad de empleo, ya sabemos que la formación profesional relacionada con la tecnología o el bachiller científico tecnológico serán una buena opción en las enseñanzas medias. El mismo criterio deberíamos utilizar en la elección de los estudios universitarios.

Tratar de visionar nuestro futuro por competencias es también de gran utilidad para aquellas personas que ya han finalizado sus estudios universitarios. Pongamos como ejemplo un titulado de una de las excesivas escuelas de ciencias de la educación en un país como el nuestro, en el que los nuevos niños son un bien escaso. La proliferación de una titulación sin más costes que el del profesor+tiza para las universidades y una gran falta de orientación educativa sobre las oportunidades de empleo han masificado las facultades de Educación, lo que ha llevado a los titulados a un callejón sin salida.

Si analizamos las competencias adquiridas más importantes por los titulados, veremos que estarán en la pedagogía y en la especialización cursada. Si estas competencias se completan con competencias tecnológicas, darán lugar a varios perfiles profesionales con otras oportunidades, entre ellos, desarrollador de contenidos digitales en editoriales, especialista en juegos virtuales o en *gamificación*, desarrollador de contenidos educativos para *eLearning*, tutor virtual de escuelas, universidades y empresas o especialista en *social learning* (aprendizaje social). Aunque no se pueden cerrar todos los pasos para planificar nuestro futuro, sí que podemos hacer una cierta programación si sabemos qué nuevas ocupaciones están apareciendo y qué competencias nos serán útiles para trabajar.

El futuro depende del ritmo de transformación digital

Recojo aquí una frase de un gran experto en los procesos de cambio, José Manuel Casado, que he completado: «los ritmos del cambio son cada vez más acelerados. En Estados Unidos tienen un presidente negro, uno de los mejores raperos (Eminem) es blanco», hemos pasado en lo que va de siglo por dos crisis económicas globales, el poder se ha desplazado hacia Asia y en el trabajo las nóminas se están sustituyendo masivamente por facturas. En el siglo XXI parece que tendremos que hacer un esfuerzo para adaptarnos a cambios continuos.

La gran mayoría de las empresas tradicionales se tienen que transformar digitalmente. Sólo falta saber a qué actividades afectará la transformación y a qué ritmo se debe hacer. Directivos, técnicos y trabajadores tenemos que pensar en el futuro y responder a preguntas como a qué quiero enfocar mi carrera profesional, cómo mejorar mi empleabilidad, dónde tengo posibilidades de desempeñar el trabajo que me gusta o cómo mantenerme en el mercado laboral.

Al igual que los relojeros de los Oscos y los trabajadores de los astilleros, debemos estar dispuestos a cambiar, y para ello es necesario identificar qué competencias aseguran nuestra empleabilidad. Evaluar el futuro significa encontrar respuestas a estas cuestiones: ¿cuántos años de vida laboral me quedan? ¿Cómo cambiará el trabajo en estos años? ¿A qué quiero enfocar mi carrera profesional? ¿En qué debo especializarme para mantener el trabajo?

Pero también es necesario evaluar la disposición al cambio de la empresa en la que trabajamos, ya que si el consejo de administración no está abordando cómo llevar a cabo la transformación digital, posiblemente nuestros puestos de trabajo estén en peligro.

La industria ha contribuido de manera significativa al modelo económico europeo, siendo la principal fuente de innovación y desarrollo. El sector industrial ha proporcionado un alto nivel de empleo de calidad, una productividad un 15% más alta que el resto de los sectores y buenos salarios que han sido el soporte del alto nivel de vida de los ciudadanos europeos.

Las tecnologías emergentes de la economía digital, como Internet de todas las cosas o las ciudades inteligentes, también ofrecen un gran número de nuevas oportunidades, que pueden aplicarse a todos los sectores y mercados, desde el mobiliario, la gestión de flotas de transporte, los coches conectados, el control energético, la logística, las viviendas, los electrodomésticos, la sanidad, la agricultura, el entretenimiento o la ropa.

La tecnología y su difusión resultan vitales para que los países avancen al mismo tiempo en la transformación de las sociedades, pero nada de esto puede lograrse si en esa transmisión del nuevo conocimiento los actores que lideran este proceso no cuentan con las competencias adecuadas. La tecnología a la vez que potencia el desarrollo económico también destruye las competencias.

Para entender cómo se adquieren las competencias para la introducción de nuevas tecnologías resulta necesario primero explicar el concepto de *catch-up* tecnológico defendido por los economistas *neoschumpeterianos*. En términos generales, dicho proceso consiste en la difusión internacional de tecnología.

Esta difusión se consigue gracias a la participación de dos grupos de países: el líder creador de tecnología y el seguidor que introduce la misma en sus procesos productivos, lo que origina la paulatina reducción de la diferencia tecnológica entre países⁶.

A nivel general, España está entre los países seguidores, por lo que es de interés identificar las condiciones necesarias para seguir los cambios. Para que dicho proceso se lleve a cabo debe existir lo que Abramovitz denomina una *social capability*, esto es, un conjunto de factores socioeconómicos referentes al nivel educativo de la población, la organización empresarial, el comportamiento de las instituciones y el grado de apertura internacional que puede condicionar el grado de incorporación de la nueva tecnología.

Si los trabajadores no han desarrollado los procesos de formación adecuados para comprender y manejar dicha tecnología, su introducción en el proceso productivo será ineficiente. En este apartado hemos experimentado un retroceso importante en los últimos años. El acceso a la enseñanza universitaria de una parte importante de la población es hoy un requisito necesario para seguir el ritmo de la implantación de la tecnología⁷.

El actual proceso de transformación digital genera valor a las empresas y supone una ventaja competitiva en el mercado, de modo que, según un estudio reciente realizado por la consultora Gartner, el 25% de los negocios perderán competitividad en el año 2017 por su incompetencia digital. Un lujo que no se pueden permitir en los tiempos que corren, ya que se trata de la base del crecimiento de las empresas. Para Francisco González, presidente de BBVA, el cambio es definitivo: «los cambios son enormes, no hay ningún sector que, de una forma u otra, no esté afectado por la transformación digital».

La transformación digital no se limitará al comercio electrónico y los contenidos digitales ni a la presencia en las redes sociales, sino que abarcará todas las esferas de la economía. En este libro vamos a intentar descubrir dónde van a estar las oportunidades de negocio para las empresas tradicionales que generan la gran masa de empleos y la mayor parte de la aportación al Producto Interior Bruto (PIB) en la economía mundial. Los protagonistas de la economía digital volverán a ser las industrias y las empresas de servicios tradicionales, que van a transformarse digitalmente. Una transformación que nos afectará a todos los escenarios de nuestra vida⁸.

La tecnología deberá formar parte de la estrategia de negocio global de las compañías, superando el aislamiento de los departamentos especializados para integrarse en la toma de decisiones. Pero el cambio tecnológico no será suficiente. Se necesitará una visión estratégica general para cambiar de modelo de negocio y llevar a cabo la transformación digital. Habrá que modificar las estructuras organizativas y las fórmulas de trabajo para mejorar la productividad de las empresas. Se sustituirán las actividades físicas de la cadena de valor por otras virtuales o se procederá a hibridar ambas para automatizar los procesos y poder entregar nuevos productos y servicios en los mercados globales.

El futuro depende del talento de los directivos

Estudios recientes indican que del acierto de las decisiones estratégicas de los directivos implicados en la gestión depende entre el 50% al 60% del futuro de las empresas. En estos momentos de cambio generalizado, como nos indica el sentido común, las empresas dependen del talento directivo para definir la estrategia de transformación digital.

Cuando hablamos de directivos, no nos limitamos a los consejeros delegados o la alta dirección, sino que lo hacemos en el sentido amplio de las personas que tienen responsabilidades funcionales de un área de negocio o de tipo tecnológico. Con este criterio, según la Encuesta de Población Activa del Instituto Nacional de Estadística (INE), en 2013 había en España 905.500 directivos por cuenta ajena, el 5,1% del total de ocupados⁹. Este colectivo tiene un gran peso en nuestro futuro próximo.

Estos directivos trabajan en un tejido empresarial diverso, del que generalmente no tenemos una visión muy clara. Los datos de abril de 2014 de la Dirección General de Industria y Pequeña y Mediana Empresa nos permiten conocer la composición y el tamaño del tejido empresarial. De un total de tres millones de empresas, 1.763.120 no tienen asalariados. El resto de empresas, un total de 1.168.718, se reparten de la siguiente manera:

- 1.025.108 son microempresas que emplean entre uno y nueve trabajadores, con una media de dos trabajadores que suman 4.090.402 empleos. Suponen el 30,2% del empleo.

- 122.638 tienen entre 10 y 49 empleos. Con una media de 18 trabajadores, en total suman 2.336.800 empleos. Suponen el 17,4% del empleo.
- 20.972 son medianas empresas de entre 50 y 249 trabajadores. Con una media de 95 trabajadores, suman 2.057.249 empleos: el 15,2% del empleo.
- Sólo el 0,1%, una de cada mil, es decir aproximadamente 1.168, se consideran grandes empresas con más de 250 trabajadores. Con una media de 976 trabajadores, emplean a 5.029.600 trabajadores: el 37,2% del empleo.

Estos datos confirman que la gran mayoría son microempresas. Pero a la vez arrojan luz sobre el empleo en nuestro país, donde las microempresas no son tan relevantes como se indica habitualmente. El 69,8% del empleo está en empresas de más de diez trabajadores, y el 52,4% de los empleos se concentra en las empresas de más de 50 trabajadores.

Este es uno de nuestros problemas, el tamaño de las empresas es reducido en comparación con nuestro entorno debido al gran número de microempresas. Según las estimaciones de la Oficina Europea de Estadística (Eurostat), en España hay un 6% menos de pequeñas y medianas empresas frente a media de los países de la UE-27. El tamaño medio de todas las empresas españolas es de 4,7 trabajadores y hay un nivel mayor de grandes corporaciones.

Las medianas y grandes compañías españolas son las más productivas y las que registran los mayores ratios de valor añadido bruto (VAB) por empleado. En cuanto a la distribución por sectores, el 79% del tejido empresarial se concentra en el de servicios. La economía de la era digital puede aportar el valor añadido necesario tanto a las empresas industriales como a las de servicios que les permita aumentar su tamaño y alcanzar el nivel de competitividad adecuado.

En los próximos años veremos cómo se incorporan al mundo digital muchas grandes empresas de la economía tradicional. La clave de la cuestión está en cómo conseguir que una empresa haga la transformación digital con éxito. Para diseñar e implantar nuevos modelos de negocio se necesita la mente de los responsables de la empresa, que deciden las estrategias y toman las decisiones. La digitalización pasa por establecer las estrategias digitales adecuadas.

Los directivos de las empresas que no cuenten con las competencias adecuadas para marcar la estrategia es probable que confundan las dificultades de sus empresas con la continuidad de la crisis y que sigan haciendo reestructuraciones cortoplacistas sin entender que su sector está en transformación digital porque no saben interpretar lo que pasa a su alrededor. Esto hará cada vez más evidente la necesidad de directivos con competencias tecnológicas, de gestión de negocio, de liderazgo de los nuevos ecosistemas digitales, y de dirección de personas con trabajo mercantilizado, virtual y distribuido.

El concepto de competencia hace referencia a la capacidad real del individuo para dominar el conjunto de tareas que configuran la función en concreto. La buena noticia reside en que toda competencia es aprendida o susceptible de aprendizaje. Pero el desarrollo de las competencias directivas para la economía de la era digital no se resuelve con píldoras formativas de 30 minutos, estándar de formación muy extendido en el presente

porque no se dispone de tiempo para más. Los equipos de dirección que no encuentren tiempo para ocuparse del desarrollo de las competencias necesarias para dirigir la empresa en el marco de la economía de la era digital probablemente no serán capaces de asegurar su supervivencia.

La Unión Europea, Estados Unidos y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) vienen alertando de la necesidad de actualizar las competencias digitales, en especial las de profesionales y directivos. La transformación de las empresas tradicionales a la economía digital hará necesario un gran número de nuevos puestos directivos. Si aspiras a desarrollar una carrera como directivo, los capítulos que siguen a esta introducción te serán de gran utilidad.

El Manifiesto de las Competencias Digitales de la Unión Europea, que analiza el funcionamiento de la tecnología de la información (TI), en su tercer capítulo titulado «Claves para conseguir departamentos de TI enfocados a crear valor» explica el vínculo esencial entre las TI y el resto de la empresa a la que presta servicio para generar valor en una organización. El texto dice así:

«Ayuda a la empresa, mediante la combinación de recursos humanos, procesos y tecnologías, a automatizar los procesos, y crear soluciones para que las organizaciones y los usuarios consigan resultados eficientes e innovadores. Su función es transformar la inversión en TI en valor comercial».

A pesar de ello, estos departamentos entran en un círculo vicioso. Los directores de TI de muchas empresas se muestran incapaces de medir o expresar de forma adecuada el valor comercial que se consigue gracias a las TI, lo que genera un entorno de desconfianza entre el consejo de administración y el departamento de TI. El resultado es que el departamento queda relegado y pasa a considerarse un mero proveedor en vez de un socio estratégico. El círculo vicioso se cierra con la intervención de los directores financieros, que rebajan los costes y reducen las inversiones en tecnología.

Ahora cuando la tecnología se convierte en el centro del negocio, descubrimos que los directores de tecnología tienen dificultades para integrar las tecnologías emergentes y desarrollar nuevos modelos de negocio. La paradoja parece ser que las tecnologías emergentes están dejando a la vista las dificultades de los directivos en general para gestionar la transformación digital de las empresas. El panorama parece estar bastante generalizado en Europa. Así, en las empresas existen tres perfiles de la dirección: el director de TI, el director financiero y los ejecutivos sin las competencias necesarias para ejercer sus respectivas funciones, en un momento en el que cada vez más la tecnología desempeña un papel fundamental en la competitividad de las empresas.

A pesar de que España compite con todas las economías mundiales por estar inmersa en un mundo globalizado, todavía nuestro país sigue estando fuera de la primera línea de capacidad tecnológica e innovadora, y la crisis que soportamos desde 2007 no ha hecho más que avalar esta tendencia.

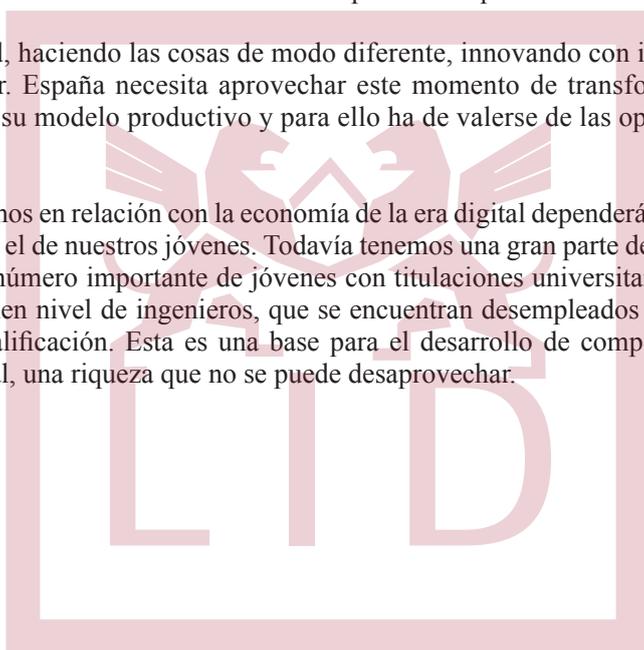
Sólo entre 2010 y 2012, según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), se han perdido más de 7.500 investigadores y la inversión en I+D+i ha caído a niveles de 2006

para representar sólo un 1,24% del PIB en 2014. No somos especialmente avanzados en el terreno social. Hemos vivido al margen de la gran innovación social de la Europa continental, el Estado del bienestar, al que sólo conseguimos incorporarnos tardíamente en el periodo democrático a partir de 1978. Aun así, en poco más de 30 años hemos logrado grandes avances, sobre todo cuando el entorno nos ha sido favorable.

La etapa de modernización acelerada que vivimos en los últimos años por la gran inversión pública (en gran parte de fondos de la Unión Europea) sirvió a empresas de varios sectores, directivos y técnicos para adquirir competencias muy importantes en el desarrollo de las infraestructuras de nuestro país —el tren de alta velocidad, los aeropuertos o las energías renovables son algunas de las áreas de conocimiento que las empresas han aprovechado para crecer e internacionalizarse—, y eso las ha hecho especialmente competitivas en algunos sectores. Esto demuestra en la práctica la capacidad de las empresas y los profesionales de transformarse cuando tienen oportunidad para ello.

Con creatividad, haciendo las cosas de modo diferente, innovando con ilusión las cosas pueden cambiar. España necesita aprovechar este momento de transformación global para reinventar su modelo productivo y para ello ha de valerse de las oportunidades del mundo digital.

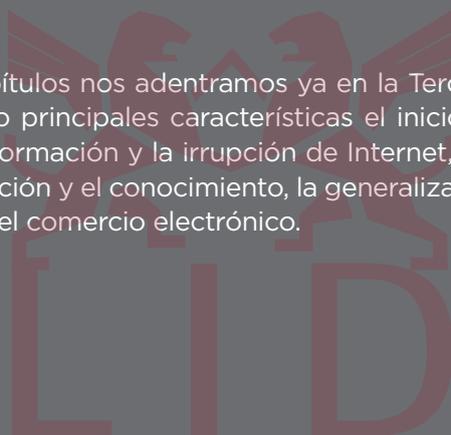
De lo que hagamos en relación con la economía de la era digital dependerá en gran medida nuestro futuro y el de nuestros jóvenes. Todavía tenemos una gran parte de nuestro talento sin utilizar, un número importante de jóvenes con titulaciones universitarias incluso técnicas con un buen nivel de ingenieros, que se encuentran desempleados o desarrollando trabajos sin cualificación. Esta es una base para el desarrollo de competencias para la economía digital, una riqueza que no se puede desaprovechar.



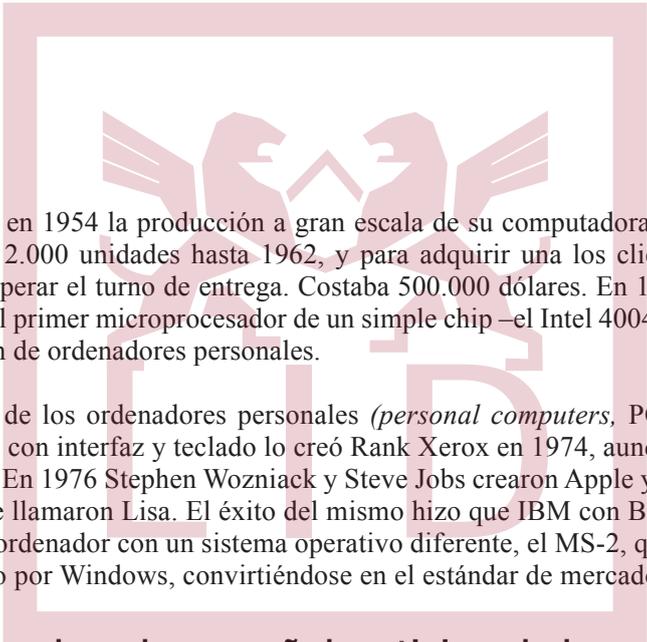
PRIMERA PARTE

La Tercera Revolución Industrial: el desarrollo de las TIC y la sociedad de la información y el conocimiento

En los próximos capítulos nos adentramos ya en la Tercera Revolución Industrial, que tiene como principales características el inicio del desarrollo de las tecnologías de la información y la irrupción de Internet, el desarrollo de la sociedad de la información y el conocimiento, la generalización de los contenidos digitales y el inicio del comercio electrónico.



El desarrollo de las TIC



IBM comenzó en 1954 la producción a gran escala de su computadora IBM 650, de la que fabricaría 2.000 unidades hasta 1962, y para adquirir una los clientes tenían que solicitarla y esperar el turno de entrega. Costaba 500.000 dólares. En 1971 se fabricó y comercializó el primer microprocesador de un simple chip –el Intel 4004– que permitiría la construcción de ordenadores personales.

En la historia de los ordenadores personales (*personal computers*, PC), se considera que el primero con interfaz y teclado lo creó Rank Xerox en 1974, aunque no lo llegó a comercializar. En 1976 Stephen Wozniack y Steve Jobs crearon Apple y lanzaron el primer PC, al que llamaron Lisa. El éxito del mismo hizo que IBM con Bill Gates pusiese en marcha un ordenador con un sistema operativo diferente, el MS-2, que poco después sería sustituido por Windows, convirtiéndose en el estándar de mercado¹.

El primer ordenador español, anticipo de la brecha tecnológica

La historia de la informática en España explica en parte la actual situación. Desde el primer ordenador adquirido por Renfe en 1957, la informática española ha sido una actividad importada. El primer ordenador fabricado en España lo hizo la empresa Telesincro, fundada por Joan Majó en 1963, que comercializó un pequeño ordenador para trabajos de oficina y llegó a alcanzar el 16% de cuota de mercado frente a Philips, NCR y Nixdorf. La entrada de IBM en el mercado con los microordenadores llevó a Telesincro a una grave crisis y en 1976 se incorporó a Secoinsa al grupo de empresas del INI, que pronto dejó de fabricar los ordenadores de Telesincro².

En los años ochenta, dado el papel que comenzaron a desempeñar las TIC en la actividad empresarial, los directivos asumieron la importancia de su correcta implantación,

desarrollo y organización para el futuro de la empresa. Pronto descubrimos que su gestión exigía un conocimiento especializado de informática y un buen nivel de inglés técnico, competencias con las que no se contaba en la mayoría de las empresas de nuestro país. Teníamos delante un *gap* (hueco) de gestión que limitaba las opciones. Realizar estas funciones internamente no era posible en muchos casos, con lo que sólo quedaba la posibilidad de externalizar los servicios de TIC. En la medida en que la tecnología se ha convertido en una herramienta de creación de valor para el cliente y parte determinante de los modelos de negocio, se han hecho más visibles las insuficiencias de los departamentos de TI.

Las soluciones que se aplican para gestionar las TIC en las empresas se basan en la gestión interna a través de un departamento de tecnología, o la externalización. El problema viene dado cuando la decisión de la externalización no se toma por decisiones basadas en los costes o en la eficiencia o la flexibilidad, sino por la falta de competencias para la gestión de la tecnología. En este caso se están trasladando al exterior las decisiones sobre estrategia y de inversiones en tecnología, y se limita el aprendizaje dentro de la empresa en relación con la innovación tecnológica y los procesos de negocio que se soportan. Si se quieren desarrollar empresas digitales, es obvio que se necesita que los directivos sean competentes en relación con la economía digital.

El primer paso que los ejecutivos deben dar para conseguir dar este giro a la estrategia de las empresas es el de superar los desafíos culturales y organizativos que supone este cambio de paradigma.

La buena noticia consiste en que toda competencia es aprendida, o susceptible de aprendizaje y desarrollo, y significa la realización adecuada y observable de tareas relacionadas con el trabajo. La mala, se basa en que el desarrollo de las competencias directivas para la economía de la era digital no se resuelve con tratamiento farmacéutico. Como ya he comentado, no se consiguen las competencias necesarias con una píldora de 30 minutos, estándar de formación muy extendido en los directivos.

El tratamiento de la información como base para la transformación digital

Ahora la información no es un activo a almacenar, sino un flujo a optimizar para que llegue en el momento adecuado a las personas que la necesitan en la organización.

Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) conforman el conjunto de recursos necesarios para manipular la información: los ordenadores, los programas informáticos y las redes necesarias para convertirla, almacenarla, administrarla, transmitirla y encontrarla. Las TIC incluyen las redes, los terminales o los servicios como el correo electrónico, la banca *online*, acceso a la Administración pública o a los contenidos de ocio. Esta capacidad de tratar la información a nivel básico es el punto de partida para rediseñar los procesos necesarios para la transformación digital de las empresas.

En los últimos años del siglo XX se generalizó la incorporación de las tecnologías de la información y las comunicaciones a las empresas, lo que puso a su disposición gran

cantidad de avances tecnológicos que han dado un vuelco a la forma de hacer negocios: los mercados se han hecho más variables, la relación con los clientes y los proveedores ha cambiado de manera sustancial gracias, sobre todo, a Internet, creando nuevos canales de comercialización y cambiando nuestra forma de trabajar y de vivir, según el profesor Vacas:

«Las tecnologías de la información son el último eslabón de la cadena de inventos humanos que va desde el lenguaje hablado, la escritura y la imprenta hasta nuestros días. El ser humano inventa una tecnología, sea un instrumento material, sea conceptual, y esta de vuelta lo transforma a él»³.

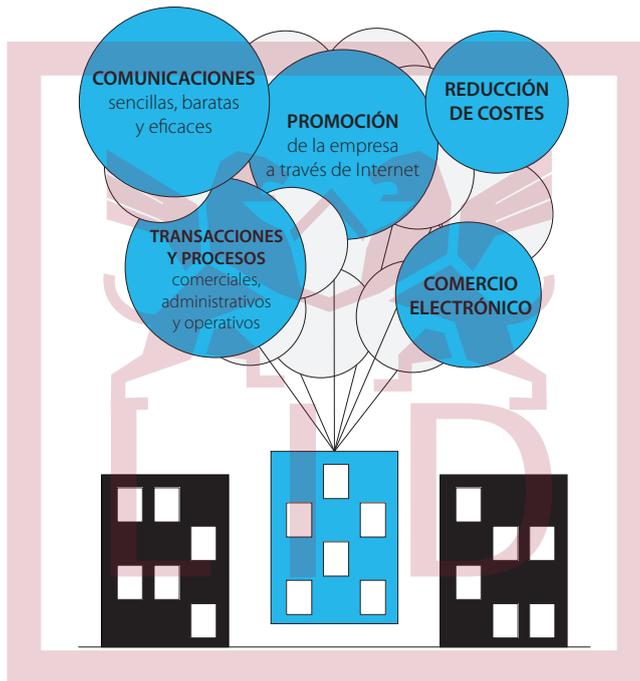
Este cambio tecnológico ha exigido de los directivos una amplia comprensión de estos fenómenos para integrar las tecnologías y aplicaciones más apropiadas para aumentar la eficiencia, la competitividad y la innovación en los modelos de negocio. Para ello se precisa un conocimiento de los procesos tecnológicos que generan valor para la empresa. Los directivos han tenido que tomar decisiones sobre la infraestructura tecnológica más adecuada para su empresa, las aplicaciones de negocio más apropiadas y la forma de organizar el trabajo para obtener la eficiencia esperada de las inversiones en tecnología.

Las nuevas tecnologías, y en especial Internet, han cambiado la relación de las empresas con sus clientes y proveedores, y obligado a adaptar su estructura organizativa para obtener las siguientes ventajas:

- Comunicaciones. Las comunicaciones con clientes y proveedores, así como las internas entre los propios trabajadores, son más sencillas y económicas con la utilización de aplicaciones como el correo electrónico, el chat, la telefonía por Internet o la Intranet.
- Promoción de la empresa. A través de Internet se puede potenciar la promoción de la empresa, dar a conocer la marca y los productos de la misma y desarrollar acciones publicitarias que utilicen los medios en línea.
- Reducción de costes. Existen multitud de aplicaciones que nos permiten una reducción considerable en los costes, frente a la utilización de medios tradicionales, como el correo electrónico, las comunicaciones Intranet o a través de Internet, transacciones y servicios en línea.
- Comercio electrónico. La utilización de Internet y la implantación de las TIC han producido una revolución en el comercio, redefiniendo la forma de hacer negocios e implantando cambios importantes en el proceso comercial gracias a su bajo coste, a la reducción de intermediarios que conlleva y al acceso a un mercado más amplio de potenciales clientes.
- Transformación de procesos. La incorporación de las TIC a las empresas no sólo permite hacer las cosas mejor, sino que da la posibilidad de hacerlas de forma distinta por medio de la estandarización y automatización de diversos procesos:
 - Procesos comerciales. Son aquellas aplicaciones (*Customer Relationship Management*, CRM, o gestión de la relación con los clientes) destinadas a mejorar la funcionalidad, eficacia, rapidez y seguridad en los distintos procesos comerciales dentro de la empresa.

- **Procesos administrativos.** Son aquellos programas informáticos (Enterprise Resource Planning, ERP, o sistemas de planificación de recursos empresariales) que facilitan la automatización de tareas de tipo administrativo, como el tratamiento de documentos, archivo, gestión de recursos humanos, contabilidad y control de tesorería.
- **Procesos operativos.** Son aquellas aplicaciones destinadas a mejorar las secuencias de actividades de producción o transformación que requieren unos datos de entrada, como pedidos o necesidades de producción, y unos medios, como personal cualificado o maquinaria, para obtener un producto.

Cuadro 1.1 Ventajas de las TIC



Desde 1970 en adelante: TIC y fabricación flexible

En un primer periodo de desarrollo de las TIC las comunicaciones se basaban especialmente en las redes internas de comunicación. Esta nueva arquitectura informática produjo efectos importantes en la mejora de los procesos de producción en las que denominaremos nuevas tecnologías industriales: la microinformática, la microelectrónica y la robótica⁴.

El microchip, también llamado circuito integrado (CI), fue desarrollado en 1958 por Clair Kilby para Texas Instruments. Algunos de los CI más avanzados son los microprocesadores, utilizados en múltiples objetos, desde ordenadores hasta electrodomésticos, pasando por los teléfonos móviles. Los chips de memorias digitales son otra familia de circuitos integrados de gran importancia para la sociedad de la información. Las tecnologías TIC a la vez impulsaron la biotecnología y los nuevos materiales⁵.

Hoy en día entre las muchas opciones que se señalan para sustituir a los circuitos integrados están los circuitos integrados fotónicos o de grafeno. IBM ha decidido dar un paso hacia el futuro con la fabricación del primer circuito integrado basado en transistores de grafeno, un derivado del grafito, que es carbono en estado puro. Con ello abre un camino potencial hacia una electrónica más flexible⁶.

Los circuitos integrados ópticos «equivalen a los electrónicos, solo que la transmisión y procesado de la información se hace en el dominio óptico, a través de la luz láser», explica Pascual Muñoz, profesor de la Universitat Politècnica de València y uno de los fundadores de VLC Photonics. En la actualidad, múltiples sectores industriales se benefician de estas tecnologías fotónicas integradas, desde las telecomunicaciones de banda ancha usando fibra óptica hasta la tomografía óptica coherente para diagnósticos médicos, por ejemplo.

«Esta tecnología permite alcanzar velocidades de transmisión de datos muy altas, pero también reducir espectacularmente el tamaño y peso, y realizar funciones especiales que serían impensables con la electrónica»⁷.

Pasarán muchos años hasta que estén listos para desplazar a los circuitos convencionales de silicio. Tomás Palacios, ingeniero del MIT, ha llamado a este dispositivo «una buena pieza de trabajo»: «aunque todavía queda mucho trabajo por hacer para mejorar el rendimiento del dispositivo y el circuito, representa un importante paso adelante para construir circuitos útiles».

El material, que es fuerte, transparente y flexible, podría dar lugar a la flexibilidad de la electrónica impresa. Las aplicaciones podrían incluir teléfonos móviles cosidos en la ropa o receptores GPS en los uniformes de los soldados⁸.

En muchos estudios se señala el comienzo del paradigma digital con la introducción del microprocesador a inicios de los años setenta, y relacionado con la reducción de los costes de transferir información para diferentes medios, como el telégrafo, el teléfono, el télex y la tecnología digital. La evolución muestra la creciente eficiencia de todas las tecnologías que se originaron a partir del microprocesador⁹.

Los avances en robótica han permitido su uso en cirugía, donde alcanzan mayor precisión que la mano del hombre. La disminución de costes de los equipamientos está haciendo realidad el uso de la versión humanizada de los relatos de Isaac Asimov, que es quien introdujo el término robótica en los años cuarenta. Su utilización para el cuidado de personas parece que puede generalizarse en el futuro próximo. La posibilidad de comunicación en tiempo real ha acelerado enormemente la velocidad de intercambio de información, y la digitalización de datos, productos y servicios ha llevado a «la muerte de la distancia», hecho que se evidencia en las actividades transaccionales en línea¹⁰.

Esto está llevando a la convergencia tecnológica en telecomunicaciones, en donde, por un lado, confluye la transmisión de los servicios de voz, datos e imágenes y, por otro, lo hacen las redes fijas y móviles. Las implicaciones técnicas de estos movimientos conducen a cambios tecnológicos, incluyendo alteraciones radicales, lo que además lleva a una transformación de la organización industrial del sector¹¹.

El aumento de la eficiencia de la computación ha sido uno de los principales impulsores de los avances del sistema TIC. El progreso exponencial durante el paradigma tecnológico del

microprocesador se caracterizó por la llamada ley de Moore, que ha resultado ser una de las regularidades más duraderas en la historia del desarrollo tecnológico. La caída de los precios y el aumento de la capacidad de los dispositivos microelectrónicos, los ordenadores, los equipos de telecomunicaciones y los instrumentos de control han sido fuerzas determinantes para la transformación de la sociedad y de la reorganización de las actividades productivas.

Las telecomunicaciones definidas como «toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos, o informaciones de cualquier naturaleza, por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticas» se comienzan a utilizar a partir de 1960, y se consigue su auge cuando se comienzan a situar en el espacio exterior los satélites de comunicaciones en órbita alrededor de la Tierra. Los satélites en esencia son repetidores situados en el espacio, que reciben las señales electromagnéticas desde la estación terrestre y las remiten a otro satélite o de vuelta a los receptores terrestres. Con ellos se ha hecho posible la disponibilidad de canales de televisión, la telefonía móvil o Internet.

En la actualidad vivimos en los inicios de la interconexión total, en la que convergen las telecomunicaciones a través de dispositivos cada vez más rápidos y multifuncionales. Ya no es necesario establecer enlaces físicos entre dos puntos para transmitir información. Los mensajes se reciben de forma simultánea en cualquier punto.

La aplicación de las TIC a la industria

La aportación de las TIC a las actividades industriales, a pesar de ser muy relevante, es menos conocida. La tecnología ha encontrado muchas aplicaciones en la mejora de la producción industrial y su flexibilización. Con los chips se han fabricado los primeros ordenadores personales o PC (*personal computers*). También se han fabricado ordenadores de uso industrial o se han conectado los PC a las máquinas que ya disponían de instalaciones electrónicas analógicas y posteriormente digitales.

La microelectrónica, la microinformática y la robótica permitieron a estos equipamientos industriales memorizar conjuntos alternativos de operaciones, que dieron lugar a lo que se conoció como las nuevas tecnologías industriales. Castells explica lo siguiente: «estas nuevas tecnologías industriales se funden en una fábrica automatizada y se gobiernan por medio de equipos digitales que desplazan a los analógicos»¹².

La introducción de aplicaciones TIC ha favorecido la automatización de los procesos de planificación y ejecución de la producción, ofreciendo diversidad de sistemas y servicios que generan información de apoyo para la toma de decisiones encaminadas a la mejora en la calidad del servicio. Dado el papel que desempeñan las TIC en la actividad empresarial actual, su correcta implantación, desarrollo y organización es de vital importancia para el futuro de la empresa. Las soluciones que se aplican para gestionar las TIC en las empresas se basan en la gestión interna a través de un departamento de tecnología o la externalización.

El departamento de tecnología, por lógica, variará dependiendo del tamaño de la empresa: desde una pyme, donde la gestión de las TIC suele recaer en una persona, hasta las grandes empresas, en las que la estructura está completamente definida, con responsabilidades funcionales especificadas.

La externalización u *outsourcing* es la ejecución de procesos y actividades relacionadas con las TIC de una organización por parte de una empresa externa, que cuenta con su propia estructura, recursos, capacidad de decisión y gestión. Se podrían clasificar de distintas maneras, según se utilicen criterios de localización, tipo de servicio, procesos que se contratan. Algunos de los modelos más habituales son estos:

- *Outsourcing In-house*: el servicio se produce en el domicilio de la empresa contratante.
- *Outsourcing Off-site*: el servicio se produce en el domicilio de la empresa contratada.
- *Outsourcing Total*: implica la transferencia de equipos, personal, redes y responsabilidades administrativas.
- *Outsourcing* de procesos internos: se subcontratan servicios, como la gestión de almacén, el mantenimiento y la cadena de producción, entre otros.
- *Outsourcing* de procesos externos: servicios de los departamentos de ventas o recursos humanos, entre otros.
- *Application Services Providers* (provisión de servicios de aplicación): la empresa contratada ofrece el acceso a aplicaciones de negocio en línea y se encarga de su mantenimiento y soporte técnico.
- *Application Management Outsourcing* (externalización de la gestión de aplicaciones): se transfiere la gestión, el mantenimiento diario y la actualización y desarrollo de las aplicaciones.
- *Business Process Outsourcing* (externalización de procesos de negocio): el proveedor de servicio no sólo se encarga de ofrecer servicios de tecnología, sino que desarrolla procesos de negocio completos.

La economía española no es ajena al proceso de transformación y modernización que impulsa la masiva incorporación de las TIC a la actividad económica en los últimos años, aunque en mucha menor medida que las que las principales economías europeas, lo que se ha mantenido hasta nuestros días.

Una de las mayores críticas a los modelos de medición del impacto de las TIC es el poco esfuerzo realizado por medir la parte más dinámica, el capital humano y las competencias adecuadas, un activo fundamental para poder desarrollar las TIC.

A la vez que las competencias en la propia disciplina informática están por debajo de las necesarias en el personal, ha tenido lugar un rendimiento peor de lo esperado, centrándose únicamente en los aspectos operativos y de seguridad. El total desconocimiento de otras materias de gestión ha limitado la capacidad de conocer y aportar al propio negocio. Esto ha dado lugar a un círculo vicioso. Como resulta difícil demostrar la aportación de valor de la tecnología, su importancia estratégica ha sido devaluada y, por lo tanto, las decisiones se han centrado demasiado en el coste. En consecuencia, las inversiones han disminuido, en mayor medida en los años de crisis.

Uno de los papeles de los departamentos de las tecnologías de la información es establecer los vínculos entre las TIC y el resto de la empresa a la que presta servicios. En los momentos actuales además debe ser un factor de innovación y apoyo a la transformación digital y ha de ayudar a desarrollar soluciones que integren la tecnología con los procesos y las personas en todas las actividades de la cadena de valor. Esto es sumamente necesario cuando las tecnologías emergentes comienzan a ser uno de los motores más importantes de transformación de las empresas y de sus modelos de negocio.

El impacto en la productividad y el empleo de las TIC

No en todos los casos se da por cierta la contribución de las TIC a la productividad. Robert Solow, que desarrolló el modelo de crecimiento exógeno –que considera los incrementos de capital productivo como una fuente de crecimiento del PIB–, definió lo que se conoce como la paradoja de la productividad de las TIC cuando afirmó lo siguiente: «veo ordenadores por todas partes, salvo en las estadísticas de productividad». El desconocimiento de los altos cargos de las empresas sobre la tecnología ha dado lugar a la desconfianza en el departamento de las TIC, a cuyos miembros a veces se considera como un gasto de un proveedor más que como una inversión¹³.

Sin embargo, los estudios empíricos dan a las TIC un papel fundamental en el desarrollo económico. Los estudios sobre impacto económico de las TIC se iniciaron definiendo los subsectores productivos dentro de las TIC en tres componentes identificados por la OCDE: el *hardware*, el *software* y los equipos y servicios de comunicaciones. Los primeros datos del impacto de las TIC en la economía se conocieron a partir de un conjunto de estudios realizados por el Departamento de Comercio de Estados Unidos, que trataba de conocer el impacto de las TIC en el país norteamericano.

La evolución creciente de estos indicadores ha permitido determinar el sector de las TIC como uno de los elementos que explican el fuerte crecimiento económico de Estados Unidos a partir de la segunda década de los noventa y en los primeros años de 2000, que significa la mitad del valor añadido TIC a nivel mundial. Por orden de importancia, le siguieron la UE, con el 27,6%, aunque con grandes diferencias entre sus países miembros y, en tercer lugar, Japón con el 12,8%. Los mismos estudios demuestran que la creación de puestos de trabajo en el sector TIC ha seguido un patrón similar.

Este factor empleo quedó prácticamente olvidado hasta hace pocos años, cuando la UE, Estados Unidos y los líderes de la sociedad a los que se les supone el papel de conductores de los cambios tecnológico, comenzaron a dar la voz de alarma sobre la falta de competencias formativas para cubrir la oferta de más de 800.000 empleos en Europa y 1.000.000 en Estados Unidos.

Por su parte, el Banco Mundial propone la Metodología de Evaluación del Conocimiento (KAM), que se diseñó como una herramienta interactiva para la evaluación comparativa entre países en la economía del conocimiento. Los resultados plasmados en diversos cuadros de mando o mapas del mundo tienen un componente más cualitativo y difieren de los elaborados sólo con los métodos cuantitativos basados únicamente en medir la utilización de las TIC por un país, sin tener en cuenta el desarrollo científico, tecnológico y de innovación de la población¹⁴.

Según los datos del informe anual *La Sociedad en Red*, edición 2014, elaborado por el Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (ONTSI), el sector TIC en nuestro país ha continuado su tendencia ascendente al crecer un 3,2%, con unos ingresos de 3.479 millones de euros. Las regiones que han experimentado los mayores crecimientos han sido América Latina y África y Oriente Medio con el 7%, lo que les sitúa con un 14,1% de la cuota mundial.

Europa, que ocupa el tercer lugar por volumen después de Norteamérica y de Asia/Pacífico, es la única gran región que disminuye sus ingresos con un 0,7%. La cifra de usuarios de Internet a finales de 2014 ascendía a cerca de 3.000 millones en el mundo, según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), con un crecimiento del 8% respecto al año anterior. Entre ellos, los nativos digitales suponen el 5,2% de la población mundial (o el 30% de los jóvenes).

Los indicadores de las TIC en el caso español

La economía española no es ajena al proceso de transformación y modernización que impulsa la masiva incorporación de las TIC a la actividad económica en los últimos años, que se ha mantenido hasta nuestros días, aunque en mucha menor medida que en las principales economías europeas.

En cuanto al uso de las TIC por parte de las empresas, las grandes cifras son homologables con las de los países de nuestro entorno. El 99% de las pymes de más de diez trabajadores y las grandes empresas tiene ordenadores, el 98% dispone de conexión a Internet y correo electrónico, y el 94,7%, de teléfono móvil. La banda ancha de móvil aumenta su penetración hasta el 68,6% en su mayoría por medio de 3G. Estos datos en sí mismos carecen de significado por tratarse de los equipamientos tecnológicos más básicos hoy en día.

En las microempresas (entre uno y nueve trabajadores) el panorama es bien distinto. El teléfono móvil, con un 74,7% de implantación, es la infraestructura más extendida. La conexión a Internet oscila entre el 97,1% en las microempresas de informática y el 34,7% en las de transporte y almacenamiento. Estos datos son coherentes con otros estudios sobre la productividad. Las micropymes obtienen unos indicadores mucho más bajos, en parte por no beneficiarse de la productividad inducida por las TIC. Cuando la renovación de los equipos informáticos no se hace, no es que se mantenga la productividad, sino que se reduce por el efecto que hace que el *hardware* obsoleto reduzca el funcionamiento del *software*.

Aun así, seguramente los datos más negativos tienen que ser relativizados. Es difícil de entender que se pueda ser autónomo o propietario de una microempresa sin disponer al menos de un teléfono móvil. La explicación vendría dada por la utilización de móviles e Internet personales o del hogar para el trabajo.

El comercio electrónico es uno de los grandes retardados en este sector: sólo el 22,6% de las micropymes han realizado compras por comercio electrónico y el 14,4%, ventas. En cuanto al uso y la formación digital de los trabajadores, los datos resultan sorprendentes cuando se analiza con detalle la baja utilización de las TIC en procesos administrativos o comerciales elementales. Sólo el 57,4% de los empleados de pymes y grandes empresas

utiliza, al menos una vez a la semana, el ordenador en sus tareas. La proporción baja al 48,5% si se trata de ordenadores conectados a Internet, y sólo el 20,2% de los trabajadores recibe formación TIC de sus empresas.

Esta situación en las empresas contrasta con que en general la población española tiene un alto interés por la tecnología. La penetración de los hogares de Internet es del 69,6%, porcentaje que sigue aumentando, y el número de usuarios de móviles es del 95,6%, siendo las tabletas el dispositivo que más crece, el 16,7%, seguidas por los *smartphones*, que lo hacen en 12 puntos porcentuales. Al ver las limitaciones tecnológicas de las empresas y añadir las limitaciones en el sistema educativo, todo indica que es a través de los equipamientos del hogar o personales el medio por el cual se produce la alfabetización digital de la mayoría de la población.

El informe de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) de 2014 indica que en banda ancha para móvil España está por debajo de la media del conjunto de países de la OCDE, y sin embargo el crecimiento de Internet móvil ha crecido del 59,2% al 73,3%, en un año, es decir, 14 puntos porcentuales, por encima de la media, que está situada en 11 puntos.

