
Formación de profesionales para la empresa del siglo XXI

Las sucesivas revoluciones industriales han supuesto cambios económicos y sociales relevantes. En la actualidad, la irrupción de la tecnología digital en la industria ha dado lugar a lo que se conoce como Industria 4.0, creando nuevos modelos de negocio y, por ende, nuevos modos de trabajar. En este contexto, se necesitan trabajadores con conocimientos y habilidades diferentes a los requeridos en la empresa de la primera revolución industrial. Ahora la clave de la productividad no está en la destreza física, sino en cómo utilizar la cantidad ingente de información que producimos para ofertar mejores soluciones. La empresa actual requiere un nuevo tipo de profesional que combine habilidades transversales con conocimientos específicos y facilite la adaptación a diferentes disciplinas y la interrelación de conocimientos de distintas áreas (profesional *T-Shaped*), por lo que las universidades tendrán que adaptar sus currículos para abordar con éxito este nuevo reto.

Industria-iraultzen ondorioz, ekonomian eta gizartean aldaketa garrantzitsuak gertatu dira. Gaur egun, teknologia digitala industrian sartzearen ondorioz 4.0 Industria esaten zaiona sortu da, eta negozio-eredu berriak ez ezik, lan egiteko modu berriak ere eragin ditu. Testuinguru horretan, egun behar diren langileek izan behar dituzten trebetasun eta ezagutzak ez datoz bat lehen industria-iraultzaren garaiko enpresetan beharrezkoak zirenekin. Orain, produktibitatearen gakoa ez da trebezia fisikoa, baizik eta sortzen dugun egundoko informazio pila hori nola erabili jakitea, konponbide egokienak eskaintzeko. Gaur egungo enpresetan profesional mota berri bat behar da, zeharkako trebetasunak eta ezagutza espezifikokoak uztartzen dituen profesionala, hainbat diziplinatarako egokitzea eta hainbat eremutako ezagutzak elkarlotzea ahalbidetzen duela (T-Shaped profesionala); hortaz, unibertsitateek curriculumak egokitu egin beharko dituzte, erronka berri hori gainditu nahi badute.

The successive industrial revolutions have brought with them substantial economic and social changes. The introduction of digital technology into industry is currently giving rise to what is known as Industry 4.0, creating new business models and therefore new ways of working. In this context, the knowledge and abilities required of workers are different from those required by firms in the first industrial revolution. The key to productivity no longer lies in physical skills but in knowing how to use the huge quantity of information produced so as to provide the best solutions. Today's businesses require a new type of professional capable of blending cross-sectoral skills with specific expertise, adapting easily to different disciplines and linking knowledge from different areas («T-shaped professionals»). Universities therefore need to adapt their syllabuses if they are to meet this new challenge successfully.

Índice

1. Industria 4.0. De la Sociedad Industrial a la Sociedad de los Servicios
2. El profesional de la empresa del siglo XXI. Profesionales *T-Shaped*
3. El ingeniero de servicios. Un profesional *T-Shaped* para la Industria 4.0
4. Formación de profesionales *T-Shaped*. Aplicación a empresas de servicios
5. Conclusiones

Referencias bibliográficas

Palabras clave: Industria 4.0., servicios, tecnología, digitalización, formación, profesionalización.

Keywords: Industry 4.0, services, technology, digitalization, training, professionalization.

Nº de Clasificación JEL: O33, J44, L20.

1. INDUSTRIA 4.0: DE LA SOCIEDAD INDUSTRIAL A LA SOCIEDAD DE LOS SERVICIOS

El siglo XIX y principios del XX fueron el escenario de un importante cambio social que vino determinado por la revolución industrial. Desde entonces, tanto la industria como la sociedad han sufrido transformaciones importantes. La tecnología, sin duda, ha sido un factor determinante en este cambio, permitiendo que el trabajo manual y repetitivo haya sido paulatinamente sustituido por las máquinas en pro de un trabajo más cualificado y creativo. Así, la aparición del ordenador personal, unido a la mejora de los procesos informáticos, dio lugar a lo que se denominó la sociedad de la información y, posteriormente, del conocimiento.

Agradecimientos: esta investigación ha sido parcialmente financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España a través del proyecto ELASTIC (TIN2014-52938-C2-1-R); por el Gobierno de la Comunidad de Madrid, proyecto SICOMORo-CM (S2013/ICE-3006); y por el Grupo de Excelencia Investigadora en Service Science, Management and Engineering-GES2ME (Ref. Orgánica 30VCPIGI05), co-financiado por la Universidad Rey Juan Carlos y el Banco Santander.

Más tarde, la llegada de internet, la posibilidad de interconexión desde lugares remotos, y la aparición de tecnologías como la *Wifi* y el *Cloud*, han evolucionado aún más la sociedad, transformándola en globalizada. En este contexto, los productos por sí solos pierden interés y las empresas, cada vez más, ofertan *Smart Products*, como por ejemplo, coches que se conducen solos, proporcionando así un valor añadido al usuario. En este contexto, diferentes autores hablan de *Internet Industrial* (Evans y Annunziata, 2012) en relación a la integración de software en maquinaria y dispositivos tradicionales por medio de sensores, o *Industria Integrada* (Baines *et al.*, 2009), *Industria Inteligente* (Manufactura Inteligente) (Wiesmüller, 2014), etc.

En efecto, en los últimos años se constata una rápida transformación de todos los sectores económicos propiciada por la tecnología. Es lo que se ha denominado *Industria 4.0*, haciendo referencia a la cuarta revolución industrial. La Industria 4.0 surge por la introducción de la tecnología digital en la industria, y lleva consigo cambios como la especialización de la cadena de valor, la conectividad entre diferentes actores, así como nuevas formas de competir para atender a clientes cada vez más exigentes. Los cambios afectan a muchas variables implicadas en la actividad empresarial, como productos, procesos, sistemas o clientes, así como también a estructuras organizativas y modelos de negocio. El intercambio continuo de datos en tiempo real permite mayor flexibilidad y rapidez, lo que incide directamente en la rentabilidad y la productividad. La Industria 4.0 anticipa una mayor efectividad operacional y el desarrollo de nuevos productos y servicios, lo que implica sin duda también el cambio en los modelos de negocio. La amplitud de los cambios es mayor en aquellos entornos en los que la información es más necesaria.

En el entorno Industria 4.0 aparecen los sistemas *ciberfísicos* (CPS, del inglés *Cyber Physical Systems*). Se conciben como redes donde la tecnología de la información se conecta con componentes electrónicos y mecánicos, difuminando los límites entre el mundo virtual y el real. Los sistemas *ciberfísicos* los forman productos y procesos innovadores en un escenario de manufactura inteligente, en conexión con infraestructuras también inteligentes, y todo ello para un mercado interconectado. Es el Internet de las Cosas que, integrado con el Internet de los Servicios en los procesos de manufactura, ha iniciado la cuarta revolución industrial (Kagermann *et al.*, 2013).

La tecnología se convierte así en un valor crítico para la industria. La digitalización e interconexión, la información, el *big data*, el control remoto, o la ciberseguridad, convierten a la producción industrial en una manufactura flexible. Esto permite una mayor cercanía entre el cliente y el negocio, dando lugar a productos y servicios con un alto grado de individualización, lo que lleva consigo una mayor satisfacción por parte del cliente. El resultado es una estrecha vinculación entre la producción de bienes y la generación de servicios. De forma generalizada, se incorporan servicios a los productos, lo que se conoce como *servitización* de la manufactura (Baines, 2009). En un paso más, los productos pasan a concebirse como servicios, porque los clientes ya no quieren el producto sino el uso del mismo. No compramos

un *smart phone*, sino la posibilidad de usar el WhatsApp, de ver el tiempo que hará el fin de semana, o de leer el correo electrónico. El cliente demanda soluciones.

Según Herman *et al.*, (2015), Industria 4.0 es un término colectivo que incluye la tecnología y conceptos de la cadena de valor. Las fábricas inteligentes se estructuran modularmente y los sistemas cibernéticos crean una copia virtual del mundo físico que permite decisiones descentralizadas. Mediante el Internet de las Cosas, los sistemas cibernéticos se comunican y cooperan entre ellos y con los recursos humanos en tiempo real, permitiendo ofertar y utilizar servicios internos y externos.

En el sector servicios, el escenario es parecido. La innovación tecnológica ha propiciado una rápida innovación, una elevada participación del cliente en el diseño de los servicios, y en suma, una flexibilidad tan alta que la adaptación al cliente es total. Surge así lo que se denomina el «sector cuaternario», que se caracteriza por servicios basados en el conocimiento (contenido intelectual, información, investigación, desarrollo, innovación) y con un fuerte componente tecnológico. Este sector se desarrolla cuando ya existe un sector terciario (de servicios) asentado, por lo que vendría a ser una evolución del mismo a partir de un mayor grado de complejidad de la economía. Las empresas invierten en estos servicios, especialmente vinculados a I+D+i, con la perspectiva de asegurar un crecimiento futuro. La investigación se orienta, de este modo, a la reducción de costes, a la expansión de mercados, o a la generación de ideas innovadoras y nuevos métodos de producción. Los servicios dominan de tal forma la actividad económica, que ya podemos hablar de la *sociedad de los servicios*. No en vano, en las sociedades desarrolladas los servicios en sus diferentes tipos representan hasta el 80% del PIB y dan empleo hasta al 75% de la población activa.

En el nuevo escenario de manufactura avanzada y de industria 4.0, los servicios juegan por tanto un papel fundamental. Así, los servicios de la empresa, los sistemas ciberfísicos y los recursos humanos están disponibles a través del Internet de los servicios y pueden ser utilizados por distintos participantes, tanto dentro como fuera de la empresa (Herman *et al.*, 2015). En suma, la Fábrica Inteligente se basa en una arquitectura orientada a servicios. Y muchos de estos servicios están basados en el procesamiento de una gran cantidad de datos, facilitando modelos analíticos para la toma de decisiones, dando así lugar a los denominados servicios inteligentes. Un ejemplo es el mantenimiento predictivo, basado en datos en tiempo real sobre el uso de sistemas productivos. Los servicios inteligentes posibilitan la Industria 4.0 y serán clave como elemento diferenciador de la misma.

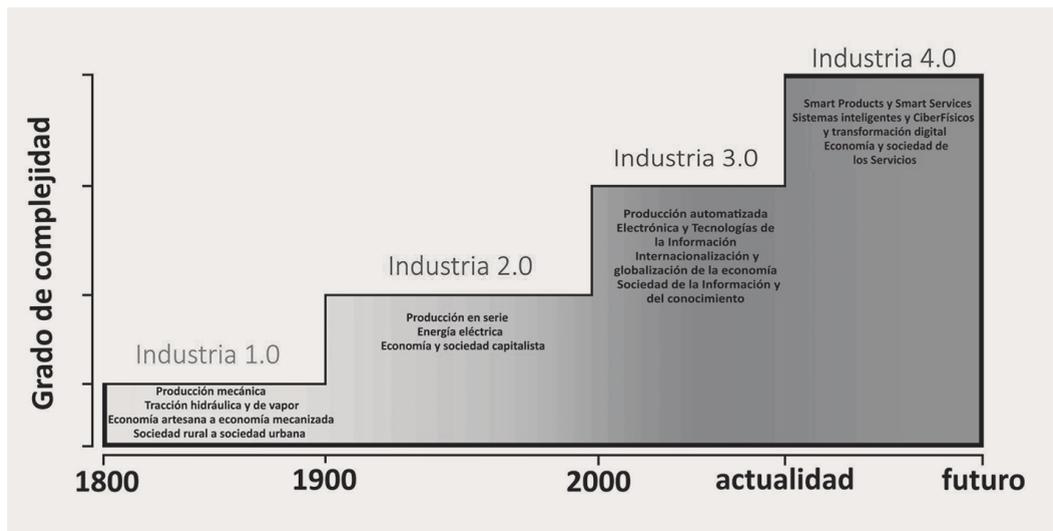
De esta forma, la complementariedad entre sector industrial y de servicios es evidente. Además, la globalización no se entiende sin los servicios de transporte, de comunicaciones y financieros. La producción en un contexto internacional requiere soluciones de logística y distribución, que son suministradas en gran parte por empresas de servicios.

Desde la primera revolución industrial hasta la cuarta, o desde la Industria 1.0 a la 4.0 (gráfico nº 1), se van produciendo cambios de paradigma económico, social, tec-

nológico y cultural. La primera, o Industria 1.0, viene marcada por la introducción de la producción mecánica con sistemas de tracción hidráulica y de vapor. Se produce una transformación económica y social muy importante, al pasar de una *economía rural y artesana* a una *urbana y mecanizada*. La segunda revolución da lugar a la Industria 2.0 y se caracterizó por la producción en serie y el uso de sistemas eléctricos. Se asiste al nacimiento de industrias como la química, la eléctrica o la automovilista. En el plano económico y social, se asienta *el capitalismo*. En la tercera, o Industria 3.0, se incorporan las tecnologías de la información y la microelectrónica. Las empresas desarrollan una clara estrategia de internacionalización, multiplicando las innovaciones y aumentando la I+D. Esta etapa da lugar a la *sociedad de la información y del conocimiento*.

La cuarta revolución industrial, Industria 4.0, es la de los sistemas inteligentes e interconectados y la transformación digital. La cadena de valor se organiza y gestiona a lo largo de todo el ciclo de vida de los productos. Esta etapa da lugar a una nueva manera de entender la empresa y los negocios, caracterizándose por la prevalencia del servicio respecto del producto y dando lugar a una sociedad de consumo continuo de servicios; es la *sociedad de los servicios*.

Gráfico nº 1. EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA Y LA SOCIEDAD



Fuente: Elaboración propia.

El diseño y procesamiento de los servicios que surgen de la transformación digital necesita trabajadores con unos conocimientos y habilidades distintivos, sin los cuales esta transformación no es posible. Además, es necesario contar con personal cualificado para cubrir la brecha que existe entre el cambio tecnológico producido por la irrup-

ción digital en la empresa y el cambio de modelo de negocio que la digitalización lleva asociado. Innovación, cooperación y tecnificación necesitan de formación adecuada.

Tras esta introducción, el resto del artículo se estructura del siguiente modo: a) la sección segunda describe las características que debe poseer un profesional para la empresa del siglo XXI; la sección tercera se centra en un profesional concreto, el Ingeniero de Servicios, que será la clave de la productividad en la etapa de la Industria 4.0; la sección cuarta describe cómo y dónde puede formarse este tipo de profesional en la actualidad; por último, la sección quinta resume las principales conclusiones y deja líneas de trabajo abiertas.

2. EL PROFESIONAL DE LA EMPRESA DEL SIGLO XXI: PROFESIONALES *T-SHAPED*

En la sociedad pre-industrial, el trabajo era manual y la productividad se basaba casi exclusivamente en la destreza física del trabajador. Con la llegada de la revolución Industrial se producen importantes cambios. Así, F. W. Taylor (1856-1915) propone mejorar la productividad indicando al obrero qué movimientos realizar y en qué tiempos, desligando de esta forma la productividad de la destreza física. H. Ford (1863-1947) completa esta idea resolviendo el modo de incrementar la productividad en la coordinación de las tareas individuales a través de la invención de la línea de ensamblaje. La combinación de ambas contribuciones resuelve el problema de la productividad en el trabajo manual, dando lugar al concepto de empresa tal y como lo conocemos hoy.

La idea de Taylor se basa en separar el trabajo manual que realiza el obrero del trabajo intelectual de diseño realizado por el ingeniero, lo que a su vez genera dos perfiles profesionales claramente separados cuya formación y cualidades también deben de ser diferentes. El obrero debe limitarse a ejecutar las órdenes sin que se le permita pensar. Por el contrario, el ingeniero es el responsable de diseñar qué y cómo debe hacerse, por lo que a él sí le está encomendada la tarea de pensar (Echevarría, 2008).

En este contexto, la educación estaba orientada principalmente a la formación de personas capaces de efectuar tareas manuales y repetitivas con agilidad y destreza y capaces de acatar órdenes sin cuestionárselas y «sin pensar». La clase magistral donde el alumno es un ente pasivo; la memorización de contenidos, la repetición de actividades como frases que se escribían una y otra vez, eran el núcleo central de los métodos pedagógicos de las escuelas y que, con muy poca variación, llegaban a las universidades. La película «La Educación Prohibida» (La Educación Prohibida | Un proyecto audiovisual para transformar la educación, 2012 www.educacionprohibida.com) muestra el tipo de educación al que nos referimos.

Durante décadas, la mayor parte de las universidades han seguido este tipo de métodos de enseñanza, donde el alumno jugaba un papel pasivo, como mero recep-

tor de información. Esta concepción ha ido cambiando, acercándonos cada vez más a un modelo de enseñanza donde el alumno es el responsable de su aprendizaje. Sin embargo, aún es necesario avanzar más en esta dirección. Así, por ejemplo, la mayor parte de las universidades continúan impartiendo materias «enlatadas», lo que provoca que los alumnos tengan el conocimiento de cada materia en «compartimentos estancos» y sin apenas interconexión entre ellos, dando así lugar a profesionales con islas de saber desconectadas entre sí (Spohrer *et al.*, 2012). Y, nada más lejos del profesional que requiere la empresa actual, basada, como hemos visto, en la interconexión que caracteriza a la Industria 4.0. Por otra parte, el papel que juegan las nuevas tecnologías en la Industria 4.0 hace necesaria una formación intensiva en estos aspectos. Sin embargo, las Escuelas de negocios, en términos generales, incluyen los contenidos en tecnología como contenidos colaterales de su formación, en lugar de considerarlos como parte del *core* del currículum, dejando estos contenidos en el dominio de las escuelas de tecnología e ingeniería (Neely, 2011).

Estamos pasando de una *sociedad industrial* a una *sociedad de servicios*, donde éstos se convierten en el motor de la economía. Sin embargo, cuando nos planteamos alternativas para la salida de la crisis —cómo aumentar la productividad de nuestras empresas, o cómo generar valor añadido—, seguimos pensando en términos de la etapa industrial. Lo cierto es que las soluciones a la productividad de la industria clásica, basadas en el modelo productivo de Taylor, que se centraba en la mejora del trabajo manual y repetitivo, no son aplicables a la nueva sociedad de los servicios. En la empresa actual, la clave de la productividad no está en modo alguno en la destreza física, por el contrario, la clave está ahora en encontrar la forma de utilizar toda la información que somos capaces de producir para ofertar los productos y servicios más demandados y mejor valorados por los ciudadanos. Y, para ello, debemos ser conscientes de que necesitamos otro tipo de profesionales y, por tanto, otro tipo de formación. Tal como observa P. Drucker, la empresa del futuro será aquella que sea capaz de resolver el problema de la productividad del trabajo no manual (Baines, 2009).

El trabajo de la empresa actual no sólo es en general de carácter más intelectual, sino que tiene otras características que la hacen muy diferente de la tradicional. Cuando nuestros egresados comiencen a trabajar, tendrán que enfrentarse a proyectos globalizados, en contacto con personas de distintas partes del mundo, que hablan idiomas distintos, y muy diferentes desde el punto de vista cultural; trabajarán con equipos interdisciplinarios, para lo que tendrán que ser capaces de entenderse con personas procedentes de distintos ámbitos de conocimiento; y, por supuesto, su trabajo se apoyará en la tecnología, que deberán ser capaces de manejar como una destreza básica más. Su productividad, pues, no estará ligada en modo alguno a su destreza física, sino a las destrezas intelectuales, técnicas y personales. Y esto requiere un perfil profesional diferente al que venimos formando las universidades: los profesionales *T-shaped*.

2.1. Profesionales *T-shaped*

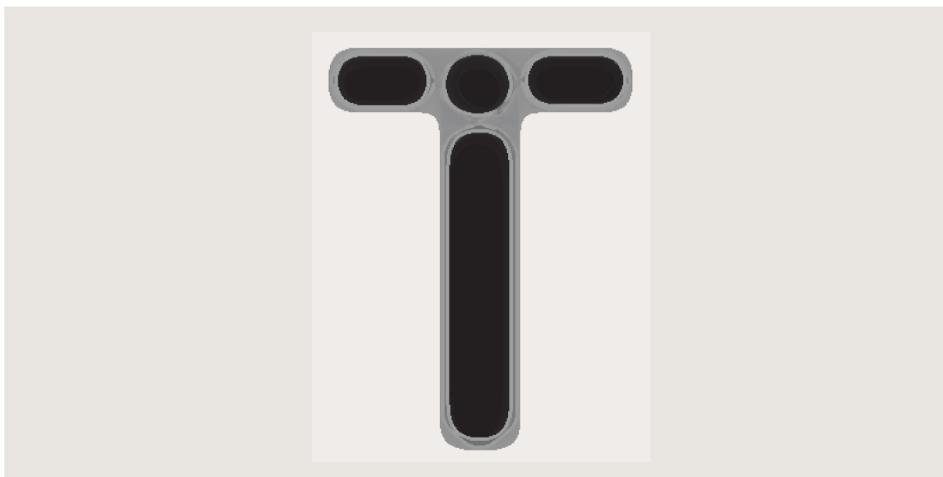
Existen diferentes tipologías de profesionales, cada una de las cuales se adecúa mejor a un tipo de trabajo que a otro. Así, dependiendo del tipo de conocimiento que el trabajador posea y del grado de profundidad del mismo, podemos hablar de: *perfil punto* (●), que corresponde a profesionales con conocimientos generales sobre uno o varios temas; *perfil vertical* (|), que caracteriza a profesionales con conocimiento profundo en un tema, pero que apenas saben de otros; y, *perfil horizontal* (—), o profesionales con conocimientos sobre distintas materias, pero sin conocimientos en profundidad de ninguna de ellas.

Sin embargo, ninguna de estas tipologías es completa por sí misma y presentan lagunas para responder a las demandas de la Industria 4.0. Los profesionales con *perfil punto* tan sólo podrán ocupar puestos muy genéricos, en los que no se requiera una formación muy profunda, ni tampoco en diferentes temas. El *perfil vertical* es adecuado para puestos en los que se requiera un alto grado de especialización; sin embargo, tiene el inconveniente de que, al carecer de conocimientos en otras disciplinas, el profesional con este perfil encontrará dificultades trabajando en proyectos multidisciplinares. Por último, si bien el *perfil horizontal* es apto para el trabajo en equipos multidisciplinares, por ejemplo, gestor de proyectos, el trabajador con este perfil encontrará deficiencias derivadas de su escasa formación en el dominio concreto del proyecto.

Tal como hemos visto, la empresa del siglo XXI tiene que atender a las necesidades crecientes de los usuarios en un mundo globalizado y multicultural, abordando proyectos de carácter interdisciplinar. Por todo ello, demanda un tipo de perfil profesional que, además de poseer amplios conocimientos en su especialidad, requerirá conocimientos técnicos, deberá demostrar cualidades intelectuales como capacidad de síntesis o de abstracción, y espíritu crítico, y deberá ser un profesional altamente cualificado en habilidades personales. Es lo que los anglosajones conocen como profesionales *T-shaped*. Se trata de un profesional que se considera adecuado para desempeñar cualquier tipo de función y trabajo; desde puestos que necesitan gran especialización en una sola materia, a puestos en los que no sea necesaria una especialización pero sí la capacidad de coordinar a un equipo multidisciplinar.

El perfil *T-shaped* es una combinación de los perfiles definidos previamente (gráfico nº 2). Tiene un conocimiento básico (representado por el punto), se ha especializado en al menos una disciplina (representada por la vertical) y cuenta con habilidades generales como el trabajo en equipo, etc. (representadas por la horizontal).

Esta combinación de habilidades transversales (parte horizontal de la T) con conocimientos específicos profundos (parte vertical de la T) facilita la adaptación a diferentes disciplinas y la interrelación de conocimientos de distintas áreas. Este tipo de profesional posee una visión con una perspectiva completa de la organización, lo que le permite establecer relaciones entre diferentes áreas de la misma y le facilita la coordinación de equipos multidisciplinarios.

Gráfico nº 2. **PERFIL PROFESIONAL EN T: T-SHAPED**

Fuente: Elaboración propia.

Podemos decir que la principal cualidad de estos profesionales es su capacidad de adaptación. Algunos autores sugieren que estos profesionales aprenden y se adaptan de manera más rápida según cambian las necesidades del negocio (Barile y Saviano, 2013). Son, así, profesionales que, además de poseer conocimientos generales y tener conocimientos profundos en una disciplina, cuentan con el valor añadido de ser conscientes del cambio y de la obsolescencia programada, y con la capacidad de desarrollarse y evolucionar sin quedarse, por tanto, desfasados.

Un profesional *T-shaped* no es simplemente aquel que tiene conocimientos generales de varias materias y, a su vez, un conocimiento profundo de otra. Se trata de un perfil generalista y, a su vez, especialista, capaz de evolucionar, de no quedarse desfasado, de resolver problemas de diferentes áreas o, incluso, interrelacionando diferentes sectores. Por todo ello, se ha llegado a hablar de los profesionales *T-shaped* como los «innovadores adaptables» (IfM e IBM, 2008).

Aunque en un principio este término sólo se usaba en referencia a las habilidades (*skills*) requeridas por los programadores (Guest, 1991), la empresa actual, cada vez más, demanda directivos y profesionales que combinan un conocimiento profundo en al menos una disciplina, con la capacidad de moverse y comunicarse en diferentes sectores y disciplinas (Spohrer *et al.*, 2012), por lo que la necesidad de profesionales en forma de T ha crecido progresivamente en la última década.

En el contexto de una sociedad claramente marcada por el consumo y la producción de servicios, un profesional con perfil *T-shaped*, que será altamente demandado en las próximas décadas, es el denominado Ingeniero de Servicios.

3. EL INGENIERO DE SERVICIOS: UN PROFESIONAL T-SHAPED PARA LA INDUSTRIA 4.0

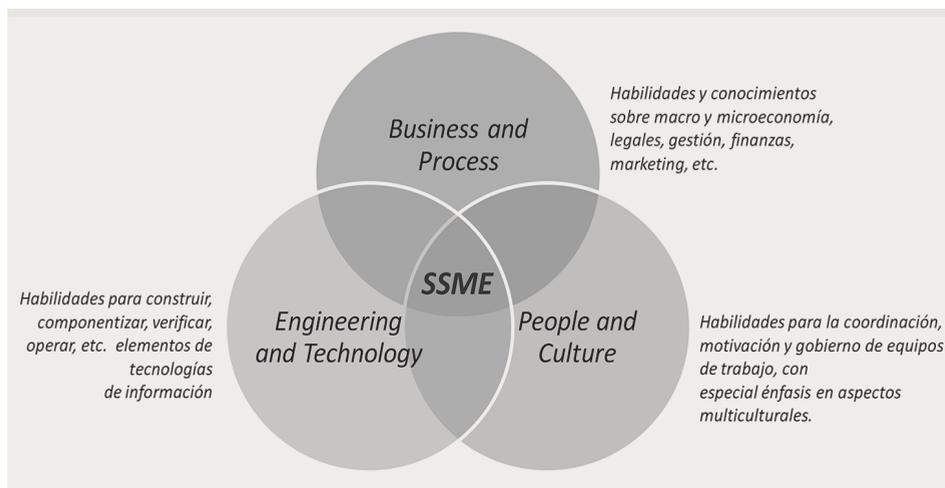
Podemos decir, sin duda, que la sociedad actual es una sociedad de servicios. Si analizamos un día cualquiera de una persona cualquiera, observaremos que la mayor parte de nuestro tiempo lo pasamos consumiendo o produciendo servicios: servicios IT, servicios de hostelería, servicios de ocio, servicios sanitarios, etc. Y, todo ello, soportado por una industria productora de soluciones producto-servicio. Los consumidores ya no compramos productos, lo que en realidad compramos son los servicios que éstos nos proporcionan.

En este contexto la industria, en sí misma, también utiliza servicios. En la Industria 4.0 se produce una interacción nueva entre los recursos humanos y la tecnología, en un entorno digitalizado que origina lugares y puestos de trabajo virtualizados. Los empleados cuentan con sistemas inteligentes que les asisten en sus tareas a través de *interfaces* amigables. Esos sistemas son también servicios. Además, los empleados pasan a tener más capacidad para la toma de decisiones, llegando a regular su propia carga de trabajo.

Por ello, el reto es la profesionalización de la industria de los servicios. Si en la etapa industrial se crearon métodos de trabajo para aumentar la productividad manual y se especificaron métodos de ingeniería para el diseño y la construcción de nuevos productos, en la era de los servicios es necesario contar con métodos que faciliten el diseño y la construcción de servicios, mejorando la productividad y la calidad en este sector.

Conscientes de la importancia de los servicios en este contexto, los laboratorios de investigación de IBM de Almadén (California) pusieron en el panorama internacional una nueva disciplina denominada Ciencia, Gestión e Ingeniería de Servicios (SSME, del inglés, *Service Science, Management and Engineering*) (IBM, 2004). SSME aboga por la necesidad de disponer de métodos de ingeniería y de gestión de servicios, haciendo hincapié en la necesidad de crear ciencia y conocimiento en torno a los mismos. Los servicios son sistemas complejos que interrelacionan información, personas, máquinas y productos, que se interconectan desde diferentes lugares, con diferentes idiomas y culturas. El estudio de estos sistemas, de su comportamiento y de las leyes que lo regulan, es clave para aumentar la competitividad de este sector. Por ello, a esta iniciativa se han unido ya otras muchas organizaciones y empresas de distintos ámbitos, a través de asociaciones internacionales como The International Society of Service Innovation, ISSIP (<http://www.issip.org/>) o el Service Research Innovation Institute, SSRI (<http://www.thesrii.org/>).

SSME se concibe como una ciencia interdisciplinar que surge de la confluencia de otras, principalmente tres (gráfico nº 3): *Business and Process*, *Engineering and Technology*, y *People and Culture*. Su objeto de estudio es el servicio, independientemente del sector y de si éste es, o no, soportado por tecnología. Y su objetivo es estudiar las leyes que rigen el comportamiento de los sistemas de servicios complejos y establecer un lenguaje y un cuerpo de conocimiento común para la innovación en servicios (Bishop *et al.*, 2004).

Gráfico n^º 3. SSME Y RELACIÓN DE DISCIPLINAS QUE LA COMPONEN

Fuente: Elaboración propia.

En la construcción de un servicio hay distintas componentes que tenemos que tener en cuenta. Pensemos, por ejemplo, en el servicio de venta de libros de Amazon. Hay, por supuesto, una componente importante de innovación cuando este servicio se oferta por primera vez; hay, obviamente, una parte de tecnología que permite ponerlo a disposición de los consumidores a través de Internet; también hay un componente importante de negocio y de empresa para conseguir que el servicio sea rentable; no se puede obviar la perspectiva propia del dominio concreto del servicio en cuestión (en este caso, del negocio de los libros); y otros aspectos de almacenamiento y distribución, aspectos de psicología y sociología que permitan identificar cuándo un servicio será bien acogido por el usuario y cuándo tendrá impacto social, etc.

Todos conocemos otros ejemplos de organizaciones que, dando el mismo servicio, no han tenido el mismo impacto. Por ejemplo, en poco tiempo Google se convirtió en el buscador más utilizado, superando a otros que llegaron primero, fundamentalmente porque su algoritmo ofrecía resultados más relevantes. En su caso, el factor tecnológico fue el determinante. WhatsApp, en cambio, se impuso a otras soluciones precisamente por ser la primera App de estas características. La innovación, relacionada con la dimensión *people & culture*, fue la clave para que WhatsApp se impusiera. Estos ejemplos sirven también para evidenciar que si abordamos la construcción de un servicio solo desde una de estas perspectivas, perdemos la visión de conjunto y, en definitiva, perdemos la visión del servicio, que es en realidad el núcleo del negocio.

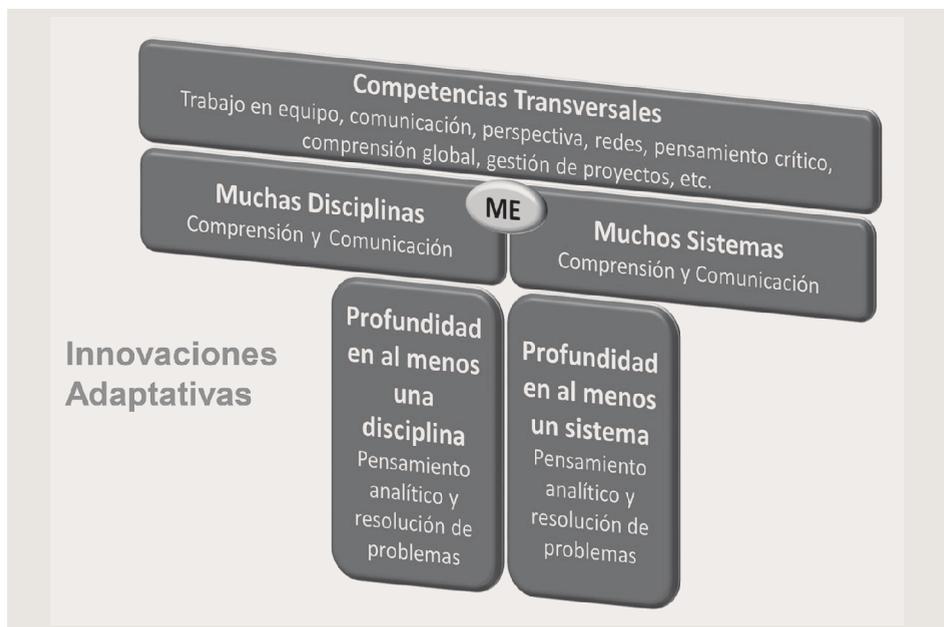
A modo de ejemplo, supongamos que nos ingresan en el hospital porque tenemos un dolor en una pierna, una erupción cutánea y el ritmo cardiaco alto. Una vez en el hospital, nos visita un traumatólogo que nos examina la pierna, un der-

matólogo que sólo se fija en nuestra piel y un cardiólogo que nos mira el corazón, y cada uno de ellos nos da un diagnóstico independiente de nuestra patología. Podría ocurrir que una enfermedad que diera como síntomas estos tres a la vez pasara desapercibida. Se hace pues necesario un médico internista, que tenga una visión integral de la persona y que pueda diagnosticar con una visión completa de la misma. De igual modo, la Ciencia de los Servicios pretende abordar la problemática de los servicios desde una perspectiva integral y holística de los mismos.

Así, el ingeniero de servicios es a los servicios lo que el médico internista es a la medicina. Si volvemos al ejemplo de Amazon, el ingeniero de servicios es la persona encargada de darle forma a la idea de la venta de libros por internet. Tendrá que tener una visión integral de todo el servicio (parte técnica, parte económica, empresarial, de marketing, de impacto social, etc.) y se apoyará en expertos de las diferentes áreas, con los que deberá ser capaz de comunicarse en su mismo lenguaje, para integrar su trabajo en un solo producto que se ofertará en forma de servicio. Se trata en suma de una persona con un perfil *T-shaped*.

Para satisfacer estas necesidades, SSME defiende la concepción de un nuevo profesional para el sector servicios. Este profesional se forma combinando las áreas de conocimiento de SSME (gráfico nº 3) con un tipo de perfil *T-shaped* (gráfico nº 2) (Maglio y Spohrer, 2008), tal como se muestra en el gráfico nº 4.

Gráfico nº 4. **INGENIERO DE SERVICIOS: PROFESIONALES *T-SHAPED* PARA ORGANIZACIONES DE SERVICIOS**



Fuente: Elaboración propia.

Los ingenieros de servicios deberán tener un conocimiento en profundidad (vertical de la T) en, al menos, una disciplina (empresa, tecnologías de la información, etc.) y en, al menos, un dominio (sanitario, IT, turismo, etc.). Además, deberán completar su perfil profesional con conocimientos transversales (horizontal de la T), como: capacidad de comprensión y comunicación con profesionales de diferentes perfiles, capacidad de trabajo en equipo, liderazgo, gestión de proyectos, pensamiento crítico, pensamiento sistémico, idiomas, adaptación y flexibilidad, multiculturalidad, globalización, etc. Se amplía así el concepto de profesional *T-shaped* descrito en la sección 2.1., ya que una organización de servicios requiere conocimiento profundo no sólo en una disciplina, sino también en un sector. Del mismo modo, en la horizontal de la T se requiere conocimiento en varias disciplinas, en varios dominios y, además, competencias transversales.

Así, siguiendo con el ejemplo de Amazon, el ingeniero de servicios deberá poseer conocimiento en profundidad de una disciplina, por ejemplo, empresa, y de un dominio, por ejemplo, el negocio concreto de los libros. Pero además de esta formación vertical, deberá ser capaz de comunicarse con personal informático, con proveedores de libros, con personal de almacén y distribución, con el departamento de marketing, etc. Es decir, deberá tener una perspectiva global del negocio y poseer habilidades transversales (como la gestión de proyectos y de equipos, liderazgo, etc.) y capacidad de comunicarse y entenderse con personal de diversas disciplinas y dominios. Todo ello conformaría su perfil *T-shaped*.

Sin embargo, tal como veíamos en la sección segunda, aunque la universidad se ha ido adaptando a las necesidades de la empresa actual, sus modelos de enseñanza aún tienen que evolucionar más. En la sociedad industrial, el perfil requerido para los trabajadores era muy especializado, y es por esta herencia que aún seguimos formando, mayoritariamente, profesionales con perfil vertical. Sin embargo, tal como veremos en la sección cuarta, existen ya algunas universidades que, sensibles a esta demanda social, están ofertando programas que comienzan a orientarse a este perfil.

4. FORMACIÓN DE PROFESIONALES *T-SHAPED*: APLICACIÓN A EMPRESAS DE SERVICIOS

El profesional que hemos descrito en el ejemplo de Amazon es el mismo que precisaría cualquier otra organización de servicios. Los servicios de Amazon no difieren mucho de otro tipo de servicios, como por ejemplo los hoteleros. El servicio que presta un hotel requiere también una visión de empresa y de negocio, un soporte tecnológico, una labor de marketing y de innovación para ofertar nuevos servicios, así como aspectos de logística y distribución; precisa, por supuesto, conocimiento en profundidad del negocio concreto (en este caso el turístico) y competencias en aspectos psicológicos y psicológicos que permitan establecer una buena relación con el usuario y su fidelización.

Hasta hace pocos años, no existía ninguna formación específica para este tipo de profesional, de modo que los trabajadores que actualmente desempeñan este tipo de funciones en las organizaciones se han ido formando a lo largo de su carrera profesional. Por ejemplo, un Ingeniero informático que cursa un Master en Administración de Empresas y que completa su formación a través de su experiencia en distintos departamentos, puede ser un buen ingeniero de servicios en una empresa tecnológica. Un Licenciado en Turismo con estudios en Administración de empresas que ha trabajado en diferentes departamentos de un hotel, podría ser un buen gestor en una empresa hotelera.

Sin embargo, si la sociedad requiere cada vez más profesionales con un determinado perfil profesional, parece lógico que las universidades adapten sus *curricula* a este nuevo tipo de formación. De este modo, al igual que la formación de ingenieros en la etapa industrial supuso un fuerte impulso a la industria de aquella época, la formación de ingenieros adaptados a las necesidades de la Industria 4.0 será un modo potente y eficaz de mejorar la calidad y la productividad en la empresa del siglo XXI, con la correspondiente mejora de la competitividad de los países desarrollados o en vías de desarrollo.

Para ser competitivas, las empresas necesitan, pues, un tipo de profesional diferente al que venimos formando las universidades. No sólo por los contenidos que se imparten en las aulas, sino también porque los métodos de enseñanza tradicionales, adecuados a las necesidades de la sociedad industrial y que se basan en la clase magistral, la memorización de contenidos, el aprendizaje de conceptos como verdades absolutas, etc., no son idóneos para los requerimientos de la empresa actual. En el siglo XXI la información está accesible para cualquiera, los alumnos pueden aprender leyendo o a través de vídeos. Sin embargo, no podrán adquirir por sí mismos competencias como la capacidad de innovación, el pensamiento sistémico, la capacidad de abstracción y de análisis crítico, etc. Tampoco habilidades de comunicación, de liderazgo, de trabajo en equipo o de negociación. Por ello, la Universidad debería centrarse en crear una base sólida, en transmitir todas esas habilidades que no se aprenden leyendo o en una clase magistral, y será la empresa la que se ocupe de proporcionar la formación específica (una tarea fácil si, efectivamente, los cimientos son buenos).

Al igual que en la etapa industrial la Universidad formaba Ingenieros con especialidades (industrial, eléctrica, etc.), en la sociedad de los servicios la Universidad debe dar respuesta a la formación de Ingenieros de Servicios con especialidades para los distintos sectores (sanidad, turismo, consultoría, banca, etc.). Esta idea está teniendo un fuerte impacto en países como EE.UU., Canadá, Suiza, Portugal, etc., que ya han implantado con éxito programas de grado y de master en SSME.

Aunque existen diferentes propuestas a cerca de lo que debería ser el cuerpo de conocimiento en SSME (Lazaro *et al.*, 2009; Hefley y Murphy, 2008), podemos decir que todas ellas coinciden en señalar los tres tipos de habilidades fundamentales para un profesional en SSME descritos en la sección tercera (gráfico nº 2): *Business & Management skills*, *Engineering & Technological skills* y *Socio-Organizacional skills*.

Si bien es cierto que en la universidad actual se pueden adquirir estas habilidades y conocimientos, no es menos cierto que por lo general hay que hacerlo de manera independiente, de modo que para obtener una completa formación en SSME el alumno debería diseñarse su propio currículum a medida, obteniendo además una formación compartimentada o en silos (Spohrer *et al.*, 2012). SSME busca integrar la enseñanza en estas áreas mediante el diseño de un currículum que permita la formación de profesionales altamente capacitados para trabajar en distintos campos relacionados con los servicios. Y uno de los aspectos diferenciadores de la formación en servicios es, precisamente, la integración de estos conocimientos en un único cuerpo de conocimiento.

Para intentar avanzar en esta dirección, distintas universidades, principalmente americanas y europeas, han empezado ya a ofertar estudios de grado y de master (el cuadro nº 1 muestra un resumen) cuyo objetivo es la formación de profesionales de servicios.

Cuadro nº 1. PROGRAMAS DE GRADO Y MASTER EN RELACIÓN A SSME

UNDERGRADUATE PROGRAMMES		
Denominación	Escuela/Centro en el que se imparte	Universidad
Ciencia, Gestión e Ingeniería de Servicios	Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales	Universidad Rey Juan Carlos (Madrid, Spain)
Degree in IT Service Management	College of Business Administration	Missouri State University (EE.UU.)
B.S. Degree in Service Management	College of Human Development and College of Technology, Engineering & Management	University of Wisconsin-Stout (EE.UU.)
Baccalauréat Universitaire en Systèmes d'Information et Science des Services»	Facultad de Ciencias Económicas y Sociales	Universidad de Ginebra (Suiza)
Bachelor of Science in Human Services with a concentration in Management	College of Social Sciences	University of Phoenix (EE.UU.)
Bachelor of Science in Business with a concentration in Service Sector	School of Business	University of Phoenix (EE.UU.)
Grado de Informática y Servicios	Escola Universitària d'Informàtica «Tomàs Cerdà»	Universidad Autónoma de Barcelona (España)
IT Service Science major: Bachelor of Computer and Information Sciences	School of Computing and Mathematical Sciences	Auckland University of Technology (Nueva Zelanda)

.../...

.../...

Bachelor of Science in IT Service Management	Faculty of Computer Science	University of Applied Sciences Schmalkalden (Alemania)
Bachelor of Science in Industrial Management Engineering minor in Service Management	Gokongwei College of Engineering	De la Salle University (Filipinas)
IT Service Management Concentration	Online Information Technology Degree Program	Mount Washington College (EE.UU.)

GRADUATE PROGRAMMES		
Denominación	Escuela/Centro en el que se imparte	Universidad
International Master in Service Engineering	European Research Institute in Service Science (ERISS), School of Economics and Management	University of Tilburg (los Países Bajos), University of Stuttgart (Alemania), University of Crete (Grecia)
Master in Services Engineering and Management	Department of Industrial Engineering and Management	Universidade de Oporto (Portugal)
Master in Service Design and Engineering	EIT ICT Labs Master School (escuelas técnicas y de negocios)	University of Trento (Italia), TU Eindhoven (los Países Bajos), Aalto University (Finlandia) and ELTE Budapest (Hungria)
Master's Programme in Service Design and Engineering	The Department of Computer Science and Engineering, School of Science	Aalto University (Finlandia)
Services Management concentration in the MBA program	College of Management	North Carolina State University (EE.UU.)
Service Engineering and Management	Faculty of Automatic Control and Computers	University Politehnica of Bucharest (Rumania)
Master on Service Science, Management, and Engineering	Faculty of Informatics	Masaryk University (República Checa)
Master in Service Management	Faculty of Social sciences	Copenhagen Business School (Dinamarca)
Service Management and Design (SMD)	WMG International Manufacturing Centre	University of Warwick (Reino Unido)
Master Programme in Service Management: Master	Faculty Economy and Law	Karlstad University (Suecia)
Master of Science in Foreign Service	Faculty of the School of Foreign Service	Georgetown University (EE. UU.)

.../...

.../...

GRADUATE PROGRAMMES		
Denominación	Escuela/Centro en el que se imparte	Universidad
Master of Science in Public Service Management	College of Liberal Arts and Social Sciences	DePaul University (EE.UU.)
MSc Service Innovation and Management	Faculty of Information Technology	University of Jyväskylä (Finlandia)
Master Program in Service Management & Engineering (SME)	Technology Business School	Hector School of Engineering and Management (Alemania)
Master of Social Sciences Social Service Management	Faculty of Social Sciences	The University of Hong Kong (China)
Master Service Designers	Poli-design Consorzio Polidesign del Politecnico de Milano	Politecnico de Milano (Italia)
Master's Degree Programme in Service Management	Faculty of Social sciences	University of Eastern Finland (Finlandia)
Master in Service Engineering	Faculty of Information Technology	Universitat Politècnica de Catalunya (España)
Master of design for services	Faculty of design	University of Dundee (Reino Unido)
Master Certificate in IT Service Management	Business School	University Alliance (EE.UU.)
EIT ICT Labs Master's Program: Service design and engineering	Faculty of Informatics	ELTE Budapest (Hungría)
Master Service Management	Faculty of Social sciences	Universidade Católica Portuguesa (Portugal)
Engineering Management	Faculty of Social sciences	University of Nicosia (Chipre)
Master's Degree in Business, Product and Service Management	Faculty of Social sciences	Universitat Politècnica de València (España)

Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de que el alumnado adquiera el perfil en T requerido para una Ingeniería de Servicios (y, en general, para profesionales de la Industria 4.0) tal como hemos visto, los programas formativos deben contar con materias de tecnología y comunicaciones, de empresa, sociología, fundamentos de servicios, marketing, recursos humanos, entre otras. Además, deben incluir formación en habilidades personales, como la inteligencia emocional, habilidades de comunicación, liderazgo y trabajo en equipo, etc. Sin embargo, casi ninguno de los grados y masters que se listan en el cuadro nº 1 abarca todo este

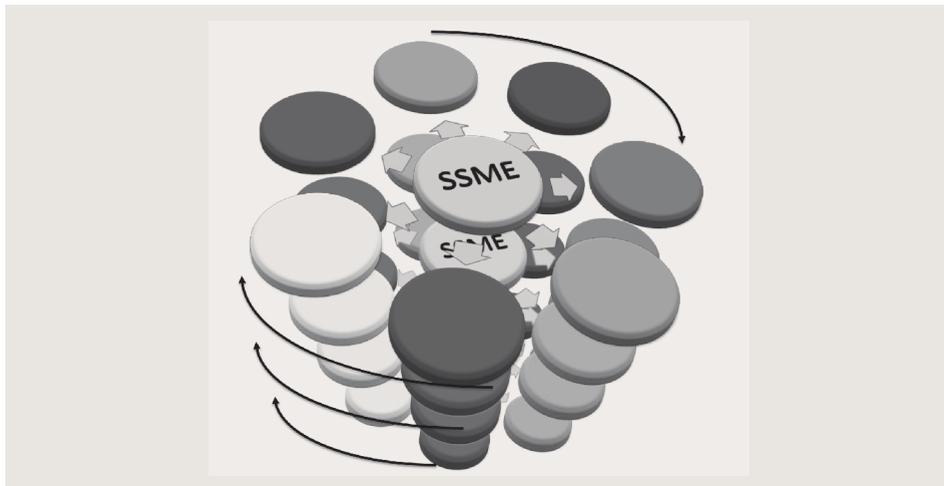
espectro de materias y habilidades. Procedentes de distintas áreas, tienen enfoques muy diversos y suelen focalizarse en los campos de conocimiento de los que proceden. Así, mientras algunos se centran en tecnología para servicios, otros tienen un enfoque más empresarial, de marketing, etc., y son casi inexistentes aquellos que llegan a cubrir una formación integral del Ingeniero de Servicios con el perfil en T requerido.

Pero, además de los contenidos, la clave de la formación en Servicios pasa por la forma en que se imparten dichos contenidos. Y esta diferencia, de carácter cualitativo, es quizás la principal con respecto a otros estudios interdisciplinarios, como pueda ser un grado en Sistemas de Información, una doble titulación en Administración de Empresas e Ingeniería del Software. Y es que, SSME es una ciencia transdisciplinar, que surge como confluencia de diversas disciplinas. Sin embargo, la transdisciplinaridad va un paso más allá que la interdisciplinaridad, que también integra conocimientos de diferentes disciplinas, dando lugar a un nuevo cuerpo de conocimiento diferente a los de las disciplinas de las que procede.

Por ello, las materias deben impartirse con un enfoque diferente al que se usaría en un grado de la disciplina procedente. Así, por ejemplo, las materias de informática (lo mismo sucede con materias de otras áreas, como empresa) no deberían impartirse como se haría en un grado de Ingeniería del software, ya que los egresados van a ser ingenieros de servicios, y no ingenieros de software. No serán por tanto los responsables de construir el software que componga la base tecnológica de los servicios. Serán los responsables de la innovación y el diseño de nuevos servicios mediante la dirección de equipos multidisciplinares en los departamentos de empresas y organizaciones de servicios IT. Por lo tanto, aunque deberán tener conocimientos de programación, de redes, de gestión de datos, etc., no será necesario que lo hagan al mismo nivel que el de un programador o el de un ingeniero de software.

Además, tampoco el enfoque debería ser el mismo. En este tipo de formación es muy importante la visión global del servicio, por lo que si bien el conocimiento de las partes es importante, aún más lo es la visión de conjunto, y para ello es imprescindible abandonar el estilo formativo en «islas de conocimiento» del que hablábamos anteriormente e interconectar los conocimientos, proporcionando al alumno la capacidad de visión y pensamiento sistémico. Al igual que un médico no puede contemplar los miembros del cuerpo de manera independiente del resto del cuerpo, los servicios deben entenderse de manera global. Hablamos del internista, en contraposición al traumatólogo, cardiólogo o dermatólogo de nuestro ejemplo; y del Ingeniero de Servicios, en contraposición al Ingeniero de Software. No se trata, por tanto, de enseñar qué son, o cómo se construyen, cada una de las partes del servicio. Por el contrario, el concepto de servicio, como un todo, es el núcleo de la formación, permitiendo que el alumno adquiera una visión holística e integral del mismo, tal como se muestra en el gráfico nº 5. Esta es otra asignatura pendiente en los actuales programas de Master y de Grado que, tal como hemos visto, suelen impartir aún las materias directamente importadas de las disciplinas de procedencia o, en el mejor de los casos, ligeramente adaptadas.

Gráfico nº 5. **INTEGRACIÓN DE CONOCIMIENTOS PARA UN CURRÍCULUM TRANSDISCIPLINAR**



Fuente: Elaboración propia.

5. CONCLUSIONES

En las últimas décadas, estamos viviendo un verdadero proceso de transformación industrial; se trata de una nueva revolución industrial, a la que se ha denominado Industria 4.0 y que se caracteriza por la unión de productos y servicios para ofrecer soluciones a los clientes, en un entorno donde las tecnologías de la información difuminan los límites entre el mundo real y el virtual. El reto de la Industria 4.0 en las próximas décadas será aumentar su competitividad en lo relativo a la innovación, diseño, provisión, mantenimiento, etc., no de productos como hasta el momento, sino de soluciones con un componente importante de servicios.

Para ello es necesario contar con profesionales que posean una formación adecuada, para abordar con éxito el inmenso reto de la conectividad total. Se trata de profesionales que, además de tener conocimientos profundos en al menos una disciplina y un dominio, posean otro tipo de habilidades transversales que les permitan abordar con éxito la gestión de equipos multiculturales y multidisciplinares en una empresa globalizada y en la que la satisfacción del usuario es un factor determinante. Son los profesionales *T-shaped*.

Un conjunto importante de estos profesionales lo constituyen los ingenieros de servicios, dado que éstos pasan a formar parte de las soluciones y definen en gran parte el escenario de la conectividad total a través de la continua innovación tecnológica.

En este artículo hemos presentado un resumen de las principales características de los profesionales *T-shaped*, centrándonos en cómo debe de ser la formación de este tipo de profesional para el caso concreto de Ingenieros de Servicios, mostrando algu-

nas universidades que ya ofertan este tipo de formación a través de programas de Grado y de Master. Un estudio de estos programas muestra que sus principales deficiencias se encuentran no tanto en los contenidos, sino en el modo de impartirlo.

El reto en la formación de los Ingenieros de Servicios (y de los profesionales de la Industria 4.0 en general) es adaptar los grados y los masters, de modo que incluyan conocimientos interdisciplinarios y transdisciplinarios procedentes de distintos campos, y que estos contenidos se impartan de manera interconectada, no como islas de conocimiento, proporcionando a los alumnos una visión holística e integral de los servicios. Este tipo de enseñanza es la que proporcionará a la Industria 4.0 el profesional *T-shaped* que requiere.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAINES, T., *et al.* (2009): «The Servitization of manufacturing: A review of literature and reflection on future challenges». *Journal of Manufacturing Technology Management*, 20, 5.
- BARILE, S. Y SAVIANO, M. (2013): «Dynamic Capabilities and T-Shaped Knowledge: A Viable Systems Approach». *Contributions to Theoretical and Practical Advances in Management. A Viable Systems Approach (VSA)*, ARACNE Editrice Srl, Roma.
- BISHOP, K., *et al.* (2004): «Succeeding through service innovation: A service perspective for education, research, business and government», White paper based on *Cambridge Service Science, Management and Engineering Symposium*, University of Cambridge & IBM, Cambridge, UK.
- CHEVARRÍA, R. (2008): *La empresa emergente*. Granica, Buenos Aires, Argentina.
- EVANS, P. C. Y ANNUNZIATA, M. (2012): «Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines», retrieved from http://www.ge.com/docs/chapters/Industrial_Internet.pdf (6.11.2014).
- GUEST D. (1991): «The hunt is on for the Renaissance Man of computing», *The Independent* (London), September 17.
- HEFLEY, B. Y MURPHY, W. (2008): *Service Science, Management and Engineering. Education for the 21st. Century*. Springer.
- HERMAN, M., PENTEK, T. Y OTTO, B. (2015): «Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review». *Working paper nº 1*. Technische Universität Dortmund.
- IBM (2004): «IBM Research, Services Sciences: A new academic discipline?» *Report on the Architecture of On Demand Business Summit*, Yorktown Heights, NY. En: <http://www.almaden.ibm.com/asr/SSME/facsummit.pdf> IBM Research.
- IFM Y IBM (2008): «Succeeding through service innovation: A service perspective for education, research, business and government». *Cambridge, United Kingdom: University of Cambridge Institute for Manufacturing*.
- KAGERMANN, H., WAHLSTER, W. Y HELBIG, J. eds. (2013): «Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0», *Final report of the Industrie 4.0 Working Group*.
- LA EDUCACIÓN PROHIBIDA | UN PROYECTO AUDIOVISUAL PARA TRANSFORMAR LA EDUCACIÓN (2012): En: <http://www.educacionprohibida.com/>
- LÁZARO, P., GALÁN, L., SUÁREZ, B. Y DOMÍNGUEZ, A. (2009): «La Ciencia de los Servicios: Un desafío para el sistema universitario español». *Programa de Estudios y Análisis del Ministerio de Educación*. Proyecto EA2008-0307. Junio.
- MAGLIO, P. Y SPOHRER, J. (2008): «Fundamentals of service science». *Journal of the Academy of Marketing Science*, 36.
- NEELY, A. (2011): «Curricula ignore the potential of technology». *Financial Times*. En: <http://www.ft.com/intl/cms/s/2/78f04baa-d86d-11e0-8f0a-00144feabdc0.html#axzz3uCOsFm5q>
- SPOHRER, J., FODELL, D. Y MURPHY, W. (2012): «Ten Reasons: Service Science Matters to Universities». *Educause Review*. November/December.
- SPOHRER, J. Y KWAN, S. K. (2009): «Service science, management, engineering, and design (SSMED): an emerging discipline—outline and references». *International Journal of Information Systems in the Service Sector*, 1(3).
- WIESMÜLLER, M. (2014): «Industrie 4.0: surfing the wave?», *Elektrotechnik & Informationstechnik*, Oktober, Heft 7.2014.