

## Las competencias exigidas a los trabajadores de la Industria 4.0.: Cambios en la gestión de personas

Johnatan Corrales Bonilla<sup>1</sup>; Neuza Ribeiro<sup>2</sup>; Daniel Roque Gomes<sup>3</sup>

Recibido: 05 de noviembre de 2020/ Aceptado: 14 de julio de 2021

**Resumen.** La tecnología avanza de manera exponencial, trayendo consigo una serie de desafíos y cambios para el sector industrial y empresarial. La cuarta revolución Industrial genera problemas políticos, sociales, económicos y en todos los campos a nivel organizacional; dificultades que debemos estar en capacidad de solventarlas, haciendo énfasis en la gestión de personas como un factor importante al considerar el recurso humano como la clave de la competitividad de las empresas. Es así como el principal objetivo de este estudio es identificar las competencias que serán exigidas a los trabajadores para la adopción de la Industria 4.0, enfocado en la selección, formación y evaluación de personas. Se trata de un estudio cualitativo, en donde participan 21 personas involucradas con la industria, de 18 empresas ecuatorianas, con el fin de encontrar competencias adicionales a las obtenidas de una revisión de literatura; obteniendo con esto 26 competencias críticas divididas en cuatro grupos.

**Palabras clave:** Industria 4.0, Recursos Humanos 4.0, CPS, Competencias 4.0, Gestión 4.0.

### [en] Human Resource Management 4.0 and organizational changes

**Summary.** Technology advances exponentially, bringing with it a series of challenges and changes for the industrial and business sector. The fourth industrial revolution generates political, social, economic problems and in all fields at the organizational level; difficulties that we must be able to solve, emphasizing people management as an important factor when considering human resources as the key to the competitiveness of companies. Thus, the main objective of this study is to identify the competencies that will be required of workers for the adoption of Industry 4.0, focused on the selection, training and evaluation of people. This is a qualitative study, where 21 people involved with the industry participate, from 18 Ecuadorian companies in order to find additional skills to those obtained from a literature review; obtaining with these 26 critical competencies divided into four groups.

**Keywords:** Industry 4.0, Human Resources 4.0, CPS, Competencies 4.0, Management 4.0

**Sumario:** 1. Introducción. 2. Marco teórico. 3. Metodología. 4. Resultados. 5. Discusión y análisis. 6. Referencias bibliográficas.

<sup>1</sup> School of Technology and Management, Polytechnic of Leiria, Portugal  
[corralesjohnatan@gmail.com](mailto:corralesjohnatan@gmail.com)

<sup>2</sup> Centre of Applied Research in Management and Economics (CARME), School of Technology and Management, Polytechnic of Leiria, Portugal  
[neuza.ribeiro@ipleiria.pt](mailto:neuza.ribeiro@ipleiria.pt)

<sup>3</sup> School of Education, Polytechnic Institute of Coimbra; ICNOVA – Instituto de Comunicação da NOVA, Portugal  
[drmgomes@esec.pt](mailto:drmgomes@esec.pt)

## 1. Introducción

La industria ha tomado un nuevo enfoque en la denominada cuarta revolución industrial, con la introducción de nuevas tecnologías digitales e inteligentes como el internet de las cosas (IoT), *big data*, redes *wireless*, entre otras (Carmen et al., 2017; Lorenz et al., 2015). La paradoja de Polanyi, “sabemos más de lo que podemos contar” hace referencia a las limitaciones que tienen las actuales máquinas en relación a las personas (Autor, 2015), en donde, los robots toman decisiones en base a unos y ceros con algoritmos generalmente repetitivos y previamente programados (Salichs et al., 2010), a diferencia de las personas que lo hacemos analizando distintos contextos. De esta manera, y a pesar de los avances y evolución de la inteligencia artificial, todavía hay tareas en las que el ser humano es indispensable (Bichuetti, 2011), a estas Autor (2015) las denominadas como abstractas; por otro lado, las tareas rutinarias, toman fuerza y están siendo reemplazadas por robots (Doménech et al., 2018). La industria 4.0 no se concentra en la eliminar el trabajo humano, si no en darle a cada persona un nuevo rol, a través de sistemas ciber-físicos (CPS), donde, las máquinas ejecutan funciones de rutina y el hombre, de acuerdo con la información que posee y su propia interpretación, es el encargado de la toma de decisiones importantes. (Gorecky, Schmitt, Loskyll, & Zühlke, 2014).

El crecimiento exponencial de la tecnología exige que las empresas optimicen sus recursos de acuerdo con las necesidades que los mercados actuales lo exigen, en consecuencia, las organizaciones deben pensar en las implicaciones y cambios en su estructura (Ynzunza et al., 2017). Dentro de esas mudanzas, se debe dar gran importancia a los trabajadores, ya que son considerados como la clave para la competitividad y la supervivencia de las compañías (Zhou, 2015). Teniendo en cuenta las necesidades de la adopción de la Industria 4.0, se deben identificar los macro desafíos actuales y las competencias básicas que los trabajadores deben tener para enfrentarlas. La comprensión y aplicación de estos desafíos en el sector empresarial generará nuevas oportunidades para las empresas, convirtiendo a la gestión de personas protagonista de este cambio (Hecklau, Galeitzke, Flachs, & Kohl, 2016).

El presente estudio, busca determinar las nuevas competencias que serán exigidas para los trabajadores con la inserción de la Industria 4.0. Para ello, utiliza un enfoque exploratorio, aplicando una estrategia de investigación cualitativa.

Es cierto que la fuerza laboral debe cambiar y evolucionar en base a las competencias necesarias para la adopción de la Industria 4.0. Estas competencias se clasifican en cuatro grupos (técnicas, metodológicas, personales y sociales), de las cuales las identificadas en la revisión de literatura y entrevistas serán consideradas como críticas.

## 2. Marco teórico

### 2.1. Evolución de la Industria hasta los días de hoy

Todas las revoluciones nacen con necesidades deseadas o forzadas, recursos por explorar y cambios abruptos. El sector industrial en Inglaterra, a partir del siglo XVIII, transformó rápidamente el estilo de vida de las personas y la forma de producir bienes con la llamada Revolución Industrial 1.0 (Wilson, 2014), que basa en la introducción de máquinas de vapor, en procesos que hasta esa fecha se realizaban en

su gran mayoría de manera artesanal; este factor influyó además en las prácticas del fenómeno del éxodo rural, en busca de mejores condiciones de vida ofrecidas en las grandes metrópolis (Trew, 2014). Con esta nueva forma de producción se dio paso a la descualificación de los trabajadores y su especialización al dividir las tareas; se comienza a evidenciar cierta insatisfacción laboral por la modernización de los procesos y el desplazamiento de la mano de obra (Bhuiyan et al., 2014).

La Revolución de la Industria 2.0, a finales del siglo XIX, comenzó con la aparición del Fordismo; modelo que sublevó la industria automovilística cuando Ford introdujo la primera línea de montaje automatizada y producción en masa (Era, 2008). Es en ese momento, que empresas altamente sofisticadas, debatiendo la tesis “trabajos técnicos versus trabajos no calificados”, intentan medir a través del desempeño de los trabajadores, el rendimiento y los ingresos que debían obtener de acuerdo a sus conocimientos (Chin et al., 2006). Se comienza a prestar mayor interés en las personas, creando incluso departamentos de bienestar en cada organización, con la función de velar por las necesidades de vivienda, atención médica, educación y buenas condiciones de trabajo de los obreros, así como para impedir la creación de sindicatos (Zulia, 2008). Con la corriente administrativa que inició Taylor, se enfatiza en la administración por tareas, racionalización del trabajo operativo y la estandarización para alcanzar una elevada eficiencia industrial (Barba Álvarez, 2010).

La Tercera Revolución Industrial o 3.0, es un proceso de innovación tecnológica marcado por los avances en el campo de la Informática y Automatización de procesos de producción, que nace en la séptima década del siglo XX (Boettcher, 2015). En este sentido las empresas tienen que pensar racionalmente y actuar con rapidez, donde los tiempos y vida de un producto son cada vez más cortos y retrasar la inserción de un producto en el mercado, para mañana puede ser demasiado tarde; una menor cantidad de trabajadores deben ser cada vez más capaces de operar sistemas de producción sofisticados y las apuestas de las empresas se enfocan en posicionarse en lo más alto, incrementando su nivel tecnológico para maximizar sus ingresos. Los conceptos de eficacia y eficiencia son un punto clave en la administración de recursos humanos, crecen las necesidades de los trabajadores (Bhuiyan et al., 2014); además, existe la incorporación masiva de las mujeres en mundo laboral y se reduce la jornada laboral (Chiavenato et al., 2007)

Si en la primera revolución estábamos en la era del descubrimiento y transformación de tecnología, hoy en día podemos decir que estamos ante el máximo potencial de la misma (Blanco et al., 2017). El concepto Industria 4.0, nace en Alemania en respuesta a la crisis de la deuda europea y con el fin de promover la influencia global de la industria alemana, siendo una estrategia nacional de alta tecnología para el año 2020 (Fantini et al., 2020). La cuarta revolución industrial no es una tendencia o una moda, pero sí, una evolución de los sistemas productivos industriales que garantiza beneficios como la reducción de costes, menor consumo de energía, mayor seguridad y calidad y una mejora en la eficiencia de los procesos (Ribas, 2017), promueve la fabricación de productos y servicios verdes, digitalizados y personalizados, creando un modelo flexible con una interacción en tiempo real entre personas, productos y dispositivos (Zhou, 2015). Se concentra en la digitalización de extremo a extremo de todos los activos físicos y su integración en ecosistemas virtuales con todos los involucrados en la cadena de valor (Fantini et al., 2020). Además, la Industria 4.0 o fabricación avanzada, internet del todo o internet industrial, tiene áreas generales implícitas que permiten una integración horizontal y vertical de tecnologías digitales

como sistemas de ciberseguridad, la nube, análisis de *big data*, simulación, impresión 3D, realidad aumentada (RA) e robots, siendo estas las que más caracterizan a esta revolución (Bahrin et al., 2016) y que tiene un mayor impacto en diversas áreas, como la industria, productos y servicios, modelos de negocio y mercado, economía, temas ambientales y desarrollo de habilidades (Pereira & Romero, 2017), generando desafíos que implican cambios científico-tecnológicos, así como problemas sociales, políticos y económicos que deberán ser enfrentados (Zhou, 2015).

## 2.2. La influencia de la automatización

A medida que los avances tecnológicos ganan impulso, las computadoras se vuelven cada vez más poderosas y las empresas tienden a requerir menos trabajadores para tareas específicas que pueden ser reemplazadas por máquinas (Fiorelli, 2018). Las nuevas tecnologías y el poder de cálculo computacional, hacen que las máquinas y los robots, desplacen a los seres humanos de la realización de funciones específicas y repetitivas conocidas como tareas rutinarias (Gorecky et al., 2014). “Lo que se puede codificar se puede automatizar”, desde funciones simples hasta grandes algoritmos, habilidades cognitivas relacionadas con cálculos, procesos matemáticos, almacenamiento de datos, precisión y ejecución de operaciones físicas (Autor, 2015). La aplicación de estas tecnologías hará de las máquinas un aliado perfecto para mejorar la productividad y la eficiencia, reduciendo el número de empleados necesarios para la producción (Lorenz et al., 2015).

Los últimos avances en automatización se basan en inteligencia artificial y redes neuronales, que no es más que dotar a las máquinas (robots) de la capacidad de aprender de forma automática mediante la aplicación de estadísticas y razonamiento inductivo, atribuyéndoles facultades para la toma de decisiones (Ponce et al., 2014). A pesar de lograr buenos resultados, aún no se consigue la autonomía de estos elementos, según Pfeiffer (2017), es falso la estandarización de que prácticamente cualquier tarea de los humanos es fácil de automatizar, al convertirse en una labor rutinaria o simple para una máquina. Algunas actividades aún están sujetas a fallas como problemas que juzgan la intencionalidad de los usos previstos y que han sido un gran inconveniente para los investigadores en estas áreas (Ibarra et al., 2018). Todavía hay trabajos que los desarrollos tecnológicos no han logrado integrar en las máquinas y que requieren la intervención humana (Benítez, 2014), se los denomina tareas no rutinarias y Autor (2015) las dividen en dos grupos: la primera categoría se ocupa de tareas “abstractas” que requieren habilidades como la intuición, la creatividad y la persuasión para resolver problemas, que normalmente no se producen a diario y para los que se emplean trabajadores capacitados, especialistas con habilidades analíticas y comunicativas; en el campo técnico, la gestión ha sido importante para la toma de decisiones. La segunda categoría, denominada tareas “manuales”, requiere habilidades para adaptarse a situaciones, percepción del lenguaje, habilidades de interacción con las personas y el entorno que las rodea, basadas más en el trato directo para resolver necesidades específicas de cada usuario. Básicamente, incluyen servicios como cocina, limpieza, cortes de pelo, que no requieren precisamente una educación superior (Autor, 2015).

La digitalización hace más susceptibles a ciertos trabajos, según Frey & Osborne (2013) y en base a un estudio aplicado a 702 ocupaciones detalladas, en EEUU, para las próximas dos décadas están en riesgo alrededor del 47% de empleos por la posibi-

lidad de automatizar esos campos laborales, según Doménech et al. (2018) en España son el 36% de empleos vulnerables a las mismas causas. Hay aseveraciones mucho más drásticas como planteada por Brynjolfsson & McAfee (2011) que establece que la digitalización en Cuarta Revolución Industrial implica una “digitalización de sustitución”, en donde se estima que el 90% de la población empleada está en peligro de perder sus puestos de trabajo. Cada vez hay menos trabajadores en los sectores administrativo, productivo e industrial y más robots que realizan las tareas rutinarias; esto trae consigo varios efectos, no solo en la disminución de empleos, sino también la reducción de salarios, basado en el estudio realizado por Acemoglu & Restrepo (2020), la inserción de un robot por cada mil trabajadores reduce el empleo en 0.2% y los salarios en 0.42%. tomado como evidencia los mercados laborales de EEUU.

Contrario a lo antes establecido, en un reciente estudio realizado por (Klenert et al., 2020) en las industrias europeas, establece que “el uso de robots está relacionado con un aumento en el empleo agregado”. En el último reporte de la World Economic Forum (WEF), se vaticina que la digitalización provocará en la próxima década la desaparición de 75 millones de empleos a nivel mundial, y se crearán 133 millones de nuevos empleos en los que se destacan nuevas competencias y cualificaciones, basadas en conocimientos matemáticos, científicos, tecnológicos y creativos o artísticos (WEF, 2018). Esto va de la mano con los datos presentados por Lorenz (2015), que anticipan que, en Alemania, para el año 2025, se perderán aproximadamente 610000 puestos de trabajo relacionados con el montaje y la producción, pero habrá un aumento estimado de 960000 nuevos puestos relacionados con las Tecnologías de la Información, con un aumento neto de aproximadamente 350000 puestos de trabajo.

De acuerdo a lo expresado por Gorecky et al. (2014), la Industria 4.0 no pretende eliminar trabajadores en el área productiva, esta se enfoca en realizar un trabajo complementario, donde los seres humanos y los sistemas automatizados se relacionan para lograr mejoras en la producción. De aquí parte una discusión entre los enfoques de “digitalización de tareas” y “digitalización de sustitución”, en donde la intervención mediática hace pensar que va a existir una abrupta ola de desempleo, cuando la automatización de procesos y cuarta revolución industrial concibe la automatización de tareas reales de escasa cualificación y no supone la automatización de toda una ocupación (Lahera Sánchez, 2019).

La Cuarta Revolución Industrial merece una intervención de agentes económicos tanto públicos como privados (Doménech et al., 2018) y la actuación directa de la sociedad a través de las empresas, las universidades y los sindicatos, para intentar disminuir el impacto de la inserción de la digitalización en la sociedad (Lahera Sánchez, 2019). Es de vital importancia que las empresas fijen su atención en las mudanzas de su organización, en los campos laborales, y el enfoque que deben dar al momento de seleccionar, formar y evaluar a sus trabajadores para este nuevo reto. Los gerentes son los encargados de elevar la gestión de recursos humanos al mismo nivel de competencia, integridad, jerarquía, remuneración y profesionalismo que las otras áreas de la empresa (Bichuetti, 2011).

### **2.3. Interacción humano-robot en la Industria 4.0 y cambios en la estructura organizacional de las empresas**

La digitalización integrada con la colaboración de factores humanos y la tecnología, crean una nueva ola de negociaciones para la cuarta revolución industrial, que busca

recertificar el trabajo humano para reducir la posibilidad de que las tareas y ocupaciones más riesgosas se pierdan, calificando al personal humano para su uso, con competencias digitales y específicas (Lahera Sánchez, 2019). Para cumplir con las expectativas de los mercados actuales, es necesario automatizar los procesos utilizando sistemas inteligentes que agreguen flexibilidad y eficiencia. Actualmente, sus aplicaciones se ven en procesos monótonos, mientras que para procesos más complejos aún existe la necesidad de su uso combinado con habilidades humanas (Hecklau et al., 2016). Estamos entrando en la etapa del Sistema Cibernético Físico (CPS), sistemas técnicos y software integrados y trabajando en conjunto con la orientación para el trabajo coordinado y definición de funciones por componentes físicos y virtuales (Mosterman & Zander, 2016). Con la adopción de CPS, se busca facilitar el trabajo al ser humano, con la ayuda de la sistematización de mecanismos e inteligencia artificial, sistemas mecatrónicos que permiten medir, calcular, procesar y recolectar información para actuar e interactuar, haciendo que los procesos sean más adaptables y flexibles. A medida que avanza, el rol del ser humano debe evolucionar, convirtiéndose en una instancia de mayor control, asumiendo tareas como supervisar procesos, estrategias de producción y resolver problemas complejos (Gorecky et al., 2014).

Según Ibarra et al. (2018), entre características de la Industria 4.0, se pueden encontrar: Interoperabilidad entre *stakeholders*, virtualización de procesos y servicios, descentralización de la decisión de fabricación, capacidad de trabajo en tiempo real, orientación al servicio, modularidad. Estas características están afectando los modelos de negocio tradicionales, generando problemas principalmente en la producción masiva individualizada, producción local, precios bajos, bienes y servicios inteligentes. Las nuevas tecnologías, la hiperconectividad y la movilidad han traído nuevos escenarios de negocios, nuevas oportunidades profesionales y desafíos para los gerentes de talento y los profesionales de recursos humanos (Gardella, 2018). Con la llegada de la Industria 4.0, los directivos deben determinar las ventajas y necesidades del nuevo perfil profesional para que puedan ayudar a la empresa a desarrollarse y posicionarse como participantes relevantes y competitivos (Ynzunza et al., 2017). Antes de la Industria 4.0, el objetivo principal de los recursos humanos se enmarcaba en encontrar el capital humano como recurso estratégico de las empresas (Boon et al., 2018); ahora su nueva función es identificar y retener los talentos, comprenderlos, seguir cambiando con ellos y estar preparados para gestionar el futuro, dándole especial enfoque a la contratación, atracción, rendimiento y planificación en busca de la sostenibilidad de los recursos humanos (Amaya, 2019). La digitalización se ha convertido en la clave para el diagnóstico de necesidades formativas, para desarrollar planes de formación y medir su impacto los equipos, a estos se incorporan elementos innovadores como EPA (Entorno de Aprendizaje Personal) o por sus siglas en inglés PLE (Personal Learning Environment), además de los Cursos Online Masivos y Abiertos conocidos como MOOC y nuevas metodologías online que constituyen un nuevo escenario, trayendo retos y posibilidades al campo del desarrollo humano (Platas, 2017). Por tanto, la estructura organizativa y los nuevos perfiles digitales sufrirán cambios importantes.

#### **2.4. Competencias a desarrollar para cumplir con los requisitos de la Industria 4.0**

Las competencias laborales están definidas por Sandoval et al. (2013) como “el desarrollo de capacidades, habilidades o destrezas para lograr un objetivo o resultado

dentro de un contexto establecido”. Por su parte Carnevale et al. (1990) enfoca el término como la capacidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos así como las habilidades y valores en el campo ocupacional; estas son medibles, perceptibles y evaluables en el ámbito en que son aplicadas (Argudín, 2005).

“Cuando más dependemos de la tecnología y la presionamos hasta sus límites, más necesitamos personas más cualificadas, bien formadas y con buena práctica para hacer al sistema resiliente, actuando como la última línea de defensa contra los fallos que inevitablemente ocurrirán” (Pfeiffer, 2016, p. 24), basado en esta cita, la incursión de la Industria 4.0 hace que las empresas piensen en desarrollar las competencias de sus colaboradores, alineados a una estructura para satisfacer las necesidades de adopción de nuevas tecnologías. Para ello, es necesario identificar los factores macro tanto políticos, económicos, legales, técnicos y ambientales que inciden en el fortalecimiento de capacidades y el desarrollo del talento humano (Hecklau et al., 2016). La Tabla 1 muestra la clasificación de competencias básicas necesarias para cumplir con estos cinco factores.

**Tabla 1.** Derivación de competencias básicas para desafíos identificados

<b>Desafíos identificados</b>	<b>Derivación de competencias básicas</b>
<b>Factores económicos</b>	
Globalización	Habilidades intelectuales, lingüísticas Capacidad para interactuar con otros Flexibilidad de tiempo Comprensión de procesos
Creciente necesidad de innovación	Pensamiento empresarial Creatividad Resolución de problemas Trabajo bajo presión Conocimiento de contenidos técnicos Habilidades de investigación Comprensión de procesos
Mayor orientación a servicios	Resolución de problemas Habilidades de comunicación y comprensión Habilidad para conectarse Resolución de conflictos
Creciente necesidad de cooperación y colaboración en el trabajo	Capacidad de trabajo en equipo Interconexión Habilidades de comunicación Compromiso
<b>Factores sociales</b>	
Cambios demográficos y de valores sociales	Capacidad de transferencia de conocimiento Adaptación a la rotación de tareas Capacidad de liderazgo
Incremento de trabajos virtuales	Flexibilidad de tiempo y lugar Habilidades tecnológicas Comunicación Comprender la seguridad informática

<b>Desafíos identificados</b>	<b>Derivación de competencias básicas</b>
Crecimiento de la complejidad de los procesos	Habilidades técnicas Comprensión de procesos Motivación para aprendizaje Tolerancia Tomada de decisiones Resolución de problemas Capacidad de análisis crítico
<b>Desafíos técnicos</b>	
Crecimiento de tecnología y uso de datos	Habilidades técnicas y analíticas Codificación Comprender el uso y la seguridad de las TI
Crecimiento del trabajo colaborativo en plataformas digitales	Trabajo en equipo Uso de comunicación virtual Comprender la seguridad informática Cooperativismo
<b>Desafíos ambientales</b>	
Cambio climático y escasez de recursos	Conocimiento de sostenibilidad Motivaciones para proteger el medio ambiente Creatividad para encontrar soluciones
<b>Cambio de políticas y legales</b>	
Normalización	Habilidades técnicas de codificación Comprensión de procesos
Seguridad de datos y privacidad personal	Comprender el uso y la seguridad de las TI

Fuente: Hecklau et al. (2016).

Estas competencias deben ser identificadas para los procesos de selección de talentos y procesos de aprendizaje interno y se dividen en cuatro grupos. El primer grupo tiene que ver con “competencias técnicas” (actualización de conocimientos, habilidades técnicas integrales, comprensión de procesos, habilidades y adaptación al entorno actual con el uso de nuevas tecnologías, habilidades de codificación, comprensión y uso adecuado de las TI). El segundo grupo se refiere a competencias “metodológicas” con habilidades como creatividad, habilidades analíticas para resolver problemas, conflictos y toma de decisiones, habilidades de investigación, así como una perspectiva orientada a la eficiencia. La tercera se denomina competencias “sociales” (intelectuales, lingüísticas, habilidades comunicativas, establecimiento de redes de conocimiento, trabajo en equipo, transferencia de conocimiento, liderazgo). El cuarto es inherente a las competencias personales (flexibilidad, motivación para aprender, trabajo bajo presión, tolerancia al cambio y rotación de actividades, comprensión de las TI) (Hecklau et al., 2016, 2017). Se debe trabajar con los empleados, fortaleciendo su capacidad de toma de decisiones ante situaciones inusuales, mejorando la dinámica de detección y adaptación a situaciones adversas, los procesos deben ser dirigidos por especialistas con conocimiento de la empresa y que estén en constante actualización de conocimientos (Gorecky et al., 2014). La Tabla 2, agrupa las competencias detalladas y compiladas de cuatro trabajos, estas se clasifican en cuatro categorías y están referenciadas con la letra A para Hecklau et al. (2016); B para Hecklau et al. (2017); C para Jalil (2018); D para Terrés, Álvaro, Viles, & Santos (2017).



**Tabla 2.** Conjunto de competencias agregadas por categorías

	Competencia	Contexto I. 4.0 / Digitalización	Referencias
Social	Comunicación y cooperación	La orientación al servicio requiere buenas habilidades de escucha y presentación. A medida que aumente el teletrabajo y contactos indirectos, se requieren mayores habilidades de comunicación por medios virtuales.	A, B
	Liderazgo	El crecimiento de tareas estratégicas y jerarquías planas hará que más empleados sean líderes.	A, B, D
	Habilidades Interculturales y Lingüísticas	La comprensión de diferentes culturas, hábitos de trabajo, que se tornan divergentes, cuando se trabaja globalmente, mejora la capacidad de comprender y comunicarse con socios y clientes a nivel global.	A, D
	Trabajo en equipo y transferencia de conocimiento	El aumento del trabajo en equipo y el trabajo compartido en plataformas incrementa la capacidad de seguir las reglas del equipo, intercambiando conocimiento explícito y tácito.	A, C, D
Metodológico	Competencia analítica	Obligatorio para estructurar y analizar grandes cantidades de datos y procesos complejos.	A, B
	Resolución de problemas complejos	Identificación de la raíz de errores y capacidad para mejorar procesos de forma independiente, así como en equipos.	A, B, C
	Toma de decisión	Responsabilidades a nivel de proceso con toma de decisiones de forma independiente, así como en equipos.	A, B, D
	Resolución de conflictos	Incrementando la orientación al servicio al cliente, se deben resolver los conflictos que se generen entre ellos.	A, D
	Habilidades de investigación	Capacidad para utilizar fuentes fiables para el aprendizaje continuo en entornos cambiantes.	A
	Orientación a la eficiencia	Resolución de problemas complejos como el análisis de “BIG DATA” de forma eficiente.	A, C, D
	Pensamiento de negocio	El aumento de la responsabilidad y las tareas estratégicas obligan a los empleados a aumentar su visión empresarial.	A
	Voluntad y motivación para aprender	Los cambios en situaciones y condiciones requerirán trabajadores comprometidos con las necesidades, una formación integral y demandará voluntad de aprender.	A, B
Personal	A flexibilidad y adaptabilidad	Habrà rotación laboral, debido al aumento del trabajo virtual, los empleados deben adaptarse y ser flexibles con su horario y lugar de trabajo.	A, B, D
	Creatividad	Para la creación de productos innovadores y mejoras internas.	B, D
	Mentalidad sostenible	Deben apoyar iniciativas de sostenibilidad como parte de las empresas.	A, B
Dominio/Técnicas	Seguridad Digital	La ciberseguridad es fundamental para fortalecer el uso de las redes de información digital.	A, B, C, D
	Competencias de Codificación	La codificación de todos los elementos incluidos en la Industria 4.0 aumenta la necesidad de comprender y desarrollar códigos.	A, B, C, D
	Comprensión de procesos	Los procesos complejos requieren un conocimiento amplio y profundo de los mismos, cambiar la mentalidad de pensar y actuar en red y procesos transversales.	A, B, C
	Competencias interdisciplinarias	La complejidad del trabajo requiere una mayor comprensión y conocimiento de disciplinas que no son específicas de su formación.	B

Fuente: Hecklau et al. (2016); Hecklau et al. (2017); Jalil (2018); Terrés et al. (2017).

Si bien la detección de competencias debe tomarse como base para el análisis de las requeridas en Industria 4.0, es importante resaltar que cada puesto y cada persona merece ser atendido de manera individual, enfatizando el trabajo en las áreas mencionadas. La gestión de recursos humanos juega un papel muy importante en el desarrollo de nuevas estructuras empresariales, con un foco en el empleo y el desarrollo de una fuerza laboral competitiva y comprometida con el objetivo de la empresa (Jalil, 2018). Mejorar al individuo, mejorar la eficiencia de la organización, desarrollar conocimientos y habilidades, incrementar el potencial humano y el crecimiento personal son los principales objetivos para el desarrollo de los recursos humanos, sumados a los nuevos desafíos de ingresar e innovar diariamente, basándose en el pasado para trabajar en el presente y proyectarse en el futuro (Amaya, 2019). Estos factores están alineados con las iniciativas que las empresas deben aplicar para promover nuevos niveles de empleo, productividad y competitividad (Lorenz et al., 2015) avizorando una reconversión de los empleados. Para adoptar nuevos modelos de trabajo y organización, la contratación para la Industria 4.0 y la participación estratégica de la fuerza laboral, las herramientas para la selección y desarrollo de los empleados marcará la diferencia en la búsqueda del éxito empresarial (Gardella, 2018). Para su aplicación es necesario comprender ¿qué nuevas competencias requerirán los trabajadores? y ¿qué cambios se producirán en la selección, formación y evaluación de personas?, esto debido a la inserción de la industria 4.0

### 3. Metodología

La Industria 4.0 es un tema que tiene poco abordaje en relación con la gestión de personas, ya que la mayoría de los estudios se centran en la parte técnica de su adopción. Por ello, es necesario llevar a cabo un enfoque que relacione las competencias que deben desarrollar los empleados con la integración de la Industria 4.0. Para evaluar competencias críticas necesarias para la adopción de la cuarta revolución industrial, se realizó un estudio exploratorio con enfoque cualitativo, este integra 2 etapas estructuradas para la sistematización de resultados:

1. Identificación de las competencias que deben adquirir los empleados para la adopción de la Industria 4.0 a partir de la revisión literaria.
2. Entrevistas con gerentes, gerentes de recursos humanos y personal involucrado con la innovación y tecnologías de la información en las industrias ecuatorianas.

Como instrumento de recolección de datos fueron utilizadas entrevistas semi-estructuradas, con base en la técnica de análisis de contenido para identificar las competencias adicionales a aquellas encontradas en la revisión de literatura, así como investigar las expectativas de crecimiento, el grado de implementación de la Industria 4.0 y el sector económico de las empresas en las que trabajan los entrevistados.

Por las limitaciones del uso de entrevistas, como, la imposibilidad de contactar con todas las empresas del sector y no tener acceso a toda la población, lo ideal es utilizar datos de una muestra no aleatoria, enfocados en casos específicos, que permitan extraer información útil y adecuada. Se partió con una búsqueda en internet de perfiles e industrias que se adapten y tengan en su visión la inserción de la Industria 4.0, para luego, aplicar la técnica de bola de nieve en cada iteración y capturar más

elementos para ser entrevistados. La recolección de datos se inició en octubre de 2018 y finalizó a mediados de enero de 2019. Las entrevistas se ajustaron a la apertura de cada empresa/gerentes y se las dirigió de forma personal (física y digitalmente). En su primera parte, las entrevistas se basan en conocer al entrevistado y la empresa donde trabaja, luego se realizan preguntas introductorias en base a sus conocimientos y juicios de la Industria 4.0, en un tercer momento se les cuestiona sobre la percepción de crecimiento de la Industria 4.0 en el país y en la empresa, para finalmente, indagar en busca de opiniones fundamentadas sobre las competencias necesarias para la inserción de la Industria 4.0.

Se entrevistaron a gerentes, gerentes de recursos humanos, personas que laboran en el sector de innovación tecnológica, automatización y tecnologías de la información de empresas ecuatorianas. En concreto, 20 colaboradores de 18 empresas ecuatorianas y 1 profesor universitario con experiencia en la industria. La Tabla 3 detalla una codificación para nombrar al entrevistado, su preparación académica, el puesto que ocupa; también muestra el sector industrial, económico y la clasificación por tamaño de la empresa.

**Tabla 3.** Caracterización de la muestra de las entrevistas

Codificación de Entrevistado	Preparación académica	Puesto	Sector Industrial	Sector Económico	Clasificación de la empresa por su tamaño
A	Ingeniero Comercial	Coordinador de innovación	Bancario	Sector Terciario	Media
B	Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones	Consejero de Formación Dual	Consultoría	Sector Terciario	Media
C	Licenciado en Administración de Recursos Humanos	Jefe de recursos humanos	Siderurgia	Sector Secundario	Grande
D	Doctor en Ciencias Económicas	Profesor	Docencia	Sector Terciario	–
E	Ingeniero en Mecatrónica	Gerente	Robótica	Sector Secundario	Micro
F	Ingeniero Químico	Gerente	Petroquímica	Sector Secundario	Grande
G	Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones	Jefe de Regulación e Instrumentación	Agroindustria	Sector Secundario	Grande
H	Ingeniero en Sistemas	Director de innovación	TI	Sector Terciario	Media
I	Ingeniero en Petróleos	Analista técnico	Petrolífera	Sector Primario	Grande
J	Ingeniero en Mecatrónica	Gerente Técnico de Ingeniería	TI	Sector Terciario	Micro
K	Maestría en Gestión de Proyectos	Gerente de Proyectos	Consultoría	Sector Terciario	Pequeña

Codificación de Entrevistado	Preparación académica	Puesto	Sector Industrial	Sector Económico	Clasificación de la empresa por su tamaño
L	Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones	Gerente General	TI	Sector Terciario	Pequeña
M	Maestría en Gestión de Proyectos	Supervisor Scada	Petrolífera	Sector Primario	Grande
N	Ingeniero Mecánico	Gerente	Siderurgia	Sector Secundario	Media
O	Ingeniero en Sistemas	Ingeniero de TI	TI	Sector Terciario	Grande
P	Ingeniero Electrónico	Ingeniero de Proyectos	Servicios	Sector Terciario	Pequeña
Q	Ingeniero Mecánico	Líder de estación de bombeo	Petrolífera	Sector Primario	Grande
R	Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones	Operador de sala de control	Petrolífera	Sector Primario	Grande
S	Ingeniero Informático y Multimedia	Líder en control y gestión de cambios	Gubernamental	Sector Terciario	–
T	Maestría en Administración de Empresas	Coordinador Nacional de Ventas	Servicios	Sector Terciario	Media
U	Ingeniero en Mecatrónica	Vendedor Externo de Medición	Servicios	Sector Terciario	Media

Fuente: Elaboración propia<sup>4</sup>.

Según los datos recolectados, se obtuvo una muestra con las siguientes características:

- La mayoría de los encuestados son hombres, con solo un 10% mujeres;
- En relación con los niveles de educación, hay 3 grupos, la mayoría con títulos de tercer nivel con 81%, luego el 14% tiene maestría y solo el 5% con doctorado;
- En cuanto a su posición en la empresa, se dividieron en tres grandes grupos. El más bajo es el de recursos humanos con un 5%, luego tenemos el 28% de gerentes y el 67% de personas en puestos relacionados con la innovación, automatización, tecnologías de la información, involucradas en la Industria 4.0;
- Según el sector industrial en el que operan las empresas donde laboran los entrevistados, se clasificaron en 11 grupos, siendo la industria de tecnologías de la información (TI) la más frecuente con un 21%, seguida de las empresas que prestan servicios con un 16%, después consultoras, petroleras y siderúrgicas con un 11%, para terminar las de los sectores agroindustrial, bancario, petroquímico y robótico con solo el 5%;

<sup>4</sup> Elaborado en base a las entrevistas.

- e. El sector económico se divide en tres grupos, las empresas en las que trabajan los entrevistados que pertenecen al sector terciario son el 57%, al sector secundario pertenecen 24% y un 19% de empresas que pertenecen al sector primario.
- f. Dentro de la clasificación de empresas por su tamaño, no se consideraron dos (una institución educativa y una de gobierno que no aplican dentro de los 4 grupos obtenidos). Las empresas grandes y medianas son más frecuentes, con un 35%, las pequeñas con un 18% y las microempresas con un 12%.

## 4. Resultados

### 4.1. Competencias necesarias para la inserción de la Industria 4.0

Con el fin de identificar las competencias requeridas con la inserción de Industria 4.0, además de las encontradas en la revisión de la literatura, se realizaron 21 entrevistas a empleados de empresas ecuatorianas clasificadas según su sector económico como se muestra en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Clasificación de las entrevistas de acuerdo el sector económico de la empresa

Sector Económico de la Empresa	Número de personas entrevistadas	Referencia
Sector Primario	4	X
Sector Secundario	5	Y
Sector Terciario	12	Z

Fuente: Elaboración propia<sup>5</sup>.

Hay competencias comportamentales y técnicas que se deben adoptar para la inserción de la Industria 4.0. Ambos grupos son muy importantes, ya que, como menciona D<sup>6</sup>, “No debes enfocarte solo en los campos técnicos, hay que enfocarse en la parte humanística, aquellas habilidades que nosotros, como individuos o grupos, tenemos que desarrollar, porque la parte técnica se aprende” (D, entrevista personal, 28 de noviembre del 2018).

A partir de las entrevistas semiestructuradas y del respectivo análisis de contenido, se identificaron ocho competencias extras, las cuales se organizan en conductuales o comportamentales y técnicas de acuerdo al contexto organizacional propuesto por Hecklau et al. (2017). Las competencias se emparejan teniendo en cuenta el sector económico de las empresas, clasificadas con las referencias X, Y, Z<sup>7</sup> y que se muestran en la Tabla 5.

<sup>5</sup> Elaborado en base a las entrevistas.

<sup>6</sup> Nomenclatura establecida en la Tabla 3, que codifica al entrevistado.

<sup>7</sup> X, Y y Z son referencias citadas en la tabla 4 y que hace alusión al sector económico de las empresas en las que laboran los entrevistados.

**Tabla 5.** Competencias identificadas y su relación por sector económico

Competencia		Contexto I. 4.0	Referencias
Conductual	Adaptabilidad	Capacidad para adaptarse a la transición de un espacio de trabajo físico a un espacio remoto	X, Z
	Comunicación asertiva	Capacidad para comunicar un mensaje basado en una actitud personal positiva y armoniosa	X, Y, Z
	Organización	Lograr imponer una orden para identificación inmediata	X, Y, Z
	Empatía	Llegar a otras personas de forma afectiva	X, Y, Z
	Pensamiento crítico	Relacionar un buen conocimiento con una justificación correcta y racional	X, Z
	Planificación estratégica	Desarrollo e implementación sistemática para lograr los propósitos	Y, Z
Técnicas	Análisis de datos	Uso de herramientas para interpretar, entrar, limpiar y visualizar gran cantidad de datos	X, Y, Z
	Experiencia de usuario	Creación de interfaces amigables	Y, Z

Fuente: Elaboración propia<sup>8</sup>.

Si se analiza lo dicho por Q<sup>9</sup>, “Las competencias comportamentales son las que más se pueden trabajar en cada empresa, la formación académica de cada persona se relaciona con las técnicas” (Q, entrevista personal, 18 diciembre del 2018), las empresas deberían hacer énfasis en la formación en las competencias comportamentales y en la selección de personal con preparación en las competencias técnicas.

Se identificaron ocho competencias adicionales (2 técnicas y 6 conductuales), de estas, la empatía es la más frecuente entre los encuestados, como una característica personal de llegar emocionalmente a otra persona que, como dice A<sup>10</sup>, “la empatía con las personas es algo que las máquinas aún no pueden hacer y es un factor diferencial para poder integrarse a la Industria 4.0” (A, entrevista personal, 8 enero del 2019). Otra competencia comportamental es la adaptabilidad, expresada por S<sup>11</sup> como “la capacidad de adaptarse a la transiciones físico-virtuales” (S, entrevista personal, 5 enero de noviembre del 2018); este elemento lo repiten al menos un entrevistado del sector secundario y terciario al igual que el pensamiento crítico que es “la interpretación basada en conocimientos y justificaciones lógicas y racionales” (O<sup>12</sup>, entrevista personal, 4 enero del 2019). Al menos uno de los entrevistados por sector económico coincide en que la comunicación asertiva, la organización, la empatía son competencias que deben desarrollar los trabajadores; la comunicación asertiva, como lo define M<sup>13</sup>, “es la capacidad de llegar a otras personas de manera eficaz y denotando una actitud positiva y armoniosa que el resto percibe al instante”

<sup>8</sup> Elaborado en base a las entrevistas.

<sup>9</sup> Nomenclatura establecida en la Tabla 3, que codifica al entrevistado.

<sup>10</sup> Nomenclatura establecida en la Tabla 3, que codifica al entrevistado.

<sup>11</sup> Nomenclatura establecida en la Tabla 3, que codifica al entrevistado.

<sup>12</sup> Nomenclatura establecida en la Tabla 3, que codifica al entrevistado.

<sup>13</sup> Nomenclatura establecida en la Tabla 3, que codifica al entrevistado.

(M, entrevista personal, 10 diciembre del 2018); la organización está descrita como “la manera que manejamos nuestros elementos, dispuestos de tal manera que se las pueda encontrar de manera fácil y oportuna” (U<sup>14</sup>, entrevista personal, 7 enero del 2019), esta puede ser sistemática y mantener un estándar para facilitar su aplicación (Q<sup>15</sup>, entrevista personal, 18 diciembre del 2019). La última capacidad comportamental es la planificación estratégica, que se menciona por al menos un entrevistado de los sectores secundario y terciario, y I<sup>16</sup> lo define como “el desarrollo y la implementación sistemática de procesos con el fin de lograr un objetivo” (I, entrevista personal, 1 diciembre del 2018).

En términos técnicos, el más repetido entre los encuestados es el análisis de datos; se necesitarán personas calificadas como científicos de datos, ya que “con la inclusión de Big Data se vuelve vital su aporte para extraer, limpiar, analizar y visualizar datos” (L<sup>17</sup>, entrevista personal, 5 enero de 2019). La otra competencia técnica mencionada fue la experiencia de usuario siendo de vital importancia, no solo para empresas de desarrollo si no para los usuarios finales, como lo expresa S<sup>18</sup> “todos los aplicativos van a requerir una interfaz para que interactúe tanto un ordenador como un controlador con el hombre y todas las interfaces deben ser amigables, manejadas bajo estándares de buen aspecto” (S, entrevista personal, 5 de noviembre del 2018).

#### **4.2. Clasificación de las competencias identificadas en la revisión de la literatura y encontradas en la investigación**

Algunos de los elementos encontrados en la investigación coinciden con los presentados en la revisión literaria. La creatividad fue uno de ellos y el más abordado por los entrevistados como el más importante a desarrollar en las empresas que adoptarán la Industria 4.0; se considera una fuente de imaginación para crear nuevos productos y resolver problemas completamente nuevos. Hay un cambio de roles, como menciona G<sup>19</sup> “La gente debe proponer y no solo obedecer” y esta es la base de esta aptitud (G, entrevista personal, 15 de noviembre de 2018).

Por otro lado, existen competencias que no son mencionadas por los entrevistados y fueron obtenidas de la revisión de la literatura. La competencia analítica, la resolución de problemas complejos, las habilidades de investigación, la orientación a la eficiencia, la mentalidad sostenible, siguen siendo importantes, por lo que se mantienen en el análisis. Las siguientes tablas muestran un resumen de las habilidades identificadas y clasificadas en sociales (Tabla 6), metodológicas (Tabla 7), personales (Tabla 8) y técnicas (Tabla 9).

A la cooperación, liderazgo, habilidades interculturales y lingüísticas, trabajo en equipo y transferencia de conocimientos, competencias halladas en la revisión de literatura, se suma la comunicación asertiva clasificada como social, al fomentar una interrelación entre dos o más personas a través de un intercambio de información eficaz.

---

<sup>14</sup> Nomenclatura establecida en la Tabla 3, que codifica al entrevistado.

<sup>15</sup> Nomenclatura establecida en la Tabla 3, que codifica al entrevistado.

<sup>16</sup> Nomenclatura establecida en la Tabla 3, que codifica al entrevistado.

<sup>17</sup> Nomenclatura establecida en la Tabla 3, que codifica al entrevistado.

<sup>18</sup> Nomenclatura establecida en la Tabla 3, que codifica al entrevistado.

<sup>19</sup> Nomenclatura establecida en la Tabla 3, que codifica al entrevistado.

**Tabla 6.** Competencias sociales obtenidas

Competencia		L-Revisión de literatura X-Entrevistas
Social	Cooperación	L, X
	Liderazgo	L, X
	Habilidades Interculturales y Lingüísticas	L, X
	Trabajo en equipo y transferencia de conocimientos	L, X
	Comunicación asertiva	X

Fuente: Elaboración propia en base a las entrevistas y revisión de literatura.

**Tabla 7.** Competencias metodológicas obtenidas

Competencia		L-Revisión de literatura X-Entrevistas
Metodológico	Competencia analítica	L
	Resolución de problemas complejos	L
	Resolución de conflictos	L, X
	Tomada de decisión	L, X
	Habilidades de investigación	L
	Orientación de eficiencia	L
	Pensamiento empresarial	L, X
	Voluntad y motivación para aprender	L, X
	Pensamiento crítico	X
	Planificación estratégica	X

Fuente: Elaboración propia<sup>20</sup>.

La competencia analítica, resolución de problemas complejos, habilidades de investigación y orientación a la eficacia son habilidades metodológicas que no se obtuvieron en las entrevistas, estas deben formar parte de la formación para la inserción de la industria 4.0. Si bien todas las competencias analíticas tienen relación y se pueden trabajar en conjunto, hay que dar especial énfasis a cada una de ellas de acuerdo con el puesto de trabajo (C<sup>21</sup>, entrevista personal, 19 de noviembre del 2018).

<sup>20</sup> En base a entrevistas y revisión de literatura.

<sup>21</sup> Nomenclatura establecida en la Tabla 3, que codifica al entrevistado.



**Tabla 8.** Competencias personales obtenidas

Competencia		L-Revisión de literatura X-Entrevistas
<b>Personal</b>	Flexibilidad y adaptabilidad	L, X
	Creatividad	L, X
	Mentalidad sostenible	L
	Organización	X
	Empatía	X

Fuente: Elaboración propia<sup>22</sup>.

La mentalidad sostenible es una competencia que no se menciona en las entrevistas, pero que todas las empresas deben adquirir, ya que se referencia a sus a los factores económicos, sociales y ambientales inmersos (Zarta Ávila, 2018). En tanto la organización y empatía que no fueron indicados en la revisión de literatura son también pieza fundamental en el desarrollo personal que requiere la Industria 4.0.

**Tabla 9.** Competencias técnicas obtenidas

Competencia		L-Revisión de literatura X-Entrevistas
<b>Dominio/Técnicas</b>	Seguridad digital	L, X
	Competencias de codificación	L, X
	Comprensión de procesos	L, X
	Competencias interdisciplinarias	L, X
	Análisis de datos	X
	Experiencia de usuario	X

Fuente: Elaboración propia<sup>23</sup>.

En las competencias técnicas, también es importante el análisis de datos y la experiencia de usuario, ambas características son parte fundamental tanto para el uso del Big Data, como para interacción entre humano y robot.

## 5. Discusión y Análisis

La Industria 4.0 es un tema muy reciente, que se encuentra en estudios constantes; como indica E<sup>24</sup> “se le llama la cuarta revolución industrial porque involucra no solo

<sup>22</sup> En base a entrevistas y revisión de literatura.

<sup>23</sup> En base a entrevistas y revisión de literatura.

<sup>24</sup> Nomenclatura establecida en la Tabla 3, que codifica al entrevistado.

cambios tecnológicos, sino cambios en la estructura social, económica, política y especialmente en la educación” (E, entrevista personal, 12 de octubre del 2018) y se relaciona con lo mencionado por Zhou (2015) en la revisión de la literatura que advierte que los cambios científicos y tecnológicos traerán problemas sociales, políticos y económicos que se deben enfrentar. Uno de los cambios importantes para la preparación de las personas, es que la empresa trabaje en conjunto con los centros de formación profesional, como dice Benešová & Tupa (2017) “La industria debe colaborar con las universidades” (p.2), donde los líderes los negocios lideran procesos. B<sup>25</sup>, introduce el término dualidad y lo define como “un proceso de formación liderado por empresas, donde los clientes de los institutos son las empresas” (B, entrevista personal, 27 de noviembre 2018). B menciona que en Alemania ha tenido buenos resultados y en Ecuador es de vital importancia implementar esto como base para la Industria 4.0.

Para ser parte de la Industria 4.0 es importante que las empresas cumplan con sus ciclos “en el país (Ecuador) hay muchas empresas que trabajan de forma semiautomática y tienen miedo de dar el gran salto, sin que quede claro los beneficios que ofrece la aplicación de la Industria 4.0; la única forma de crecer es adaptarse” (T<sup>26</sup>, entrevista personal, 2 de diciembre de 2018). Las empresas deben salir de su zona de confort para estar a la vanguardia del mercado.

La aplicación de las herramientas es beneficiosa desde el punto de vista de la seguridad, la economía y la calidad, pero en la parte social traerá muchos problemas, “probablemente ciertos perfiles operativos disminuirán y otros como las ventas aumentarán” (C<sup>27</sup>, entrevista personal, 19 Noviembre de 2018), esto tiene sentido al ver las cifras presentadas por Lorenz, Rüßmann, Strack, Lueth, & Bolle (2015) y que anticipan que en Alemania se perderán aproximadamente 610000 puestos de trabajo relacionados con el montaje y la producción, pero aumentarán. 960000 nuevos puestos relacionados con las tecnologías de la información. Así, la fuerza de trabajo no perderá individuos, pero estos tienen que cambiar, evolucionar y transformarse; no tiene sentido mantener a las personas realizando tareas rutinarias y manuales que un robot puede hacer sin incurrir en riesgos y de manera más eficiente, más cuando ese mismo sujeto puede ser útil en otras áreas, si está preparado, siendo esto uno de los fundamentos de la creación de Industria 4.0.

Para la selección, formación y evaluación del personal, es necesario establecer las competencias críticas que deben adoptar los trabajadores para la inserción de la Industria 4.0. Si bien se realizó una sectorización económica de las empresas que participaron en la encuesta, al ser una muestra no aleatoria, no permite establecer resultados generalizados para toda la población, pero sí permitieron identificar más competencias, mismas que se deben evaluar de acuerdo con el sector de la empresa y a cada puesto de trabajo.

## 5.1 Implicaciones en la Gestión

Al contrario de lo que menciona la “Paradoja de la Productividad”, el crecimiento del sector productivo, tanto empresarial como nacional, no depende de la inversión

---

<sup>25</sup> Nomenclatura establecida en la Tabla 3, que codifica al entrevistado.

<sup>26</sup> Nomenclatura establecida en la Tabla 3, que codifica al entrevistado.

<sup>27</sup> Nomenclatura establecida en la Tabla 3, que codifica al entrevistado.

que se realice en tecnología; las TIC son recursos estratégicos que la empresa puede utilizar para su desarrollo, otorgando ventajas competitivas y provocando cambios en el sector y en toda la cadena de valor (Patiño Builes, 2014). Esto se suma a la Ley de Moore, establecida por Gordon Moore en 1968, según la cual “el número de transistores por centímetro cuadrado en un circuito integrado se duplicaría aproximadamente cada 18 a 24 meses” y certifica que las capacidades tecnológicas crecen exponencialmente (Cheang, 2005). Hay que poner mayor énfasis en el desarrollo, los cambios tecnológicos y todo lo que esto implica. La Industria 4.0 es la corriente actual y futura de la industria mundial.

No es únicamente responsabilidad del área de recursos humanos, ni solo de una empresa, adoptar la nueva revolución industrial, como se mencionó durante el trabajo, se trata de cambios rotundos a nivel social, económico, político, especialmente en el cambio de modelo educativo, que importa. Se deben desarrollar planes estatales, no gubernamentales, donde permitan el desarrollo empresarial, creando un conjunto de reglas que se apliquen a todos, debe haber un cambio de liderazgo, como lo menciona B<sup>28</sup> “En Alemania, no todo cambio llega de la política, los emprendedores son los que lideran este proceso” (B, entrevista personal, 27 de noviembre de 2018). Las empresas deben tener a las universidades como sus principales aliados, buscar alianzas y crear programas académicos, procurando que los estudiantes se involucren con el mundo real y contar con profesionales que trabajen en lo que demanda el mercado.

El costo de rotación de personal para las grandes y medianas empresas puede impactar la rentabilidad del negocio al representar un rubro alto y costoso (Estrada, 2018), también genera riesgos en la productividad, como menciona H<sup>29</sup> “Cuando corres gente pensando que los que acaban de dejar los libros sabrán más que los que han conocido el dolor desde hace muchos años, los resultados son serios” (H, entrevista personal, 28 de noviembre de 2018), esto hace que entrenar y reclutar nuevos talentos vayan de la mano.

La selección de profesionales debe comenzar con la aplicación del concepto de dualidad, articulando las necesidades de las empresas y del mercado con la preparación y formación en las instituciones educativas. “Se debe buscar y seleccionar un grupo heterogéneo y multidisciplinario; los nuevos talentos deben aportar un mix de habilidades que complementen la experiencia de los empleados más antiguos” (F<sup>30</sup>, entrevista personal, 14 de noviembre del 2018). Los aspirantes deben ser evaluados con pruebas que valoren las capacidades técnicas y, sobre todo, se debe poner más énfasis en las capacidades conductuales, factores que son más difíciles de trabajar en la formación del personal.

La aversión al cambio es algo en lo que hay que trabajar, hay que cambiar el “chip” y la mentalidad de las personas y las empresas. Es un falso mito mal distribuido y extendido que la llegada de la Industria 4.0, el internet de las cosas, la robotización y todas las tecnologías involucradas van a reemplazarnos en nuestro trabajo, esto genera miedos y oposición en hacer la transición. Fiorelli (2017) afirma: “Las máquinas nunca crearán ningún problema laboral, salvo algún desequilibrio fisiológico en un breve período” (p. 8), por lo que dar el gran salto hacia la Industria 4.0 no

---

<sup>28</sup> Nomenclatura establecida en la Tabla 3, que codifica al entrevistado.

<sup>29</sup> Nomenclatura establecida en la Tabla 3, que codifica al entrevistado.

<sup>30</sup> Nomenclatura establecida en la Tabla 3, que codifica al entrevistado.

debería conducir a la pérdida de fuerza laboral si se aplica correctamente, el trabajo se transformará y evolucionará y este principio es lo primero que se debe enfatizar en el proceso de formación.

La creatividad, la cooperación, la orientación a la eficiencia y la resolución de problemas complejos son las competencias conductuales más frecuentes mencionadas durante la investigación y análisis de datos y comprensión de procesos en la parte técnica. Este estudio identifica las competencias por sector económico, estableciendo las competencias críticas que la Industria 4.0 requiere para su adopción y teniendo así un punto de partida para los procesos de formación.

Para la evaluación de los funcionarios, con los requisitos que satisfacen el sector 4.0, es necesario enfocarse en resultados y comportamientos, gestionando de manera objetiva y cualitativamente el desempeño, además debe existir una integración mutua entre gerentes y empleados para alcanzar objetivos específicos; las directrices de evaluación, deben tener un feedback o retroalimentación continua (Shamim et al., 2016).

La Industria 4.0 consiste en la aplicación de tecnología digital en toda la cadena de suministro, con el fin de mejorar la rentabilidad de las empresas. Todas las áreas deben moverse y adaptarse al uso de herramientas a la vanguardia de la tecnología, esto también involucra al área de recursos humanos. La expansión de la tecnología móvil junto con IoT hará que el uso de aplicaciones inteligentes sea su plataforma de contratación. El internet pasa a ser parte fundamental en el cambio, el teletrabajo prosperará y el rendimiento de los trabajadores se medirá de acuerdo con cumplimiento de objetivos. Big Data permitirá tener una base de datos de posibles candidatos y la inteligencia artificial hará que la selección sea una tarea mucho más sencilla. Los reclutadores podrán utilizar la realidad aumentada para entrevistar a personas de cualquier parte del mundo y en cualquier momento, lo que permitirá la adaptabilidad del tiempo y el espacio además de una interacción más profunda. La RA trae objetos que no se encuentran físicamente cerca y los pone frente a nosotros virtualmente, esto ayudará en la adaptabilidad de los empleados para nuevos puestos de trabajo, facilitando una formación personalizada con gestión de objetivos individualizados. Los funcionarios podrán ser evaluados con el uso de análisis de datos por perfiles, para luego poder aplicar programas de mejora de desempeño, operados por aplicaciones inteligentes de previsión de datos, haciendo más eficientes y eficaces los procesos (Sivathanu & Pillai, 2018).

La cuarta revolución industrial también trae cambios en la estructura organizacional, el CPS implica una interacción entre humanos y robots, los trabajos mecanizados y programables se asignan a las máquinas, mientras que a los humanos las tareas abstractas y no rutinarias. En general, en CPS, con sistemas virtuales se obtiene los datos, los cuales son procesados y enviados a sistemas físicos para realizar tareas rutinarias limitadas de acuerdo a su programación e información (Blanco et al., 2017); los encargados de analizar e interpretar los datos para la toma de decisiones son los seres humanos, que tenemos habilidades que los robots aún no han desarrollado como la creatividad para tomar decisiones ante problemas completamente nuevos.

## **5.2. Limitaciones y sugerencias para estudios futuros**

La Industria 4.0 es un tema muy nuevo y escasamente abordado científicamente, hay un número reducido de publicaciones al respecto. La mayoría de los estudios encon-

trados se centran en la parte técnica que explica las tecnologías digitales y las herramientas utilizadas, de ahí que nace la primera limitación, en la obtención de información de publicaciones científicas y poca revisión de la literatura sobre la cuarta revolución industrial en el área de recursos humanos y administración. Otra limitación ocurrió a la hora de obtener los datos; en su primera fase, ponerse en contacto con personas que conocen el tema, especialistas en las áreas de gestión de personas, automatización, tecnologías de la información y gestores implica mucho tiempo. Al utilizar como herramienta de obtención de datos la entrevista semiestructurada de naturaleza cualitativa, existe el problema de que los datos y resultados no se pueden generalizar debido a su pequeño número de casos.

A pesar de las limitaciones encontradas durante el estudio, se trata de un primer trabajo de carácter exploratorio que puede servir de punto de partida para futuras investigaciones. La evaluación de las empresas en su fase inicial, que permite identificar el grado industrial en el que se encuentran, es una de las acciones imprescindibles para realizar la transición industrial de cara a la cuarta revolución industrial. Las propuestas de estudios de caso dentro de una población definida podrían proporcionar más información sobre las necesidades y los puntos críticos para ingresar con éxito al sector 4.0. Además, se pueden realizar estudios con un enfoque en un sector industrial específico para comparar los datos descubiertos en el presente estudio con una muestra más amplia.

## 6. Referencias bibliográficas

- Amaya, R. (2019). La Revolución Industrial 4.0. Transformaciones en las organizaciones y la Gestión Humana. En *Universidad Piloto de Colombia*. [http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/6120/Ricardo Amaya LA REVOLUCION 4072019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/6120/Ricardo%20Amaya%20LA%20REVOLUCION%204072019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Argudín, Y. (2005). *Educación basada en competencias. Nociones y antecedentes*. (Trillas (ed.)).
- Autor, D. H. (2015). Why are there still so many jobs? the history and future of workplace automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 3-30. <https://doi.org/10.1257/jep.29.3.3>
- Bahrin, M., Othman, M., Azli, N. H. N., & Talib, M. F. (2016). Industry 4.0. A review on industrial automation and robotic. In *Jurnal Teknologi* (Vol. 78, Issues 6-13, pp. 137-143). <https://doi.org/10.11113/jt.v78.9285>
- Barba Álvarez, A. (2010). Frederick Winslow Taylor y la administración científica: contexto, realidad y mitos. *Revista Gestión y Estrategia*, 38, 17-30.
- Benešová, A., & Tupa, J. (2017). Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 11(June), 2195-2202. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.366>
- Benítez, E. (2014). *Interacción Humano Robot y sus Aplicaciones Educativas* (Issue January 2012). <https://doi.org/10.13140/2.1.5042.6569>
- Bhuiyan, F., Chowdhury, M. M., & Ferdous, F. (2014). Historical evolution of Human Resource Information System (HRIS ): An interface between HR and computer technology. *Human Resource Management Research*, 4(4), 75-80. <https://doi.org/10.5923/j.hrmr.20140404.01>
- Bichuetti, J. L. (2011). Gestão de pessoas não é com o RH! *Harvard Business Review*, 59.

- Blanco, R., Fontodrona, J., & Poveda, C. (2017). La industria 4.0: El estado de la cuestión. *Economía Industrial*, 406, 151-164.
- Boettcher, M. (2015). *Revolução Industrial - Um pouco de história da Indústria 1.0 até a Indústria 4.0* | Maicon Boettcher | Pulse | LinkedIn.
- Boon, C., Eckardt, R., Lepak, D. P., & Boselie, P. (2018). Integrating strategic human capital and strategic human resource management. *International Journal of Human Resource Management*, 29(1), 34-67. <https://doi.org/10.1080/09585192.2017.1380063>
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2011). *The Race Against the Machine*. In *Digital Frontier Press*. Digital Frontier Press.
- Carmen, Y., Izar, J., Bocarando, J., Aguilar, F., & Martín, L. (2017). El Entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras Implications and Perspectives of Industry 4.0. *Conciencia Tecnológica*, 1(8), 33-45.
- Carnevale, A. P., Gainer, L. J., & Meltzer, A. S. (1990). *The Essential Skills Employers Want* (Pfeiffer (ed.); Issue Cml). <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED319979.pdf>
- Cheang, J. (2005). *Nanotecnología y la nanociencia: síntesis y modificación de nanopartículas iónicas*. <http://www.revista.unam.mx/vol.6/num7/art65/int65.htm>
- Chiavenato, I., Villamizar, G., & Aparicio, J. (2007). *Administración de recursos humanos*. <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r91760.PDF>
- Chin, A., Juhn, C., & Thompson, P. (2006). Technical Change and the Demand for Skills during the Second Industrial Revolution: Evidence from the Merchant Marine, 1891-1912. *Review of Economics and Statistics*, 88(3), 572-578. <https://doi.org/10.1162/rest.88.3.572>
- Doménech, R., García, J. R., Montañez, M., & Neut, A. (2018). ¿Cuán vulnerable es el empleo en España a la revolución digital? *Observatorio Económico. BBVA*, 16. <https://www.bbvaesearch.com/wp-content/uploads/2018/03/Cuan-vulnerable-es-el-empleo-en-Espana-a-la-revolucion-digital.pdf>
- Era, P. (2008). Patterns of Work in the Post-Fordist Era: Fordism and Post-Fordism. *Capital & Class*, 32(3), 152-157. <https://doi.org/10.1177/030981680809600109>
- Estrada, R. (2018). *El costo de la rotación de personal* (p. 4). Deloitte.
- Fantini, P., Pinzone, M., & Taisch, M. (2020). Placing the operator at the centre of Industry 4.0 design. Modelling and assessing human activities within cyber-physical systems. *Computers and Industrial Engineering*, 139. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.01.025>
- Fiorelli, F. (2018). Technological unemployment as frictional unemployment: From Luddite to routine-biased technological change. In *Kybernetes* (Vol. 47, Issue 2, pp. 333-342). <https://doi.org/10.1108/K-03-2017-0089>
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2013). *The Future of employment. How susceptible are jobs to Computerisation?* 1-72. [http://arche.depotoi.re/autoblogs/wwwinternetactunet\\_8a3fe3331e0ad7327e18d9fe6ec3f0ad04dcea58/media/3722fa7d.The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](http://arche.depotoi.re/autoblogs/wwwinternetactunet_8a3fe3331e0ad7327e18d9fe6ec3f0ad04dcea58/media/3722fa7d.The_Future_of_Employment.pdf)
- Gardella, A. (2018). *La revolución que viene y su impacto en el empleo* (pp. 38-44). Dialnet. [https://www.alacero.org/sites/default/files/revista/pagina/al567\\_industria\\_4\\_0\\_la\\_revolucion\\_que\\_viene\\_y\\_su\\_impacto\\_en\\_el\\_empleo.pdf](https://www.alacero.org/sites/default/files/revista/pagina/al567_industria_4_0_la_revolucion_que_viene_y_su_impacto_en_el_empleo.pdf)
- Gorecky, D., Schmitt, M., Loskyll, M., & Zühlke, D. (2014). Human-machine-interaction in the industry 4.0 era. *Proceedings - 2014 12th IEEE International Conference on Industrial Informatics, INDIN 2014*, 289-294. <https://doi.org/10.1109/INDIN.2014.6945523>
- Greenwood, J. (1999). The Third Industrial Revolution: Technology, Productivity and Income Inequality. *International Journal of Conflict Management*, 10(2), 130-153. <https://doi.org/10.1086/250095>

- Hecklau, F., Galeitzke, M., Flachs, S., & Kohl, H. (2016). Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 54, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.05.102>
- Hecklau, F., Orth, R., Kidschun, F., & Kohl, H. (2017). Human Resources Management: Meta-Study - Analysis of Future Competences in Industry 4.0. *Proceedings of the International Conference on Intellectual Capital, Knowledge Management & Organizational Learning*, 163-174.
- Ibarra, D., Ganzarain, J., & Igartua, J. I. (2018). Business model innovation through Industry 4.0: A review. *Procedia Manufacturing*, 22, 4-10. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.002>
- Jalil, M. (2018). Industria 4.0, competencia digital y el nuevo Sistema de Formación Profesional para el empleo. *Revista Internacional y Comparada de Relaciones Laborales y Derecho Del Empleo*, 6, 164-194.
- Klenert, D., Fernández Macías, E., & Antón, J. I. (2020). Do robots really destroy jobs? Evidence from Europe. *JRC Working Papers on Labour, Education and Technology*.
- Lahera Sánchez, A. (2019). Digitalización, robotización, trabajo y vida: cartografías, debates y prácticas. *Cuadernos de Relaciones Laborales*, 37(2), 249-273. <https://revistas.ucm.es/index.php/CRLA/article/view/66037>
- Lorenz, M., Rübmann, M., Strack, R., Lueth, K. L., & Bolle, M. (2015). Man and Machine in Industry 4.0. *Boston Consulting Group*, 18.
- Mosterman, P. J., & Zander, J. (2016). Industry 4.0 as a Cyber-Physical System study. *Software and Systems Modeling*, 15(1), 17-29. <https://doi.org/10.1007/s10270-015-0493-x>
- Patiño Builes, A. (2014). De la “Paradoja de la productividad” y la Ley de Moore al papel de las TIC en el aumento de la productividad de las empresas y de las naciones. *Inge Cuc*, 10(2), 51-59.
- Pereira, A. C., & Romero, F. (2017). A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. *Procedia Manufacturing*, 13, 1206-1214. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2017.09.032>
- Pfeiffer, S. (2016). Robots, Industry 4.0 and Humans, or Why Assembly Work Is More than Routine Work. *Societies*, 6(2), 16. <https://doi.org/10.3390/soc6020016>
- Pfeiffer, S. (2017). The Vision of “Industrie 4.0” in the Making—a Case of Future Told, Tamed, and Traded. *NanoEthics*, 11(1), 107-121. <https://doi.org/10.1007/s11569-016-0280-3>
- Platas, V. (2017). Digitalización de la gestión de personas. *Oikonomics*.
- Ponce, C., Torres, A., Antonio, S., & Ana, C. (2014). Inteligencia Artificial. In *Iniciativa Latinoamericana de Libros de Texto Abiertos (LATIn)* (Issue 1). <https://doi.org/10.13140/2.1.3720.0960>
- Ribas, C. (2017). Indústria 4.0, a quarta revolução industrial. *O Jornal Económico*.
- Salichs, M., Malfaz, M., & Gorostiza, J. (2010). Toma de Decisiones en Robótica. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI*, 7(4), 5-16. [https://doi.org/10.1016/s1697-7912\(10\)70055-8](https://doi.org/10.1016/s1697-7912(10)70055-8)
- Sandoval, F., Montaña, N., Miguel, V., & Ramos, E. (2013). Gestión de perfiles de cargos laborales basados en competencias. *Revista Venezolana de Gerencia*, 17(60). <https://doi.org/10.31876/revista.v17i60.10937>
- Shamim, S., Cang, S., Yu, H., & Li, Y. (2016). Management Approaches for Industry 4.0. *Evolutionary Computation (CEC), 2016 IEEE Congress*, 5309-5316. <https://doi.org/10.1109/CEC.2016.7748365>
- Sivathanu, B., & Pillai, R. (2018). Smart HR 4.0 - how industry 4.0 is disrupting HR. *Human Resource Management International Digest*, 26(4), 7-11. <https://doi.org/10.1108/HR-MID-04-2018-0059>

- Terrés, J., Álvaro, L., Viles, E., & Santos, J. (2017). *Competencias profesionales 4.0*. November, 0-21. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.13498.49602>
- Trew, A. (2014). Spatial takeoff in the first industrial revolution. *Review of Economic Dynamics*, 17(4), 707-725. <https://doi.org/10.1016/j.red.2014.01.002>
- WEF. (2018). The Future of Jobs Report 2018. In *Economic Development Quarterly* (Vol. 31, Issue 2).
- Wilson, D. C. S. (2014). Arnold Toynbee and the Industrial Revolution: The Science of History, Political Economy and the Machine Past. *History & Memory*, 26(2), 133-161. <https://doi.org/10.2979/histmemo.26.2.133>
- Ynzunza, C., Izar, J., Bocarando, J., Aguilar, F., & Larios, M. (2017). El Entorno de la Industria 4.0. Implicaciones y Perspectivas Futuras. *Conciencia Tecnológica*, 54. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94454631006>
- Zarta Ávila, P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula Rasa*, 28, 409-423. <https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18>
- Zhou, K. (2015). *Industry 4.0: Towards Future Industrial Opportunities and Challenges*. 2147-2152.
- Zulia, U. (2008). Evolución histórica del factor humano en las organizaciones: de recurso humano a capital intelectual. *Omnia*, 14(3), 144-159.