



# ANÁLISIS DE LAS COMPETENCIAS CLAVES PARA LA INDUSTRIA 4.0

## Las competencias para la Industria 4.0.

Analysis of the Key Competences for Industry 4.0.

RICHARD MABABU MUKIUR

Universidad a Distancia de Madrid (UDIMA), España

---

### KEYWORDS

Industry 4.0.  
Competences  
Transformation  
Digital  
Workplace  
Training  
Technology

### ABSTRACT

*The main aim of this research is on the one hand to analyse the skills required for the current context of the Fourth Industrial Revolution; and, on the other hand, to examine the strategies used for the development of competences to adapt companies to Industry 4.0. The study sample consisted of 440 managers from a variety of sectors of economic activity. A questionnaire on Industry 4.0 competences was administered. The results show that there are several relevant competences that contribute to the development of Industry 4.0, particularly specific or technical competences, transversal competences, and personal or psychological skills.*

---

### PALABRAS CLAVE

Industria 4.0.  
Competencias  
Transformación  
Digital  
Entorno laboral  
Formación  
Tecnologías

### RESUMEN

*El objetivo principal de esta investigación es por una parte analizar las competencias requeridas para el contexto actual de la Cuarta revolución industrial; y, por otra parte, examinar las estrategias utilizadas para el desarrollo de las competencias para adaptar las empresas a la Industria 4.0. La muestra de estudio consistió en 440 directivos a los que se les administraron un cuestionario sobre las competencias en la Industria 4.0. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que hay varias competencias que contribuyen en el desarrollo de la Industria 4.0, particularmente las competencias específicas o técnicas, competencias transversales, y competencias personales o de carácter psicológico.*

Recibido: 06/ 04 / 2022

Aceptado: 15/ 06 / 2022

## 1. Introducción

La transformación digital está impulsando la Industria 4.0 que es considerada como la Cuarta Revolución Industrial basada en la utilización de las tecnologías como la inteligencia artificial, el Internet de las cosas, la robotización, el Big data, la realidad aumentada, ... en los procesos productivos. Sin embargo, esta Cuarta Revolución Industrial no es posible sin una formación adecuada para la adquisición de competencias. En este sentido, el concepto “formación 4.0” hace referencia precisamente a todos aquellos procesos de formación que se ponen en marcha para desarrollar las competencias requeridas en el marco de la Industria 4.0. El desarrollo de las competencias es la clave para que se produzca los cambios o la transformación necesaria en este nuevo paradigma.

Entre los resultados que se esperan de la formación en el contexto la Industria 4.0 pueden destacarse: (a) el dominio de las tecnologías digitales por parte de los ciudadanos para adaptarse a un mundo cada vez más interconectado y multifacético, donde emergen cada vez más mejoras cotidianas basadas en tecnologías digitales; (b) la adaptación del modelo formativo tanto a nivel de las escuelas y empresas para equipar a los estudiantes y a los empleados con las habilidades necesarias para crear una sociedad más inclusiva, cohesionada y productiva; (c) el desarrollo de las competencias digitales para formadores o docentes para promover el aprendizaje necesario para proporcionar soluciones a los diferentes problemas; y (d) la utilización de metodologías pedagógicas innovadoras para ayudar al formando o el estudiante a asumir un papel activo en el aprendizaje o en la adquisición de los conocimientos, las habilidades y las actitudes. Es cierto que la transformación digital es un proceso que está transformando todos los sectores, particularmente las organizaciones y las empresas; pero los cambios más importantes son verdaderamente los que se realizan en las personas mediante la adquisición de las competencias, conocimientos y actitudes que permiten afrontar el futuro con cierta garantía de éxito o de mejora (Lepore *et al.*, 2022). Por este motivo, resulta sumamente importante conocer y desarrollar las competencias claves que se requieren en el desarrollo de la Industria 4.0.

### 1.1. La Industria 4.0. en la transformación digital

La transformación digital es una expresión que conlleva dos conceptos bien diferenciados. El primero es el concepto “transformación” que según la Real Academia Española es el hecho de hacer cambiar de forma a alguien o algo y transmutar algo en otra cosa. Se refiere a un cambio fundamental en el día a día de los negocios en toda la cadena del valor de un producto o servicios (desde su producción hasta su entrega al consumidor). La transformación es necesaria para todo tipo de organización (empresa, gobierno, proveedor, etc.) ya que simboliza el progreso y la renovación. El segundo es el concepto digital que viene de “*digitālis*” en latín que es aquello relativo a los dedos, y que en el campo de las tecnologías se utiliza para hacer referencia a la representación de la información, generalmente en modo binario cero y uno (0 y 1). En esta línea, en el lenguaje común, el término “digital” hace referencia al uso de las herramientas o dispositivos destinados a generar, transmitir, procesar, o almacenar información o señales binarias que definen lo que se suelen considerar como la “cuarta revolución industrial” o la industria 4.0. Según el informe del Ministerio de Industria, Energía y Turismo del Gobierno de España, la Industria 4.0 o la “Cuarta revolución industrial” se refiere a los procesos informatizados e interconectados que permiten la disponibilidad en tiempo real de toda la información relevante al producto, proporcionada por una red accesible en toda la cadena de valor, así como la capacidad para modificar el flujo de valor óptimo en cualquier momento. Esto se logra a través de la digitalización y la unión de todas las unidades productivas de una economía.

En España, los sucesivos gobiernos han ido poniendo en marcha programas para la transformación digital en el marco de la estrategia política definida por la Unión Europea (European Commission, 2021). Diferentes planes estratégicos han sido puestos en marcha estos últimos años tales como Info XXI, Programa España.es, Plan Avanza, Agenda Digital para España, Industria conectada, Plan España Digital 2025, etc. (Andreu, 2022). La evaluación de todos esos planes determinan que España se encuentra en una posición favorable para seguir avanzando en su transformación digital que abarca los sectores trascendentales como la industria, la salud, la educación, la comunicación y movilidad, la hostelería y turismo, la banca y finanzas, etc. Asimismo, el país cuenta ya con una administración pública avanzada digitalmente, y con un potencial relevante en la aplicación de las nuevas tecnologías para la gestión de la información, para la ejecución de las políticas públicas y para la atención a la ciudadanía.

La transformación digital es por lo tanto la integración de la tecnología en los sistemas productivos de la organización que tiene una implicación directa en la educación o la formación. En otras palabras, se suele considerar la transformación digital como el uso o la aplicación de los avances tecnológicos para mejorar las capacidades digitales y los procesos para optimizar los resultados mejorando los sistemas productivos, las cadenas de valor, la calidad y las relaciones con los clientes. Incluye también la mejora de las capacidades de uso y de aplicación de las tecnologías a través de la formación o la alfabetización digital (Castellanos y Escott, 2020). Es cierto que la transformación digital es un proceso que está transformando la sociedad en su conjunto, particularmente las organizaciones y las empresas; pero los cambios más importantes son verdaderamente los que se realizan en las

personas mediante la adquisición de las competencias, conocimientos y actitudes que permiten afrontar el futuro con cierta garantía de éxito o de mejora.

El Foro Económico Mundial (2020) ya estimaba que el 65% de los estudiantes del siglo XXI trabajarán en empleos que aún no existen cuando ingresen a las escuelas y también necesitan estar equipados con habilidades digitales para satisfacer las demandas de los trabajos emergentes de la Cuarta Revolución Industrial. En la misma línea, para la OCDE (2018), los estudiantes tendrán que adquirir y aplicar sus conocimientos en circunstancias o situaciones sin precedentes en un mundo que tiene una evolución rápida y continua; pero para eso, necesitarán un amplio conjunto de habilidades cognitivas, sociales, emocionales, prácticas y físicas.

Para que la transformación digital sea una oportunidad de desarrollo para toda la sociedad, debe pivotar sobre los tres ejes principales que sustentan la formación 4.0: las personas, los procesos y las tecnologías: (a) las personas: la transformación digital necesita las personas para transformar las empresas con sus conocimientos, sus competencias, incluyendo la capacidad de adecuación de las tecnologías a las necesidades de la empresa. Además, son las personas que constituyen el grupo de los usuarios o los consumidores que utilizan los productos como las tecnologías que derivan de la Industria 4.0 como parte de la transformación digital. (b) los procesos: los procesos organizativos o empresariales tienen que estar sustentados en las tecnologías como elementos facilitadores de la cadena de valor particularmente en cuanto a la integración, automatización, robotización, trazabilidad se refieren. Además, tienen que estar adecuadamente definidos, establecidos y parametrizados en los diferentes fases o pasos; asimismo los responsables de cada fase deben estar claramente identificados y formados. (c) las tecnologías: las organizaciones o las empresas deberían utilizar las tecnologías consolidadas, fiables, seguras o flexibles que deben dar el soporte necesario para facilitar todo el proceso de transformación digital.

En definitiva, la Cuarta Revolución Industrial trae cambios de paradigma en muchos campos como la economía, la banca, la industria, la ecología, el mercado laboral o la política y que tienen un impacto directo en los sistemas educativos. No obstante, el sistema formativo adaptado a estos cambios resulta la clave en este proceso (Khin y Kee, 2022). La industria 4.0 está impulsando la transformación digital de la empresa que implica la utilización de diferentes estrategias y modelos para la formación o la adquisición de las competencias. Los aspectos que caracterizan la transformación digital son múltiples y los más destacados en la actualidad por su frecuencia de uso en las empresas son, entre otros, los siguientes (Mababu, 2017; Buenrostro, 2022):

- Inteligencia Artificial. Es el programa computacional que está diseñado para realizar determinadas operaciones (que caracteriza la inteligencia humana) a partir de los Algoritmos, Redes neuronales artificiales, lógica matemática, etc.
- Big data y analytics. Es la aplicación de las tecnologías de la Industria 4.0 que se centra en buscar, analizar, gestionar, capturar, almacenar, y virtualizar grandes conjuntos de datos.
- Internet de las Cosas o *Internet of Things* (IoT). Se refiere a las conexiones a las redes de internet de los objetos cotidianos para facilitar la comodidad de los usuarios. Es el caso de automóviles, hogares conectados, herramientas de oficina en redes, robots conectados, etc.
- Ciberseguridad. Se trata de la seguridad informática y es un área de informática que se ocupa de la protección o seguridad de la información o contenidos que circulan de un ordenador a otro en las infraestructuras informáticas.
- Robots autónomos. Son robots que operan con un alto grado de autonomía para realizar las tareas pesadas o tediosas o que requieren un nivel elevado de precisión o de rutina.
- Realidad aumentada. Es la combinación de la visión directa o indirecta de los entornos físicos del mundo real junto con los elementos virtuales para la creación de una realidad mixta en tiempo real.
- Dispositivos móviles conectados a internet. Los móviles están cambiando las formas de hacer negocios en todos los sectores.
- Virtualización de las redes. Se trata de la tecnología que permite a las organizaciones crear redes sin las limitaciones de las redes físicas;
- Wearables. Se tratan de los dispositivos electrónicos portátiles que se usan en el cuerpo, en camisetas, etc.
- Social Media o Redes sociales. Se refieren a conjunto de plataformas o soportes que permiten conformar una comunidad virtual, una estructura social o un conjunto de actores que están relacionados de acuerdo con algún criterio determinado.
- Ecosistema digital. Engloba las herramientas utilizadas para posicionarse y darse a conocer frente a miles de potenciales usuarios que navegan por la web y las redes sociales. Incluye, entre otros, el marketing a través de e-mail, Blogs, Micrositios, Apps, Search Engine Marketing o Search Engine Optimization (SEO), Sitios perimetrales, publicidad en redes sociales, procesos de conversión, etc.
- Nubes informáticas o *cloud computing*. Es la tecnología que ofrece la posibilidad de tener todos los archivos e información en servidores remotos de acceso a internet, sin preocuparse por la capacidad

de almacenamiento de su ordenador u ordenadores de oficina o de casa; ofrece por lo tanto nuevas oportunidades de hacer negocios en internet.

- Impresora 3D. Es una de las tecnologías de fabricación por adición que crea piezas, elementos volumétricos u objetos tridimensionales mediante la superposición de capas sucesivas de un determinado material.

Además, la estrategia primordial de la revolución industrial en cualquier de sus etapas es la mejora de las competencias de las personas para asegurar la productividad. Se trata de dotar a las personas de las herramientas que puedan manejar de manera adecuada para facilitar el sistema productivo y asegurar la productividad. En el caso de la Industria 4.0, los avances tecnológicos están facilitando los procesos productivos y las operaciones en términos de la eficiencia, la eficacia, la flexibilidad, la calidad y con menor costes (Bondar, 2018; Alhayani *et al.*, 2022). Los principales aspectos abordados por la Industria 4.0 son los siguientes:

- La personalización de los productos y servicios, que significa que la producción se adapta a las necesidades de las personas.
- La adaptación de la cadena de producción de forma flexible y forma automática a los requerimientos y necesidades de un entorno cambiante.
- El seguimiento y la comunicación de diferentes instrumentos, máquinas y productos (que permiten la comunicación en las fábricas inteligentes).
- La concreción de los paradigmas avanzados de interacción hombre-máquina, que incluye nuevas formas radicales de interactuar y operar en las fábricas.

En términos de las competencias, la Industria 4.0 requiere las habilidades como la capacidad de adaptación, la capacidad de empatía, la capacidad de comunicación, conocimiento técnico, etc.

## 1.2. La importancia del desarrollo de las competencias en la Industria 4.0

La Industria 4.0 exige de la persona una serie de competencias (conocimientos, habilidades y actitudes) que requieren imperiosamente la movilización de los recursos personales (competencias personales), recursos técnicos o específicos (competencias técnicas), y recursos transversales (competencias transversales). En general, puede estimularse el desarrollo de las competencias ligadas a la Industria 4.0. (Corrales *et al.*, 2022). La mayoría de las personas requieren un programa curricular para adaptarse a la transformación digital en términos de adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes para la Industria 4.0 y para la vida en general. Para estimular la Industria 4.0, es indispensable enfocar la formación desde una perspectiva innovadora que estimule el pensamiento creativo, promueva el auto-conocimiento y el sentido de autorealización, además de desarrollar las competencias claves ligadas a la transformación digital. Se tiende a priorizar más las competencias técnicas o *hard skills* sobre otras habilidades como las individuales y sociales (*soft skills*); sin embargo, una formación adecuada para la Industria 4.0 debe necesariamente estimular de manera equilibrada tanto las competencias técnicas como las transversales y las personales (Azah *et al.*, 2020). Ya en 1995, en su libro Blanco sobre la Educación y la Formación, la Comisión Europea destacaba la importancia de “enseñar y aprender” en los sistemas educativos para el desarrollo de las aptitudes para el empleo tales como conocimientos fundamentales y básicos, conocimientos técnicos, aptitudes sociales, y cómo adquirirlas.

Una competencia relevante es la capacidad para aplicar o utilizar un conjunto de conocimientos y habilidades relacionadas con unas exigencias laborales para realizar con éxito determinadas tareas o funciones. Ser competente o poseer una competencia es ser capaz de ejercitar el conocimiento, las habilidades, las actitudes, atributos de lo aprendido. En concreto, se mida una competencia a través de los comportamientos observables que incluyen logros de los objetivos y resultados concretos (Caratozzolo *et al.*, 2021).

En ciencias sociales, particularmente en psicología, en sociología, y en educación, el concepto “competencia” ha adquirido mucha notoriedad debido a su impacto en el desarrollo de comportamientos observables. El uso corriente de “ser competente” se refiere a la capacidad de demostrar un grado de dominio o dominar unos conocimientos, una disciplina, una técnica determinada. Por consiguiente, la “competencia” está asociada al desarrollo y al aprendizaje. En este contexto, una competencia significa una habilidad, pericia o aptitud para hacer algo o desarrollar un asunto con cierta soltura; es considerado como sinónimo de habilidad, aptitud, disposición, destreza, atribución, idoneidad o dominio. Por eso, se especifica con “capacidad para” o “capacidad de” a la hora de definirla.

En la década de los años sesenta, McClelland (1973) asesoró el gobierno norteamericano para que enfoque los esfuerzos en identificar las competencias en vez de la inteligencia a la hora de evaluar a los diplomáticos. Proponía entonces el uso de los atributos individuales a partir de niveles de desempeño en los puestos de trabajo asociados a los comportamientos observables. En este sentido, la competencia es un concepto complejo, multifacético, y multidimensional ya que incluye los aspectos comportamentales, actitudinales, el conjunto de conocimientos, las dimensiones de la personalidad, etc. Todos estos atributos ayudan al individuo a estar capacitado para ejecutar una tarea, ejercer una profesión, resolver determinada situación, etc. Por este motivo, se considera que la competencia se traduce por el saber (capacidad para dar una respuesta adecuada, sistemática y oportuna ante las demandas

que requiere una especialización del conocimiento), saber hacer (capacidad de realizar o concretar), saber ser (capacidad de orientación hacia el trabajo en equipo, la colaboración, comunicación, relaciones interpersonales, liderazgo, etc.), saber estar (capacidad para participar, asumir las responsabilidades, organizar, planificar, decidir, asumir las tareas, etc.).

Cabe poner de manifiesto que existen varios criterios para clasificar o categorizar las competencias. Diferentes autores realizaron propuestas de todo tipo en este sentido. Para Spencer y Spencer (1993), existen cinco tipos de competencias que son la motivación (intereses lleva a una persona en acción o para alcanzar los objetivos), características físicas (capacidad de captar y gestionar la información), las actitudes (conjunto de imágenes, valores, percepciones) y conocimiento (se refiere a la información que una persona posee sobre áreas específicas), fortaleza mental (capacidad para canalizar el esfuerzo mental para conseguir un objetivo). Una competencia necesita estar puesta en acción, estar ligada a una actividad concreta, a un resultado o una aplicación específica.

En un intento de aclarar este tema, en su informe de 2003, la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) subrayó que una competencia interviene principalmente en tres niveles que son el nivel personal, el nivel de campo y de aplicación y el nivel de reconocimiento: (a) el nivel personal: la persona posee un sistema de valores (basados fundamentalmente en su cultura, sus creencias y sus circunstancias pasadas y presentes). Su comportamiento está condicionado por sus aspiraciones que determinan en gran medida su motivación y su predisposición al aprendizaje. Posee la capacidad de aprender que sirve de base a su disposición de evolucionar y de ir mejorando continuamente. Dispone de conocimientos generales y específicos. Este conjunto de elementos intrínsecos configura la identidad de la persona. (b) El nivel de campo y un entorno de aplicación: las competencias adquiridas deben tener un impacto directo e indirecto en el campo en que opera la persona y en su entorno. Una persona que ha adquirido unas competencias tiene capacidad transformadora en su entorno ya que puede aplicarlas en determinados temas para alcanzar unos objetivos y sus resultados concretos. (c) El nivel de reconocimiento social. Es la sociedad en su conjunto que evalúa y reconoce las competencias que posee una persona por los resultados conseguidos.

La mayoría de las personas requieren un programa curricular para adaptarse a la transformación digital en términos de adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes para la Industria 4.0 y para la vida en general. En este sentido, en el entorno laboral, la formación para la transformación digital se centra en estimular las competencias que se necesita y en enfocar de manera imperiosa en aquellos aspectos que mejoren sus competencias técnicas o específicas y transversales. La estrategia primordial de la revolución industrial en cualquier de sus etapas es la mejora de las competencias de las personas para asegurar la productividad. Se trata de dotar a las personas de las herramientas que puedan manejar de manera adecuada para facilitar el sistema productivo y asegurar su adaptación.

Otros autores determinaron (Álvarez *et al.*, 2004) las competencias específicas o técnicas (habilidades realizadas con un conocimiento técnico que permiten al individuo desempeñarse en las actividades relacionadas con su profesión), las competencias transversales o genéricas (habilidades asociadas con desempeños comunes a diversas organizaciones y tareas). Algunos autores van más allá al considerar que la formación 4.0 se identifica con cuatro competencias (la ciudadanía global, la innovación y creatividad, el uso de las tecnologías y la inteligencia interpersonal) y cuatro característicos de aprendizaje (el aprendizaje personalizado y a ritmo propio, accesible e inclusivo y centrado en el estudiante o el formando); además, aseguran que la calidad de la enseñanza en el contexto de la transformación digital dependen de la combinación de los factores tecnológicos, humanos y del entorno.

En este sentido, las competencias para la Industria 4.0 para adaptarse a esta transformación digital son numerosas y diversas. En su estudio, Leinweber (2013) identificó 4 categorías principales en que se podría clasificar las competencias que son las siguientes: (a) Competencias técnicas: conocimientos en una área determinada, comprensión de procesos, habilidades técnicas, etc.; (b) Competencias metodológicas: creatividad, pensamiento empresarial, resolución de problemas, resolución de conflictos, toma de decisiones, competencias analíticas, habilidades de investigación, orientación hacia los resultados, etc.; (c) Competencias sociales: habilidades interculturales, competencias lingüísticas, habilidades comunicativas, habilidades sociales, competencias en trabajo en equipo, competencias de cooperación y de asumir los compromisos; (d) Competencias personales: flexibilidad, tolerancia a la ambigüedad, motivación para aprender, habilidades para trabajar bajo presiones, competencias ligadas a fomentar la sostenibilidad, etc.

La competencia personal puede entenderse como la capacidad de una persona para actuar de manera reflexiva y autónoma. La competencia personal también comprende la capacidad de aprender (desarrollar habilidades cognitivas), de desarrollar una actitud propia y un sistema de valores éticos. A nivel de los trabajadores, la Industria 4.0 conducirá a una mayor automatización de las tareas de rutina; lo que implica que los trabajadores tendrán que enfrentarse al hecho de que sus tareas actuales ya no existirán en el futuro. Tal perspectiva sobre el propio futuro laboral requiere la capacidad de tener una imagen más amplia para la sociedad en su conjunto (los desafíos, la escasez de recursos y las oportunidades, por ejemplo), las oportunidades para el propio desarrollo y el compromiso con el aprendizaje a lo largo de toda la vida. Una confianza general en la tecnología es vital,

pero también la capacidad de reconocer la delgada línea entre la tecnología como un medio para aumentar la productividad y la tecnología como un medio de control total del trabajador.

La competencia transversal se refiere a aquella habilidad instrumental que un individuo posee o debe desarrollar para aplicarlo en el contexto social tales como la capacidad de comunicarse, de cooperar y de establecer conexiones y estructuras sociales con otras personas y grupos. La integración digital estimula la automatización de procesos de fabricación completos desde la perspectiva de la dimensión vertical y horizontal que implican también una automatización de la comunicación y la cooperación, especialmente a lo largo de procesos estandarizados. En el marco de este estudio y a efectos didácticos, se clasifican las competencias para la Industria 4.0 en tres categorías principales: las competencias técnicas o específicas, las competencias transversales o instrumentales y las competencias personales o de carácter psicológico.

## 2. Objetivos

La adquisición de las competencias para la Industria 4.0 es un tema relevante para las empresas y para la sociedad en general porque determina en gran medida el ritmo de la implantación y desarrollo de la Cuarta revolución industrial en un país o región. La adquisición de las competencias es un proceso continuo que dota a las personas de las habilidades que se necesitan para responder adecuadamente a las demandas del entorno en constantes cambios que requieren nuevas estrategias de comportamiento. Las competencias pueden adquirirse a través de la formación, y la interacción experiencial (aprender haciendo) cuando el individuo se enfrenta a situaciones difíciles, complejas, abiertas y novedosas.

Por lo consiguiente, el objetivo principal de este trabajo es por una parte analizar las competencias requeridas para el contexto actual de la Cuarta revolución; y, por otra parte, examinar las estrategias utilizadas para el desarrollo de las competencias para adaptar las empresas a la Industria 4.0.

Es necesario fomentar la formación 4.0. que necesita la Industria 4.0 para la adquisición de las competencias personales, sociales y tecnológico-científicas. La historia muestra que las revoluciones industriales influyen no sólo en los sistemas productivos en sí, sino también en las maneras en que se forman a las personas (Azmi, *et al.*, 2018). La formación 4.0 puede ser considerada como un paradigma que pone énfasis en la formación ecléctica que se basa en la utilización de tecnologías para optimizar el aprendizaje personalizado (constructivo de conocimientos, habilidades y actitudes) que aporte soluciones innovadoras a los problemas de la vida en general (trabajo, escuela, familia, ...).

## 3. Metodología

### 3.1. Muestra

La muestra de estudio consistió en 440 directivos de empresas pertenecientes en diferentes sectores de actividades económicas. Como se puede observar en la tabla 1, las características de los participantes son las siguientes:

**Tabla 1.** Características demográficas de la muestra del estudio

Variable	Categorías	Freq.	%
<b>Sexo</b>			
	Varon	242	55
	Mujer	198	45
<b>Edad</b>			
	Menos de 25 años	14	3
	De 25 a 34 años	65	15
	De 35 a 44 años	102	23
	De 45 a 54 años	134	30
	De 55 a 64 años	56	13
	Más de 64 años	69	16
<b>Experiencia profesional</b>			
	Menos de 5 años	44	10
	De 5 a 10 años	160	36
	De 11 a 20 años	86	20
	De 21 a 30 años	96	22
	Más de 30 años	54	12

Sector			
	Industria de automóviles	82	19
	Electricidad y gas	54	12
	Talleres y reparación de motores	22	5
	Transporte	68	15
	Información y Comunicaciones	94	21
	Actividades técnicas y de investigación	10	2
	Consultoría y gestión de servicios	14	3
	Actividades Artísticas, de recreación y entretenimiento	40	9
	Construcción	18	4
	Salud y servicios sociales	32	7
	Otro	6	1
<b>Total</b>	<b>440</b>	<b>100</b>	

Fuente: elaboración propia.

Como se describe en la Tabla 1, el 45% son mujeres y el 55% son varones. La edad de los participantes oscila entre 22 y 65 años, siendo la media de 34 (SD = 9.65); en general, la mayoría (53%) tiene la edad comprendida entre 35 y 54 años. Una proporción relevante tiene entre más de 10 años de experiencia en su sector de actividad (54%). En cuanto al sector de actividad, los participantes desarrollan sus actividades en una variedad de sectores definidos según CNAE Clasificación Nacional de Actividades Económicas) tales como la Información y Comunicaciones (21%), la Industria de automóviles (19%), el Transporte (15%), la Electricidad y gas (12%), etc.

### 3.2. Instrumento

Para este estudio, se elaboró un sencillo cuestionario en que se formularon unas preguntas relacionadas con los descriptores de la Industria 4.0 así como sobre los sistemas de formación. Las preguntas fueron revisadas por expertos, todos profesores de universidades especializadas en las competencias y en la Industria 4.0. Se pidió a los empleadores que calificaran la importancia de las competencias y/o habilidades necesarias en una escala de tipo Likert en que 1 es menos importante/no importante y 5 es extremadamente importante.

### 3.3. Procedimiento

En primer lugar, el trabajo campo consistió en visitar las páginas web de empresas u organizaciones en búsqueda de palabras claves relacionadas con la Industria 4.0.; en total, se contabilizaron más 680 empresas. Las palabras claves que sirvieron en la búsqueda fueron principales: Industria 4.0., la Cuarta Revolución Industrial, transformación digital, conexión en tiempo real, digitalización, inteligencia empresarial, Internet de las cosas (IoT), innovación en la gestión inteligente, fábricas inteligentes, fábricas conectadas, fábrica de aprendizaje o *learning factory*, inteligencia autónoma, inteligencia digital, futuro digital, personalización masiva, automatización de la cadena de producción, comunicación de productos - máquinas, interacción hombre-máquina, optimización de la producción, robots o robótica, la nube o nube, datos masivos (big data), análisis de datos, *analytics*, datos en línea, ciberseguridad, la simulación 3D, realidad aumentada, sensores, redes o red, usable, virtual, producto inteligente, tecnología 4.0., máquina autónoma, fabricación personalizada, monitoreo virtual, instrumentación analítica, laboratorio en un chip, industrialización de productos, I + D + i, tecnología gestión, domótica, seguridad, informática móvil, sistemas de información, realidad virtual, consultas ad hoc, análisis de seguridad, comunicación en red, formación 4.0, etc. En segundo lugar, se contactó con las empresas para solicitar su participación en este estudio. De los 680 organizaciones o empresas contactadas, 440 aceptaron la invitación para colaborar en esta investigación.

### 4. Resultados

A continuación, se presentan las principales competencias agrupadas en tres bloques principales: las competencias técnicas o específicas, las competencias transversales y las competencias personales o de carácter psicológico.

La Tabla 2 presenta las competencias técnicas o específicas relacionadas con la Industria 4.0 según la percepción de los participantes.

**Tabla 2.** Las competencias técnicas o específicas

Competencia (capacidad para ... /capacidad de...)	Media	SD	Competencia (capacidad para ... /capacidad de...)	Media	SD
Gestión y organización	4,8	0,9	Gestión financiera	4,3	1,4
Gestión de proyectos	4,7	1,0	Gestión de personas	4,2	0,9
Diseño de tecnologías digitales	4,5	1,3	Gestión de la calidad	3,8	0,4
Aplicación de los conocimientos técnicos	4,5	0,8	Gestión de riesgos	3,7	1,9
Gestión y uso de las tecnologías nuevas	4,4	0,6	Gestión del entorno físico del trabajo	3,5	1,3
Gestión de pensamiento lógico en computación	4,4	0,8	Gestión de la infraestructura tecnológica	3,3	0,8
Diseño y programación	4,3	1,2			

Fuente: elaboración propia.

Las competencias técnicas o específicas para la Industria 4.0 engloban los conocimientos, habilidades técnicas y actitudes específicas que una persona necesita para realizar adecuadamente las tareas correspondientes a un puesto de trabajo. Como se presenta en la Tabla 2, según los participantes, algunas de las competencias técnicas más relevantes (con media superior o cercana a 4) son la capacidad de gestión y organización (4,8), la capacidad de gestión de proyectos (4,7), la capacidad para el diseño de tecnologías digitales (4,5), la capacidad para la aplicación de los conocimientos técnicos (4,5), la capacidad de Gestión y uso de las tecnologías nuevas (4,4), la capacidad de Gestión de pensamiento lógico en computación (4,4), la capacidad para el diseño y programación (4,3), capacidad de Gestión financiera (4,3), la capacidad de gestión de personas (4,2), y la capacidad de gestión de la calidad (3,8).

Son, en realidad, aquellas competencias que son requeridas para crear y hacer desarrollar un proyecto o actividad empresarial. Estas competencias (*Knowledge/hard skills*) son los resultados de asimilación de los conocimientos, habilidades técnicas y actitudes a través del aprendizaje o la formación para dar respuestas a las demandas del puesto de trabajo en el contexto de la Industria 4.0. Engloba la adquisición del conjunto de los principios, de las teorías, de las prácticas y de las experiencias que están relacionados con el campo específico del trabajo o especialización. En general, se tratan del cuerpo de conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para todas las facetas de la vida laboral y para la consecución de unos objetivos estratégicos de producción de un negocio o de la empresa. Los programas de estudios necesitan resaltar los mecanismos de desarrollo de las competencias técnicas ligadas al uso de las tecnologías a través de la definición de los objetivos, de las actividades didácticas, de sistemas de evaluación, la implicación de los alumnos en sus propios procesos de aprendizaje.

**Tabla 3.** Las competencias transversales

Competencia (capacidad para ... /capacidad de...)	Media	SD	Competencia (capacidad para ... /capacidad de...)	Media	SD
Orientación a resultados	4,8	1,5	Adaptabilidad	4,4	0,7
Trabajo en equipo	4,8	0,8	Mejora continua	4,3	1,6
Resolución de problemas	4,8	0,7	Espíritu crítico	4,3	1,4
Toma de iniciativa	4,7	0,6	Conciencia social y cultural	4,2	0,6
Generación de nuevas ideas	4,6	0,8	Curiosidad y descubrimiento de nuevas cosas	4,1	0,5
Asunción de responsabilidad	4,6	1,5	Trabajo bajo presión	3,8	0,6
comunicación	4,5	2,1	Utilización de las habilidades interpersonales	3,7	0,4
Gestión del tiempo	4,4	0,4	Búsqueda y selección de la información	3,6	0,8
Ética profesional	4,4	0,6	Aprendizaje activo	3,5	1,3
Gestión de cambios	4,4	0,5			

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 3 presenta las competencias transversales necesarias para la Industria 4.0 teniendo en cuenta las medias aritméticas de las respuestas de los participantes. Además de las competencias técnicas o específicas, se necesitan que la persona tenga o disponga de las habilidades o las competencias transversales (o instrumentales) que son indispensables para la Industria 4.0. Las competencias transversales son aquellas competencias



instrumentales indispensables para cualquier persona que trabaja en el entorno organizativo y que se considera esencial para interacción y la transformación de conocimientos y comportamientos en resultados concretos. Según los participantes las competencias transversales más importantes son la capacidad de orientación a resultados (4,8), la capacidad para el trabajo en equipo (4,8), la capacidad de resolución de problemas (4,8), la capacidad de toma de iniciativas (4,7), la capacidad de generación de nuevas ideas (4,6), la capacidad de asunción de responsabilidad (4,6), la capacidad de comunicación (4,5), la capacidad de gestión del tiempo (4,4), la capacidad de ética profesional (4,4), la capacidad de gestión de cambios (4,4), la capacidad de adaptabilidad (4,4), la capacidad de mejora continua (4,3), la capacidad de espíritu crítico (4,3), la capacidad para la conciencia social y cultural (4,2), la capacidad para la curiosidad y descubrimiento de nuevas cosas (4,1), la capacidad de trabajo bajo presión (3,8). Las competencias transversales son, por lo tanto, importantes para desenvolverse en un entorno sociolaboral y económico cambiante; además son habilidades instrumentales que apoyan las competencias técnicas o específicas.

**Tabla 4.** Las competencias personales o de carácter psicológico

Competencia (capacidad para ... /capacidad de...)	Media	SD	Competencia (capacidad para .../capacidad de...)	Media	SD
Toma de decisiones	4,6	0,5	Asunción de riesgos moderados	3,7	0,8
Creatividad & innovación	4,5	0,7	Autonomía o independencia	3,7	0,1
Liderazgo	4,5	1,8	Autorregulación o control de sí mismo	3,6	0,3
Empatía	4,3	1,6	Capacidad de pensamiento analítico y crítico	3,6	0,9
Pensamiento crítico	4,3	1,9	Perseverancia/persistencia	3,6	0,5
Autorregulación o control de sí mismo	4,2	0,8	Orientación a las oportunidades	3,5	0,7
Responsabilidad	4,1	0,4	Locus de control externo	3,4	0,4
Autoconocimiento	4,1	0,7	Tolerancia a la ambigüedad	3,4	1,5
Motivación o Necesidad de logro.	4,0	0,3	Pensamiento lógico	3,3	0,6
Confianza en sí mismo	3,9	0,8	Resiliencia y control de estrés	3,2	0,6
Locus de control interno	3,8	0,6	Inteligencia emocional	3,2	0,3
Espíritu emprendedor	3,8	1,2	Aprendizaje continuo	3,1	0,8

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 4 describe las competencias personales (o conductuales) o de carácter psicológico que hacen referencia a las habilidades cognitivas o psicológicas que están asociadas a las competencias personales o conductuales.

Entre las competencias personales o de carácter psicológico, los participantes han puesto de manifiesto algunas de ellas que son claves para estimular y adaptarse a los cambios tecnológicos y que se resumen en la capacidad para la toma de decisiones (4,6), la capacidad de creatividad & innovación (4,5), la capacidad de liderazgo (4,5), la capacidad de empatía (4,3), la capacidad del pensamiento crítico (4,3), la capacidad de autorregulación o control de sí mismo (4,2), la capacidad de asumir responsabilidad (4,1), la capacidad de autoconocimiento (4,1), la capacidad de motivación o necesidad de logro (4,0), la capacidad para generar confianza en sí mismo (3,9), la capacidad de desarrollo el locus de control interno (3,8), la capacidad para espíritu emprendedor (3,8), etc.

Al parecer, además de las competencias técnicas o específicas y las competencias transversales, algunas habilidades ligadas a la personalidad de la persona son sumamente necesarias para trabajar convenientemente en el contexto de la Industria 4.0. Las características como el autoconocimiento, la capacidad de toma de conciencia de sus propias capacidades, de tener empatía, de liderar, de generar nuevas ideas, o de automotivarse son algunas de las características que se necesitan en las personas para la Industria 4.0.

La persona necesita valorarse, ser valorada por los demás para ir creciendo en confianza y aprender a sentirse capacitada para llevar a cabo los proyectos o tareas vinculadas al desarrollo organizacional. No basta con tener conocimientos sobre las tecnologías; la persona debe creer profundamente que es capaz de sacar adelante una tarea, o un proyecto; debería tener confianza en asimismo para obtener buenos resultados (auto-confianza).

Las personas tienden a confiar en sus propias habilidades para controlar los resultados de sus acciones y para influir en su entorno social y económico; en este sentido, huyen de la tendencia a explicar las acciones recurriendo a la suerte (locus de control externo). En cuanto al riesgo, se considera que una persona toma riesgos moderados porque considera que el riesgo es estimulante, pero elige opciones con altas probabilidades de tener éxito. El individuo suele trabajar en situación de incertidumbre a veces y debe afrontarla para determinar los

posibles escenarios futuros que pueden ocurrir y valorar la probabilidad de que sucedan. En definitiva, trabajar en el contexto actual de la Industria 4.0 requiere también la innovación que es la cristalización de la creatividad individual o colectiva. El programa de formación centrado en desarrollo de las competencias para la Industria 4.0 debe plantear los objetivos claros, realistas y coherentes para el desarrollo de las competencias personales o de carácter psicológico.

En cuanto a las *estrategias utilizadas* para el desarrollo de las competencias para adaptar las empresas a la Industria 4.0, los participantes pusieron de manifiesto tanto las estrategias de aprendizaje, así como las modalidades formativas puestas en marcha. A nivel de las estrategias de aprendizaje, el desarrollo de las competencias tiene las siguientes características:

1. El *aprendizaje flexible* que se adapta a las necesidades e intereses de cada alumno;
2. El *aprendizaje personalizado (al propio ritmo y velocidad de cada alumno)* independientemente de su edad.
3. El *aprendizaje digital* se basa en feedback constante a partir de los datos derivados de *learning analytics* (datos derivados del progreso del propio aprendizaje).
4. El *aprendizaje colaborativo* que requiere la colaboración e interacción con los pares (otros formandos o alumnos) y las máquinas (simulaciones, realidades aumentadas, robots, etc.).
5. El *aprendizaje a lo largo de toda la vida* en que el aprendizaje fomenta la polivalencia laboral en que se destaca los pilares de la formación para la Industria 4.0: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a ser, y aprender a vivir con los demás.
6. El *aprendizaje didáctico* que incorpora diferentes tipos de actividades didácticos que facilitan el aprendizaje tales como:

**La Gamificación o Edutainment.** Se trata del proceso de aprendizaje basado en los juegos digitales para el aprendizaje sea más divertido. Está enfocado en el uso de las técnicas, elementos y dinámicas propias de los juegos y el ocio para el aprendizaje con el fin de potenciar la motivación, así como de reforzar la conducta para solucionar un problema, mejorar la productividad, alcanzar los objetivos educativos, activar el aprendizaje y evaluar los resultados de los alumnos.

**El Aula invertida o Flipped Classroom:** Consiste en un aula en que los alumnos preparan, estudian y producen contenidos visuales, auditivos y audiovisuales en el aula para reforzar los conocimientos adquiridos, mediante debates y el apoyo de las tecnologías; en este caso, el profesor se convierte solamente en guía.

La educación inmersiva. Es la técnica de aprendizaje que utiliza ecosistemas de aprendizaje (entorno artificial de enseñanza) a partir de tecnologías inmersivas (háptica, realidad aumentada, realidad disminuida, realidad virtual y hologramas) para que el estudiante manipule objetos o actúe en situaciones sin poner en riesgo la integridad de sí mismo o la de los demás y eliminando también las distracciones que rodean a los participantes y la monotonía que existe en métodos más tradicionales.

**Los Makerspaces.** Se trata de ambientes o espacios físicos o virtuales en que los miembros de un grupo o varios grupos se reúnen de manera colaborativa para compartir conocimientos, habilidades y recursos con el objetivo de elaborar un producto o más de un producto.

**La narrativa transmedia, narración transmedia o narrativa transmediática (Transmedia storytelling).** Es una técnica de aprendizaje que consiste en un relato contado a través de multimedia que requiere la implicación de los participantes en la construcción de la trama cuyos relatos aparecen interrelacionados manteniendo, a su vez, independencia narrativa y sentido completo.

**El Mobile learning o aprendizaje electrónico móvil (m-learning).** Es el aprendizaje en línea a través de dispositivos móviles que facilitan la construcción de los conocimientos y la adquisición de las habilidades como la resolución de problemas, la toma de decisiones, el liderazgo, ... de manera autónoma y móvil; para ello se utiliza los dispositivos móviles tales como teléfonos móviles, PDA, tabletas, Pocket PC, iPod y todo dispositivo que tenga alguna forma de conectividad inalámbrica.

En cuanto a las modalidades de aprendizaje, los participantes subrayaron que se suelen combinar diferentes modalidades formación (acciones formativas presenciales, formación online a través de plataformas de *e-learning*, la formación mixta). En resumen, según los participantes, para el desarrollo de las competencias necesarias para la Industria 4.0, las empresas están poniendo en marcha algunas de las estrategias concretas y las más habituales son las siguientes:

**Campus o universidades corporativas.** Muchas empresas disponen de sus propios centros de formación que suelen denominar "campus o universidad corporativo" que abarcan una variedad de estructuras con un espectro amplio de cursos y programas, con formadores especializados (internos y externos), y cuenta campus presenciales y plataformas para formación online personalizados. Se tratan por lo tanto de estructuras formativas organizadas por una empresa u organización con el objetivo de facilitar el proceso de aprendizaje y el desarrollo de las competencias de los empleados. En este caso, la empresa pone en marcha estructuras tecnológicas, y recursos humanos, financieros, comunicativos y ambientales para que se desarrollen la formación para la Industria 4.0 (y para otros aspectos) en el marco de los objetivos, la cultura corporativa y la identidad de marca o *branding* corporativo de la organización.

**Las fábricas de aprendizaje (*Learning factory*).** Son entornos de aprendizaje que representan una fábrica de manera realista para la formación y la investigación en que los alumnos o los empleados en formación pueden tocar, manipular o fabricar elementos como si fuera de una fábrica real. Las fábricas de aprendizaje constituyen, por lo tanto, réplicas auténticas de sistemas de producción y cadenas de valor reales, para que los participantes puedan aprender en base a experiencias y de manera práctica. En el caso de la Industria 4.0, las fábricas de aprendizaje están jugando un papel importante para la adaptación y la familiarización de los empleados y estudiantes a las tecnologías asociadas a la Industria 4.0.

**Centros educativos reglados o no reglados.** Ante la evolución rápida de la transformación digital, los centros educativos están yendo a un ritmo más lento. Sin embargo, las empresas empiezan a tener nuevos puestos ligados a las tecnologías de la Industria 4.0, pero carecen de personas con formación o competencias necesarias para ocuparlos. Para paliar este déficit de los sistemas educativos actuales, algunas organizaciones o empresas están creando sus propias universidades corporativas que les brindan la oportunidad de formar a los profesionales que necesitan para los nuevos puestos que están surgiendo como consecuencias de la transformación digital. En este estudio, los participantes ponen de manifiesto que las competencias para adaptarse a la industria 4.0 deben desarrollarse en diferentes ámbitos como pueden ser los centros educativos reglados, las empresas / organizaciones, los centros de formación no reglados, las factorías de aprendizaje, etc. Una combinación de estos lugares podría dar unos resultados satisfactorios incrementando las competencias requeridas, así como la capacidad de adaptación para afrontar los nuevos retos del futuro.

En general, la Cuarta Revolución Industrial trae consigo las necesidades de adaptación de las estructuras curriculares de los sistemas formativos para los nuevos retos de este nuevo contexto. Hay una gran necesidad de desarrollo de conocimientos, competencias o habilidades y actitudes. Para que surja este cambio, los centros educativos deben preparar a los profesores o académicos y los estudiantes; además se hace necesario adaptarse a la nueva dinámica de trabajo con los estudiantes y las demandas del mercado laboral.

La formación tiene un vínculo estrecho con los sistemas económicos, sociales y políticos. Normalmente, el mercado laboral requiere perfiles profesionales específicos que suelen proporcionar periódicamente los centros formativos para afrontar los desafíos de los sistemas productivos. Sin embargo, la transformación digital está acelerando el ritmo de las demandas del mercado laboral en mano de obra ya que requiere personas formadas con las competencias que no ofrecen actualmente los sistemas educativos o para los puestos nuevos que las personas no tienen todavía conocimientos ni competencias necesarias. También no hay que perder de vista que los conocimientos y las competencias necesitan actualizarse puesto que no pertenecen intactos o inalterables a lo largo del tiempo; por consiguiente, requieren actualizarse.

Los requisitos de la Industria 4.0 se pueden resumir en las fábricas inteligentes, la aplicación de nuevas tecnologías (por ejemplo, inteligencia artificial, Big Data, automatización, ...), la robotización o la colaboración con robots, etc. Estos requisitos son esenciales para el futuro sistema educativo que debe formar a las personas capaces a dar respuestas a esta demanda del mundo laboral. Las instituciones formativas tratan de establecer nuevas formas de conectar el conocimiento teórico con los casos reales en los programas educativos o formativos, en las fábricas inteligentes, las fábricas inteligentes, etc. La formación 4.0 ya combina información del mundo real y virtual para mejorar el aprendizaje adaptada a la transformación digital. Las nuevas herramientas de aprendizaje como las fábricas de aprendizaje, las realidades aumentadas, simulaciones, ... se utilizan para la enseñanza en el contexto actual de la Industria 4.0. (Fitsilis *et al.*, 2018).

Las fábricas de aprendizaje son las oportunidades y una forma importante de poner en práctica los conocimientos técnicos y las competencias como la resolución de problemas complejos, la gestión y organización, la gestión de proyectos, el diseño de tecnologías digitales, la aplicación de los conocimientos técnicos, la gestión y uso de las tecnologías nuevas, la gestión de pensamiento lógico en computación, el diseño y programación, la gestión financiera, la capacidad de gestión de personas, la gestión de la calidad, la orientación a resultados, el trabajo en equipo, la resolución de problemas, la toma de iniciativas, la generación de nuevas ideas, la asunción de responsabilidad, la comunicación, la gestión del tiempo, la ética profesional, la toma de decisiones, la creatividad & innovación, el liderazgo, la empatía, la el pensamiento crítico, la autorregulación o control de sí mismo, la asunción de responsabilidad, el autoconocimiento, la motivación o necesidad de logro, etc.

En pocas palabras, la formación 4.0 es una oportunidad de crear un entorno apropiado en el contexto de la transformación digital para el aprendizaje e interacción de los formandos, estudiantes, formadores o docentes y profesionales. Requiere que todos los grupos de interés rompan barreras actuales, creen, innoven, imaginen, colaboren y desarrollen un ecosistema adecuado para la Industria 4.0 que se ajuste al contexto nacional e internacional. La formación 4.0 debería fomentar también la interacción, la conectividad entre las personas a través de intercambio de empleados, de estudiantes y formadores o docentes, y de conexión de las diferentes plataformas. Además, debe posibilitar la transferencia de los conocimientos y de las tecnologías, así como las relaciones entre los diferentes centros educativos o de formación y comunidades académicas o escolares.

## 5. Discusión

Cabe recordar que el objetivo principal de este trabajo ha sido por una parte analizar las competencias requeridas en el contexto actual de la Cuarta revolución; y, por otra parte, examinar las estrategias utilizadas para el desarrollo de las competencias para adaptar las empresas a la Cuarta revolución industrial. La Industria 4.0 requiere el Talento 4.0 donde se destacan determinadas categorías de competencias. En general, puede estimularse el desarrollo de las competencias ligadas a la Industria 4.0 a través de la formación o la educación. Una competencia se adquiere, se desarrolla, y se mantiene mediante las acciones formativas o educativas. Pero, al mismo tiempo, puede llegar a ser obsoleta, perderse, reducirse o simplemente a dejar de estar disponible si no se pone en aplicación en diferentes contextos de la vida cotidiana. Por eso, la puesta en la práctica y la formación de las competencias es sumamente necesaria. El enfoque basado en las competencias es la perspectiva de aprendizaje que se adapta a la formación 4.0. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto tres categorías de competencias que contribuyen en el desarrollo de las Industria 4.0; se tratan de las competencias técnicas o específicas, las competencias transversales o instrumentales y las competencias personales o de carácter psicológico.

Entre las competencias técnicas, los participantes destacan algunas más relevantes como la capacidad de gestión y organización, la capacidad de gestión de proyectos, la capacidad para el diseño de tecnologías digitales, la capacidad para la aplicación de los conocimientos técnicos, la capacidad de Gestión y uso de las tecnologías nuevas, la capacidad de Gestión de pensamiento lógico en computación, la capacidad para el diseño y programación, capacidad de Gestión financiera, la capacidad de gestión de personas, la capacidad de gestión de la calidad, etc.

En cuanto a las competencias transversales, los participantes destacaron son la capacidad de orientación a resultados, la capacidad para el trabajo en equipo, la capacidad de resolución de problemas, la capacidad de toma de iniciativas, la capacidad de generación de nuevas ideas, la capacidad de asunción de responsabilidad, la capacidad de comunicación, la capacidad de gestión del tiempo, la capacidad de ética profesional, la capacidad de gestión de cambios, la capacidad de adaptabilidad, la capacidad de mejora continua, la capacidad de espíritu crítico, la capacidad para la conciencia social y cultural, la capacidad para la curiosidad y descubrimiento de nuevas cosas, la capacidad de trabajo bajo presión, etc.

Entre las competencias personales o de carácter psicológico, los participantes han puesto de manifiesto algunas de ellas que son claves para estimular y adaptarse a los cambios tecnológicos y que se resumen en la capacidad para la toma de decisiones, la capacidad de creatividad & innovación, la capacidad de liderazgo, la capacidad de empatía, la capacidad del pensamiento crítico, la capacidad de autorregulación o control de sí mismo, la capacidad de asumir responsabilidad, la capacidad de autoconocimiento, la capacidad de motivación o necesidad de logro, la capacidad para generar confianza en sí mismo, la capacidad de desarrollo el locus de control interno, la capacidad para espíritu emprendedor, etc.

Los centros educativos o de formación deben proporcionar la adquisición de las competencias adaptadas al contexto de la Industria 4.0. La formación 4.0 es una oportunidad de crear un entorno apropiado para de la transformación mediante el aprendizaje e interacción de los estudiantes, docentes y profesionales. Desde esta perspectiva, los empleados dejan de ser considerados como meros subordinados; se convierten en activos claves para los objetivos estratégicos de la empresa; por lo tanto, participan activamente en la toma de decisiones. Ante el escenario de la transformación digital, los centros educativos tienen el reto de empezar a realizar los cambios en sus planes de estudios para ofrecer nuevas titulaciones enfocadas a la nueva oferta laboral.

Además, se requieren la aplicación o uso de métodos de aprendizaje adaptados al nuevo contexto que incorporen entre otros los robots, los programas de realidad aumentada, las simulaciones, etc. Los sistemas educativos deben adaptarse para proporcionar a los estudiantes las competencias necesarias para construir un mundo más justo y productivo. Los estudiantes mejor preparados para el futuro serán los empleados que requieren la Industria 4.0 y tendrán la capacidad de ser agentes de cambio; además serán capaces de influir positivamente y comprender las intenciones y sentimientos de otras personas y de prever las consecuencias a corto y largo plazo de los problemas que afectan a la sociedad. Al convertir a los estudiantes en agentes de cambio, podrán abordar los desafíos actuales y futuros como el agotamiento de los recursos naturales, el cambio climático, la degradación de los ecosistemas, la prevención de las guerras, etc. Los formadores o docentes deben aprovechar las herramientas que proporcionan la transformación digital para conseguir esta formación 4.0 en que se utilizan las tecnologías digitales para la docencia - aprendizaje.

A pesar de los resultados interesantes obtenidos en este estudio, cabe resaltar algunas limitaciones. En primer lugar, hay que mencionar que existen diferentes formas de clasificar las competencias; la categorización utilizada en este estudio ha sido en función de los objetivos definidos y en función de las necesidades didácticas de esta investigación: las competencias técnicas, las competencias transversales y las competencias personales. Otras investigaciones futuras podrían utilizar esta categorización o elegir otras clasificaciones para determinar el alcance de los tipos de las competencias requeridas en la Industria 4.0. En segundo lugar, esta investigación se ha basado en una muestra de directivos de diferentes sectores en España, que hay que tener en cuenta a la hora de generalizar y de interpretar los resultados de este estudio. Pese a las limitaciones mencionadas, esta investigación constituye una contribución relevante sobre el estudio de las competencias para la Industria 4.0.

Como se ha subrayado a lo largo de esta investigación, la adquisición de las competencias es un proceso continuo que dota a las personas de las habilidades que necesitan para responder adecuadamente a las demandas del entorno en constante cambio que requiere nuevas estrategias de comportamiento. Las competencias pueden adquirirse a través de la formación, y a través de la interacción experiencial (aprender haciendo) cuando el individuo se enfrenta a situaciones difíciles, complejas, abiertas y novedosas. En este sentido, los centros educativos, las empresas, y las fábricas de aprendizaje debería facilitar el aprendizaje basado en el trabajo, la formación relacionada con el trabajo y el aprendizaje vinculado al trabajo.

## 6. Conclusiones e implicaciones prácticas

En este estudio se ha puesto de manifiesto algunas de las competencias claves para la Industria 4.0; además su desarrollo es sumamente importante y beneficioso para las empresas así como para los empleados y los empleadores. Las competencias que se necesitan en la Industria 4.0 son las técnicas o específicas, las transversales o instrumentales y las personales o de carácter psicológico. La aplicación de las tecnologías asociadas a la Industria 4.0 en la producción está cambiando drásticamente los procesos productivos, las fábricas, la manera de organización del trabajo, los espacios de trabajo, etc. Pero, para que haya una adaptación rápida y que estos cambios lleguen a tener un impacto significativo en la industria es necesario formar a los empleados y los jóvenes para dotar los de conocimientos y competencias que se requieren.

Ante la evolución rápida de la transformación digital, los centros educativos están yendo a un ritmo más lento. Sin embargo, las empresas empiezan a tener nuevos puestos ligados a las tecnologías de la Industria 4.0, pero carecen de personas con formación o competencias necesarias para ocuparlos. Para paliar este déficit de los sistemas educativos actuales algunas organizaciones o empresas están creando sus propias universidades corporativas que les brindan la oportunidad de formar a los profesionales que necesitan para los nuevos puestos que están surgiendo como consecuencias de la transformación digital.

A pesar los avances y los resultados que se están consiguiendo en la implantación y desarrollo de la formación para la Industria 4.0, la brecha es aún larga entre los centros tanto a nivel nacional como internacional. Se necesitan decisiones políticas y reformas de la educación a todos los niveles que son esenciales para mejorar la educación y el sistema educativo en acorde con la transformación digital. Se necesitan unas reformas de educación para que la Formación 4.0 cuente con una estructura sólida que permita que a los docentes y a los alumnos aprendan y desarrollen las competencias necesarias, asegurando el marco jurídico-político, las infraestructuras y la sostenibilidad y la cooperación entre los grupos de interés implicados.

La formación suele realizarse en diferentes escenarios como los centros de formación o campus corporativos, los centros educativos, el puesto de trabajo, las fábricas de aprendizaje, etc. A pesar de los avances logrados en algunos casos, la formación 4.0 se enfrenta todavía a muchos retos o desafíos que conviene ir solventando a lo largo del tiempo. Para impulsar la formación 4.0 adaptada a las necesidades de la Industria 4.0, resulta necesario impulsar los siguientes aspectos:

Desarrollar las infraestructuras tecnologías y dotar de los recursos humanos, materiales y financieros necesarios para el desarrollo de la formación tanto en los campus corporativos como en los centros regladas y no regladas.

Mejorar las prácticas industriales mediante la adopción de nuevos conocimientos y tecnologías adaptadas a las necesidades de la Cuarta revolución industrial;

Fomentar el uso de las tecnologías vinculadas a la transformación digital en las aulas en los centros educativos o de formación, así como en las universidades corporativas o los centros de formación.

Dotar a los docentes o formadores de las competencias necesarias para que sean capaces de desarrollar las actividades del aula basadas en las tecnologías o herramientas ligadas a la transformación digital.

Estimular la creatividad y la innovación desde la edad temprana en las escuelas a través de métodos innovadores.

Fomentar la participación de los diferentes grupos de interés para mejorar el sistema educativo fomentando la innovación en las aulas.

Impulsar la creación y el desarrollo de las fábricas de aprendizaje que permitan la formación de los estudiantes y de los trabajadores en entornos realistas y de una manera práctica.

Estimular la innovación en los procesos de formación para mejorar las competencias de los jóvenes (capacidad de resolución de problemas, creatividad o capacidad de pensamiento, etc.).

La transformación digital se perfila como una oportunidad para hacer mejor lo que ya hacíamos, lo que hacemos y lo que estamos dispuestos a aprender mediante la formación y la innovación. Se apoya en las tecnologías emergentes y ofrece un abanico amplio de opciones para las empresas en diferentes sectores de actividad económica, social y cultural. Las instituciones educativas o de formación deben tener una visión más amplia y de cara al futuro sobre las habilidades que se necesitan y se necesitarán en el mercado laboral y en la vida en general. Esta visión amplia de cara al futuro es necesaria porque actualmente en el desarrollo de la Industria 4.0 las empresas demandan profesionales para los puestos que no existen todavía; en el caso de algunos puestos existentes, las empresas no logran encontrar las personas cualificadas.

Para el cambio del sistema educativo actual hacia la Formación 4.0 se debe de adaptar y definir los roles de los docentes, de los estudiantes, así como los métodos y herramientas de aprendizaje. Además, la formación de los docentes en las competencias digitales es la clave para potenciar el alcance de la Formación 4.0. Los centros educativos o de formación deben prepararse para brindar suficiente oportunidad de formación a los docentes y contratar a los formadores de los formadores adecuados para este proceso de adquisición de competencias digitales aplicadas en el aula. La formación de los docentes o de los formadores es imprescindible para el proceso de adquisición de las competencias requeridas para la implantación y el desarrollo de la industria 4.0.

## **7. Agradecimientos**

El presente texto nace en el marco del Proyecto “El Impacto de la Industria 4.0 en el Trabajo (referencia: 20976/PI/18)” financiado por la Fundación SENECA (Comunidad Autónoma de la Región de Murcia).

## Referencias

- AENOR (2003). *Informe UNE 66173 IN: Los recursos humanos en un sistema de gestión de la calidad Gestión de las competencias*. AENOR.
- Alhayani, B., Kwekha-Rashid, A.S., Mahajan, H.B., Uke, N., Alkhayyat, A., & Mohammed, H. (2022). 5G standards for the Industry 4.0 enabled communication systems using artificial intelligence: perspective of smart healthcare system. *Applied Nanoscience*, 1-11. <https://doi.org/10.1007/s13204-021-02152-4>
- Andreu, M. (2022). *Gamificación a través de Kahoot en el ámbito de las ciencias jurídicas: experiencia y conclusiones*. In D.Kahale (ed.). *Educación 4.0: Cuestiones actuales sobre la docencia universitaria* (pp. 19-33). Ediciones Laborum.
- Álvarez, E., Gómez, J., & Ratto, P. (2004). Competencias requeridas por el mercado laboral chileno y las competencias actuales de estudiantes de Psicología con orientación laboral/organizacional, en una universidad privada, *PHAROS Arte, Ciencia y Cultura*, 11(1), 113-133.
- Azah Mansor, N., Abdullah, N., & Abd Rahman, H. (2020). Towards electronic learning features in education 4.0 environment: literature study. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 19 (1), 442-450.
- Azmi, A. N., Kamin, y., Noordin, M. K., & Nasir, A. N. M. (2018). Towards industrial revolution 4.0: employers' expectations on fresh engineering graduates. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4.28), 267-272.
- Bondar, K. (2018). Challenges and Opportunities of Industry 4.0 – Spanish Experience. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 9 (5), 202 - 208.
- Buenrostro, E. (2022). Propuesta de adopción de tecnologías asociadas a la industria 4.0 en las pymes mexicanas. *Entreciencias* 10(24), 1-19. <http://revistas.unam.mx/index.php/entreciencias>
- Caratozzolo, P., Alvarez-Delgado, A., Gonzalez-Pineda, Z, Sirkis, G., & Piloto, C. (2021). *Desarrollo de Competencias Blandas en Ingeniería en el Marco de la Educación 4.0*. 19th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Prospective and trends in technology and skills for sustainable social development" "Leveraging emerging technologies to construct the future", Buenos Aires -Argentina, July 21-23.
- Castellanos, P. & Escott, M.P. (2020). Evolución de las habilidades laborales en la industria 4.0 y su impacto financiero. *Revista Innova ITFIP*, 6(1), 106-119.
- Comisión Europea (1995). *El libro blanco "Enseñar y aprender: hacia la sociedad del conocimiento*. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.
- Corrales, J., Ribeiro, N., & Roque, D. (2022). Las competencias exigidas a los trabajadores de la Industria 4.0.: Cambios en la gestión de personas. *Cuadernos de Relaciones Laborales* 40(1), 161-184 <https://doi.org/10.5209/crla.72383>
- European Commission (2021). *Decision of the European Parliament and of the Council establishing the 2030 Policy Programme "Path to the Digital Decade"*. European Commission. <https://bit.ly/3OkAt0E>
- European Investment Bank (2022). *Digitalisation in Europe 2021-2022: Evidence from the EIB Investment Survey*. European Investment Bank.
- Fitsilis, P., Tsoutsas, P., & Gerogiannis, V. (2018). Industry 4.0: required personnel competences. *International Scientific Journal Industry 4.0*, 3(3), 130-133.
- Khin, S. & Kee, D.M.H. (2022). Factors influencing Industry 4.0 adoption. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 33(3), 448-467. <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2021-0111>
- Leinweber, S. (2013). *Etapas 3: gestión por competencias*. En M.T. Meifert (Ed.). *Desarrollo de personal estratégico - un programa en ocho etapas*. 3ª ed., (pp. 145-178). Springer Fachmedien, Wiesbaden.
- Lepore, D., Dubbini, S., Micozzi, A. & Spigarelli, F. (2022). Knowledge Sharing Opportunities for Industry 4.0 Firms. *Journal of the Knowledge Economy*, 13, 501-520. <https://doi.org/10.1007/s13132-021-00750-9>
- Mababu, R. (2017). La transformación digital y el emprendimiento de los jóvenes en Iberoamérica. *Revista internacional y comparada de relaciones laborales y derecho del empleo*, 5 (2), 1 - 18.
- McClelland, D.C. (1973). Testing for competences rather than for intelligence. *American Psychologist*, 28, 1-14.
- OECD (2018). *Organisation for Economic Co-operation and Development. Teaching for the future: Effective classroom practices to transform education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264293243-en>
- Spencer, L.M. & Spencer, S.M. (1993). *Competence at Work*. New York: John Wiley and Sons.
- World Economic Forum (2020). *The Future of Jobs Report 2020*. World Economic Forum. [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs\\_2020.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf)