

Competencias requeridas en la industria 4.0 en el entorno organizacional

Skills Required in Industry 4.0 for the Organizational Context

 Santiago Rúa-Barrera¹
 Laura Marcela Gaviria-Yepes²
 Hernán de Jesús Moná-Martínez³



Recibido: 26 de enero de 2023

Aceptado: 5 de abril de 2023

DOI: <https://doi.org/10.26495/icti.v10i1.2396>

RESUMEN

En la actualidad vivimos cambios derivados por la tecnología, la Industria 4.0 o cuarta revolución industrial, es una de las etapas en la que la humanidad se encuentra inmersa, estas revoluciones implican la gestión del cambio, sobre todo en las organizaciones que deben mantenerse actualizadas para garantizar su sostenibilidad, por ende, resulta necesario cuestionarse sobre cuáles pueden ser las actitudes y aptitudes necesarias para afrontar esta etapa enmarcada en los sistemas ciberfísicos, inteligencia artificial y conectividad global. Estas habilidades se enmarcan en un contexto organizacional donde es clave integrarlas para generar competitividad y mejora en las organizaciones. Esta investigación tiene por objetivo identificar las competencias determinantes para la consecución de los objetivos, competitividad y éxito de las empresas en la industria 4.0. El proceso metodológico de carácter cualitativo y descriptivo se basó en un análisis bibliométrico y búsqueda en fuentes de información primarias y secundarias. Para lo cual, se utilizaron motores de búsqueda enfocados y especializados en el contenido y bibliografía científico-académica como Google Scholar, y otras bases de datos bibliográficas, como EBSCO, E-Libro y Scopus, además de información de organizaciones no gubernamentales. A partir del análisis se muestra cómo ha sido la evolución de la producción científica, las instituciones con mayor productividad académica sobre el tema, los autores que más han escrito sobre lo competente a este artículo investigativo, los países que tiene más escritos publicados acorde al campo y las áreas básicas del conocimiento en las que se enmarcan los documentos encontrados, además de un contraste con la información no académica que permite ratificar la información. Se concluye que si bien se definen unas competencias requeridas para las organizaciones en el marco de la Industria 4.0, estas pueden variar en función del crecimiento tecnológico, se sugieren nuevas líneas de investigación en razón de la llamada Industria 5.0.

PALABRAS CLAVE: competencias organizacionales, gestión del cambio organizacional, talento humano, industria 4.0.

¹ Institución Universitaria ESUMER, Medellín-Antioquia, Colombia, santiago.rua@esumer.edu.co, <https://orcid.org/0009-0003-9759-7228>

² Institución Universitaria ESUMER, Medellín-Antioquia, Colombia, laura.gaviria90@esumer.edu.co, <https://orcid.org/0000-0002-0244-3396>

³ Institución Universitaria ESUMER, Medellín-Antioquia, Colombia, coordinación.finanzas@esumer.edu.co, <https://orcid.org/0009-0006-5029-8628>

ABSTRACT

At present we are experiencing changes derived from technology, Industry 4.0 or the fourth industrial revolution, is one of the stages in which humanity is immersed, these revolutions imply change management, especially in organizations that must be updated to guaranteeing its sustainability, therefore, it is necessary to question what may be the attitudes and skills necessary to face this stage framed in cyber-physical systems, artificial intelligence and global connectivity. These skills are framed in an organizational context where it is key to integrate them to generate competitiveness and improvement in organizations. This research aims to identify the determining competencies for the achievement of the objectives, competitiveness and success of companies in industry 4.0. The qualitative and descriptive methodological process was based on a bibliometric analysis and a search of primary and secondary sources of information. For which, search engines focused and specialized in scientific-academic content and bibliography such as Google Scholar, and other bibliographic databases, such as EBSCO, E-Libro and Scopus, as well as information from non-governmental organizations, were used. From the analysis, it is shown how the evolution of scientific production has been, the institutions with the highest academic productivity on the subject, the authors who have written the most about the competence of this research article, the countries that have more published writings according to the field. and the basic areas of knowledge in which the documents found are framed, in addition to a contrast with the non-academic information that allows ratifying the information. It is concluded that although some competencies required for organizations within the framework of Industry 4.0 are defined, these may vary depending on technological growth, new lines of research are suggested due to the so-called Industry 5.0.

KEYWORDS: *organizational skills, organizational change management, human talent, industry 4.0.*

1. INTRODUCCION

Actualmente la industria 4.0 ha generado cambios en la sociedad y economía globalizada. Por lo tanto, es preciso decir que las personas y empresas deben prepararse con las competencias propias, que significaran ventajas competitivas en esta nueva etapa de la humanidad. Como lo dice Reséndiz Prado et al. (2020) “las empresas a nivel mundial y sus respectivas economías viven una etapa de coyuntura con los cambios acelerados que ha traído Industria 4.0 lo que representa un reto para lograr estabilidad y permanencia en un mercado altamente competitivo” (p. 9).

En la actualidad, las empresas reconocen y admiten los beneficios de la digitalización y suelen considerarlos esenciales en un entorno empresarial en constante cambio (Tick et al., 2022) por ello, la adaptación juega un rol fundamental y resulta inevitable cambiar para no quedar en el pasado.

La mentalidad en la industria 4.0 tiene un rol crucial, reforzar la idea en compañías y empleados de lo indispensable que la adaptación es necesario; como persona o entidad; se debe estar dispuesto a mejorar los procesos, porque ir en contra del mercado y el progreso puede significar la muerte financiera. Como lo destacan Navarro Londoño y Vallejo Sánchez (2020) “La industria 4.0 supone un cambio de mentalidad importante para quienes la implementen en sus empresas o fábricas, puesto que supondrá una fuente de competitividad” (p. 1).

De hecho, se afirma que “en principio se debe reconocer que la cuarta revolución industrial es resultado de la evolución científico-tecnológica, a partir de la generación, transferencia y aplicación del conocimiento en la empresa al diseñar productos y servicios” (López Torres et al. 2020, p.10). Así, luego de entender que la tecnología forma parte de la cotidianidad actual, se entiende que según García García et al. (2021)

Las competencias digitales son relevantes en la 4RI, porque en los sistemas sociales digitales esto no es solo teoría, esto se convierte en realidad, ya que estamos hablando de conexiones potenciales, y en contextos virtuales, las conexiones entre personas son reales (pág. 9).

Como lo mencionan Peña Jiménez et al. (2021) actualmente se está viviendo la transformación del mundo del trabajo. Las tecnologías inteligentes, digitales e interconectadas están configurando un entorno laboral más complejo y cambiante que exige una mano de obra calificada (pág. 10). De esta forma es importante reflexionar que de ello se desprende que las universidades desempeñan un papel clave que se centra en el desarrollo de las competencias orales y la comunicación escrita, el pensamiento crítico, la resolución de problemas y el trabajo en equipo. La enseñanza superior debe responder a las exigencias del mercado (Machová et al., 2021).

Asimismo, se ha identificado una brecha creciente entre los sistemas de educación superior y las necesidades y demandas del mercado laboral. Muchos de los estudiantes de hoy trabajarán en empleos que acaban de surgir o ni siquiera existen todavía. Los *newcomers* necesitarán tanto competencias digitales y socioemocionales en los próximos años. Estas nuevas competencias marcarán los objetivos de la empresa de la nueva generación de empleados (Beke et al., 2020).

Como se puede apreciar en este apartado, en los diferentes ámbitos laborales hay una carencia de competencias y habilidades, esto puede ser llamado *el déficit de cualificación* el cual es una diferencia percibida entre las necesidades de los empleadores de talento cualificado y las competencias de la mano de obra existente. En esencia, el déficit de cualificación surge en situaciones en las que los empleados carecen de las competencias necesarias para realizar su trabajo con eficacia (Adepoju y Aigbavboa, 2021)

Comprendiendo que dentro de las organizaciones hay procesos misionales, de apoyo y estratégicos, en este artículo se quiere volcar la mirada en ese último componente estratégico. Pues la dirección organizacional parte desde los mandos directivos que toman las decisiones y transmiten la cultura organizacional (Arango Vásquez, 2020). No queriendo decir esto, que en los procesos misionales y de apoyo no se puedan adelantar acciones que propendan a la mejora y transformación de las empresas.

Enmarcando entonces el trabajo bajo una mirada administrativa, vale la pena cuestionarse sobre si ¿el administrador de empresas está saliendo realmente preparado para enfrentar los desafíos que propone la industria 4.0? ¿tiene estas habilidades requeridas para dirigir una organización en el actual mercado? ¿cuenta con las competencias para liderar procesos de transformación que conviertan las empresas en organizaciones cada vez más competitivas? A partir de estos cuestionamientos, se define que, el problema central que se abordará en el texto es la búsqueda de las aptitudes y actitudes indispensables a nivel organizacional para dirigir las organizaciones que exige la revolución industrial 4.0 en la actualidad.

Para el desarrollo y solución al problema planteado, se definen las siguientes secciones: primero, el desarrollo del marco teórico, el cual encuadra los términos más relevantes que dan sentido a la investigación; en este apartado se da cuenta de la revisión de literatura que es útil para el desarrollo de la investigación. Luego, se define la usada metodología para el desarrollo de la investigación, es

decir, se habla del enfoque de la investigación, su alcance, los métodos y las técnicas empleadas, y las fuentes usadas para llevar a cabalidad este trabajo de grado.

Además, en este documento se describe, teniendo una mirada holística del análisis, cuál es la mentalidad y capacidades que con las que se debe contar en el contexto actual de la cuarta revolución industrial. Pretendiendo definir aquellas indispensables en dentro del entorno organizacional, que terminan siendo determinantes para la consecución de los objetivos, competitividad y éxito de las empresas.

2. MARCO TEORICO

El World Economic Forum (2016) define la primera revolución industrial utilizó el agua y el vapor para mecanizar la producción. La segunda utilizó la energía eléctrica para crear la producción en masa. La tercera utilizó la electrónica y la tecnología de la información para automatizar la producción. Ahora, una Cuarta Revolución Industrial se está basando en la Tercera, caracterizándose por una fusión de tecnologías que está desdibujando los límites entre las esferas física, digital y biológica (párr. 2). Lo anterior, puede resumirse en la Tabla 1.

Tabla 1. Revoluciones en el tiempo

Revolución	Año	Información
1	1784	Vapor, agua, equipos de producción mecánicos
2	1870	División del trabajo, electricidad, producción en masa
3	1969	Electrónica, tecnología de la información, producción automatizada
4	¿?	Sistemas ciberfísicos

Fuente: elaboración propia a partir de (World Economic Forum, 2016).

De acuerdo con lo anterior, en lo que respecta a la industria 4.0 vale la pena destacar lo mencionado por Foladori y Ortiz Espinoza (2022)

El término Industria 4.0 está presente en la academia, el sector empresarial y los medios de comunicación. Se asocia a una nueva revolución tecnológica caracterizada por la interrelación de diversas tecnologías, cuyos principales elementos son los sistemas ciberfísicos, la inteligencia artificial y la conectividad global. (p. 1)

Según Verdugo German (2019) “el término sistemas ciberfísicos se utiliza para referirse a sistemas cuyo funcionamiento depende de una estrecha integración de tecnologías de computación, comunicación y control para lograr cierto funcionamiento deseado” (p. 3), en otras palabras los CPS (Cyber-Physical System) permiten integrar computación y procesos físicos se define como “la capacidad de un sistema de interpretar correctamente los datos externos, de aprender de ellos y de utilizar esos aprendizajes para lograr objetivos y tareas específicas mediante una adaptación flexible” (González Nalda et al., 2014).

Por su parte, Inteligencia Artificial se define como la capacidad de un sistema de interpretar correctamente los datos externos, de aprender de ellos y de utilizar esos aprendizajes para lograr objetivos y tareas específicas mediante una adaptación flexible (Haenlein y Kaplan, 2019). En cuanto

a la Conectividad Global se afirma que es “un sistema de redes revolucionario y potente que ofrecerá a los usuarios de todo el mundo comunicaciones de la red eficientes y de alto rendimiento” (SES, 2017, párr. 1).

Con el concepto de las herramientas anteriores, se afirma que la “Industria 4.0 es una estrategia que debe adoptarse a través de la dirección general para guiar la transformación” (Beltrán Cardoso et al., 2020, p. 7). Comprendiendo además que las tecnologías facilitadoras pueden aportar mejoras en términos de competitividad o posición de la empresa en sus mercados de referencia (Bravi y Murmura, 2021).

La transformación que trae la industria 4.0 implica retos hacia nuevos modelos de negocios (conocidos como disruptivos y en base a la tecnología), un recurso humano creativo y con mayor flexibilidad lo que conllevaría a toda una forma de pensar y hacer las cosas desde una perspectiva con dominio digital (Guerra y Ortiz, 2020). Como lo citan Zepeda Hurtado et al. 2019.

Igualmente, la fuerte inversión en tecnología que esta transformación requiere y las competencias del personal, ya que los trabajadores deberán adquirir un nuevo conjunto de competencias relacionadas con el manejo y análisis de datos, la producción asistida por computadora, simulación en línea, programación, mantenimiento predictivo y similares. (p. 3)

Ciertamente la demanda de nuevas competencias se deriva de la creciente automatización y robotización de los sistemas de producción, el aumento de la autonomía de equipos inteligentes, la toma de decisiones autónoma mediante la utilización de recursos y la comunicación digital (Saniuk et al., 2022) En ese sentido, para hacer frente a los retos que conlleva el campo de juego tan cambiante, se debe que repensar los métodos de aprendizaje, las interacciones con la tecnología y las competencias requeridas que hacen a los seres humanos indispensables en su futuro trabajo (Takács et al., 2021).

Desde otro punto de vista, de acuerdo con Suto y Eccles (2014) las competencias interdisciplinarias que más se consideran esenciales para el siglo XXI son la resolución de problemas, el funcionamiento y los conceptos de las TIC, la comunicación, la colaboración y la comprensión lectora.

Por otro lado, con base en la Real Academia Española (2022) se define como aptitud la “capacidad para operar competentemente en una determinada actividad” (párr. 1), y por su parte Oxford Learner's Dictionaries (2022) tiene por significado de actitud una forma establecida de pensar o sentir sobre algo. Asimismo, según Benítez Burgada (2022)

La actitud hace referencia a la personalidad, al temperamento que muestra una persona ante una situación, a la postura que adopta en cada momento. La aptitud, en cambio, se centra en el talento natural, la destreza o las habilidades específicas que cada individuo tiene o desarrolla. Ambas son muy necesarias en la vida y nos definen como personas. (párr. 3)

3. METODOLOGÍA

De acuerdo con Fernández Collado et al. (2014) “los estudios descriptivos son útiles para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación” (p. 92). Asimismo, Quecedo Lecanda y Castaño Garrido (2002) afirman que “los estudios cualitativos intentan describir sistemáticamente las características de las variables y fenómenos”. Por lo tanto, esta investigación es de tipo cualitativa y descriptiva.

Además, como lo afirman Zorrilla Arena et al. (1997) la investigación bibliográfica se “efectúa con el propósito de reunir informaciones y conocimientos previos sobre un problema para el cual se busca respuesta” (p. 32), por ende, la investigación bibliográfica tiene un rol fundamental dentro de esta investigación, pues la revisión de literatura abarca los conceptos y las evidencias que se tienen sobre las habilidades requeridas para la industria 4.0.

La investigación ha sido enfocada entonces en la revisión bibliográfica de las actitudes y aptitudes necesarias en el contexto organizacional dentro del marco de la cuarta revolución industrial. Contextualizando además sobre la terminología propia del tema de investigación.

Este trabajo investigativo cualitativo comienza con la revisión de la literatura del tema en cuestión, iniciando desde lo global, para llegar a lo específico, buscando encontrar que autores de otros países han tratado el tema, para posteriormente examinar lo que se ha hablado, a nivel latinoamericano. Dentro de la búsqueda de la información se distingue todos los términos relevantes, con el fin de traer su definición, según autores capacitados en el tema, a este trabajo de grado.

Las fuentes empleadas para la recolección de la información son principalmente primarias y secundarias, más puntualmente han sido documentos oficiales públicos, artículos de revista, libros, tesis, periódicos y bases de datos. La obtención de esta información se logra por medio del uso del internet, la revisión en motores de búsqueda enfocados y especializados en la contenido y bibliografía científico-académica como Google Scholar, el acceso a bases de datos bibliográficas como EBSCO, E-Libro y Scopus, y los repositorios institucionales de instituciones de educación superior.

De otro lado, Según Godin la bibliometría, una rama de la métrica científica, mide estadísticamente la producción de la ciencia y permite comprender el flujo continuo de la investigación científica y técnica (Salazar Velázquez y Mejía Trejo, 2021, pág. 5). Así pues, este artículo tuvo como guía para el análisis bibliométrico la base de datos Scopus, y en ella se aplicaron las siguientes ecuaciones de búsqueda: Primero para centrarnos en la revolución industrial que compete: TITLE-ABS-KEY ("Industry 4.0" OR "Fourth industrial revolution"), esta ecuación arrojó como resultado 26.378 documentos, con el interés de focalizarlo en la habilidades relacionadas con dicha industria 4.0 se generó la ecuación TITLE-ABS-KEY (skills AND ("Industry 4.0" OR "Fourth industrial revolution")), la cual trajo como resultado 1.519.

Finalmente, la ecuación formulada a partir de la cual se presentan los resultados de este artículo fue TITLE-ABS-KEY (skills AND ("Industry 4.0" OR "Fourth industrial revolution") AND management); en esta se agrega el campo de conocimiento asociado a la administración, y de esta manera se tienen 378 documentos publicados sobre el campo conocimiento.

El análisis de la producción académica se realiza por medio de las métricas análisis de la búsqueda con la que cuenta Scopus. Puntualmente se revisan las gráficas de líneas, barras y circular, también se construyen tablas que permiten tabular sistemáticamente los resultados hallados. Adicionalmente, se contemplan las opiniones de actores internacionales y nacionales como el foro económico mundial, el banco mundial, el banco interamericano de desarrollo, el observatorio laboral del Sena, el Dane y otras fuentes no gubernamentales.

4. RESULTADOS

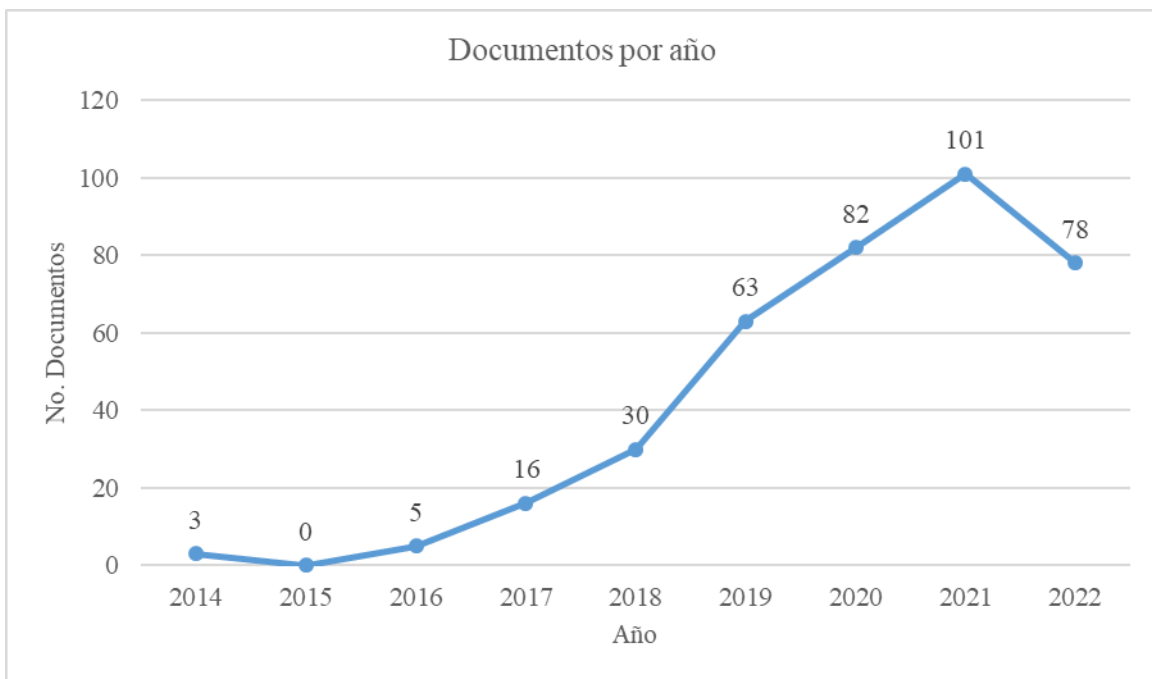
El análisis bibliométrico aplicado en este estudio presenta cómo ha sido la producción de documentos científico académicos que definen las habilidades, actitudes y aptitudes necesarias en el contexto organizacional en el marco de la cuarta revolución industrial. En torno al tema se define como ha sido la evolución de la producción científica, las instituciones con mayor productividad académica sobre

el tema, los autores que más han escrito sobre lo competente a este artículo investigativo, lo países que tiene más escritos publicados acorde al campo y las áreas básicas del conocimiento en las que se enmarcan los documentos encontrados.

Evolución de la producción científico-académica

Existe un pronunciado cambio a partir del año 2017, donde se comenzó a incrementar exponencialmente los documentos producidos de forma anual, pasando de 5 documentos en 2016 a 16 en 2017, y así sucesivamente, duplicando básicamente cada año la cifra del período anterior. Sin embargo, en 2022 se evidencia una tendencia a la baja en la producción de documentos. Debido con seguridad a que actualmente se está migrando a otros términos como *industria 5.0*, lo anterior evidenciado en una búsqueda relacionada con *Industry 5.0* realizada en Scopus, la cual arrojó como resultado 219 documentos para el año 2022, en la Figura 1 se puede apreciar de manera gráfica lo planteado.

Figura 1. Documentos producidos de forma anual de acuerdo con la ecuación formulada



Fuente: (Scopus, 2022).

Instituciones con mayor producción en el campo

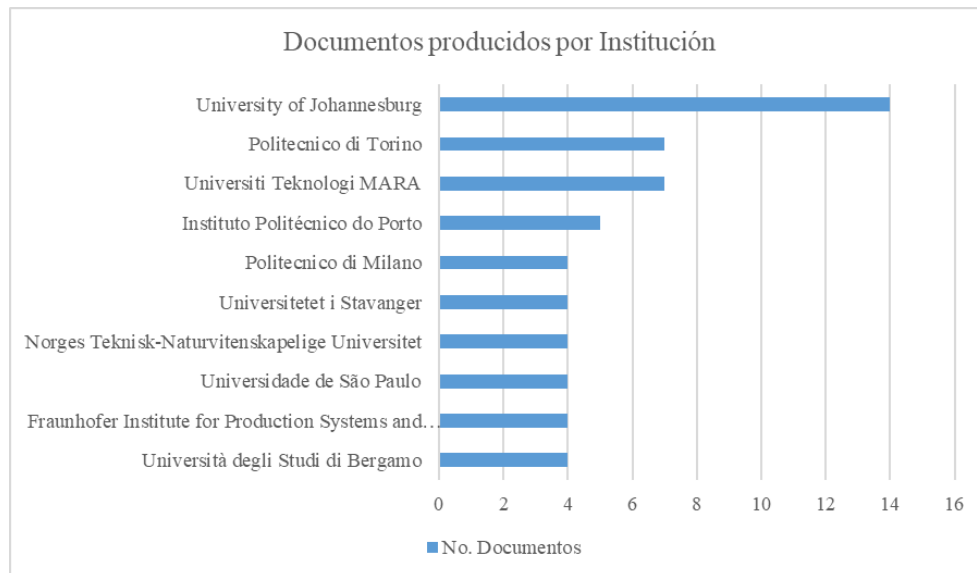
De acuerdo con la búsqueda realizada, se evidencia que la institución con la distinción de mayores documentos producidos es la Universidad de Johannesburgo, Sudáfrica; además su producción académica por área temática está principalmente enfocada en Negocios, Administración y Contabilidad con 7 documentos. Las instituciones que continúan en el número de documentos producidos son la Universidad Tecnológica MARA, Malasia y el Politécnico de Turín, Italia; el total de documentos producidos en estas instituciones es igual a 7 cada una. Con 5 documentos sigue el Instituto Politécnico de Oporto, Portugal. En adelante, dentro del top 10 se encuentran instituciones donde la producción intelectual sobre el tema es igual a 4 documentos, ver Tabla 2 y Figura 2.

Tabla 2. Top 10 de las instituciones de mayor productividad académica en artículos científico-académicos relacionados con la investigación

Institución	No. Documentos
University of Johannesburg	14
Universiti Teknologi MARA	7
Politecnico di Torino	7
Instituto Politécnico do Porto	5
Università degli Studi di Bergamo	4
Fraunhofer Institute for Production Systems and Design Technology IPK	4
Universidade de São Paulo	4
Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet	4
Universitetet i Stavanger	4
Politecnico di Milano	4

Fuente: elaboración propia, con base en los resultados de (Scopus, 2022).

Figura 2. Top 10 de las instituciones de mayor productividad académica en artículos científico-académicos relacionados con la investigación



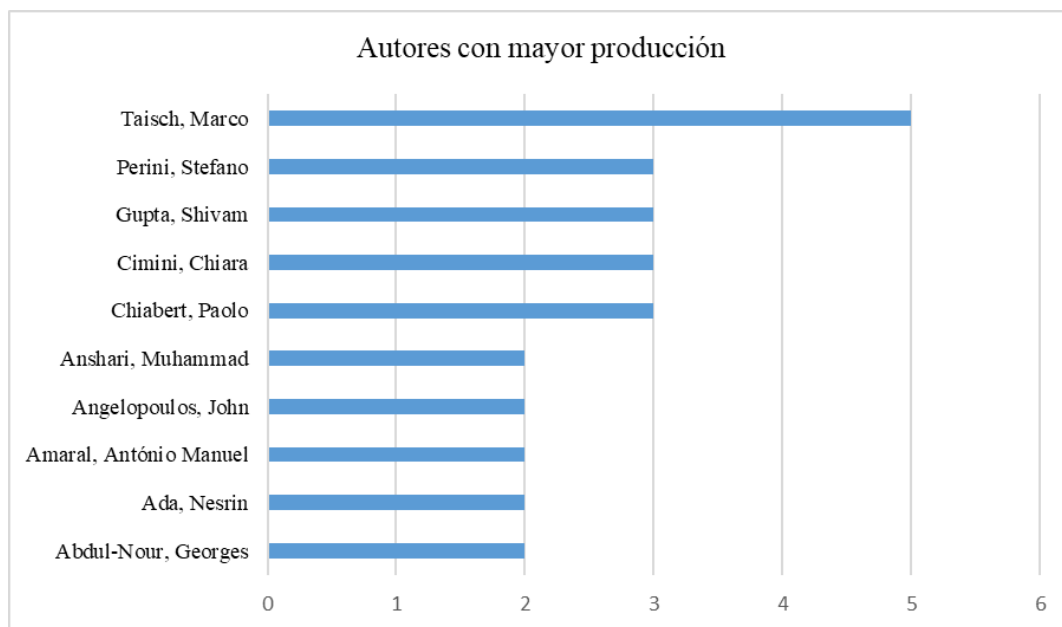
Fuente: (Scopus, 2022).

Es importante resaltar que las universidades con mayor producción son europeas, destacándose Italia y Noruega, no obstante, en Asia, África y Latinoamérica también se evidencian esfuerzos desde la parte científica para identificar las competencias para la Industria 4.0. Brasil destaca en Latinoamérica como el único país en la región, al tiempo que su universidad, una de las más grandes del país, cuenta con un buen relacionamiento con la industria (Tukoff-Guimarães et al., 2021).

Autores con mayor producción de documentos

Por medio de la investigación se identifica a partir de los resultados en la base de datos Scopus que el autor con mayor producción de documentos es Taisch, profesor afiliado al Politécnico de Milán. En sus documentos más citados (124) el profesor Taisch habla sobre cómo se espera que tecnologías clave y los sistemas ciberfísicos modifique el sector manufacturero. Otro autor que destaca es el profesor de la Escuela de negocios NEOMA, Shivam Gupta, quien con su artículo citado 136 veces habla sobre el papel de las presiones y los recursos institucionales en la adopción de la inteligencia artificial impulsada por los grandes datos, las prácticas de fabricación sostenible y las capacidades de la economía circular; al igual que Gupta, los autores Chiabert, Cimini y Perini tienen 3 documentos publicados respectivamente. En adelante los demás autores fuera de este top 5 y dentro del top 10 han producido 2 documentos cada uno. En la Figura 3 se puede apreciar el listado de estos autores.

Figura 3. Autores con mayor producción en los temas abordados en la revisión bibliográfica.



Fuente: (Scopus, 2022).

Países con más documentos escritos

Como se aprecia en la tabla, Italia es el país con mayor cantidad de documentos, con un total de 42 escritos, en gran parte, aporta que dentro del TOP 10 de Instituciones de mayor productividad académica se encuentran tres instituciones italianas, las cuales son: Politécnico di Torino, Università degli Studi di Bergamo y Politecnico di Milano. La India es el país que continúa con 31 documentos y el mayor enfoque de la producción académica en este país se orienta a las áreas temáticas de: Ingeniería, Ciencias de la Computación y Negocios, Administración y Contabilidad. Alemania de otro lado tiene una gran institución representante y es el Fraunhofer Institute for Production Systems and Design Technology IPK, el cual, dentro de los documentos publicados, se enfoca principalmente en las Ciencias de la Computación, Negocios, Administración y Contabilidad, y las Ciencias Sociales.

Sudáfrica es otro de los países que destaca, compartiendo el tercer puesto con Alemania, los cuales tienen 28 documentos publicados; por su parte en Sudáfrica se encuentra la University of Johannesburg, la cual es la institución con mayor productividad académica sobre el tema. Dentro de Sudáfrica se destacan conceptos como *inteligencia artificial* y *economía circular*.

En quinto lugar, se encuentra el Reino Unido con 25 publicaciones, España sigue con 21, Polonia y Estados Unidos continúan con 20 cada uno y finalmente, Portugal y Brasil, dos países de habla portuguesa, cuentan con 17 documentos cada uno, y de estos países se destacan instituciones como el Instituto Politécnico do Porto y la Universidade de São Paulo, respectivamente, ver Tabla 3.

Tabla 3. TOP 10 de los países con más documentos escritos de acuerdo con la investigación realizada.

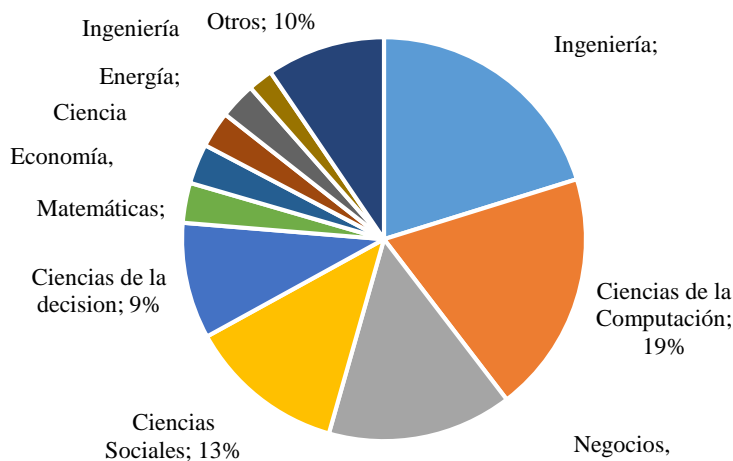
País	No. Documentos
Italia	42
India	31
Alemantia	28
Sudáfrica	28
Reino Unido	25
España	21
Polonia	20
Estados Unidos	20
Brasil	17
Portugal	17

Fuente: elaboración propia, a partir de los resultados de (Scopus, 2022).

Número de documentos por área temática

En la Figura 4, se puede evidenciar que, en las áreas como Ingeniería, Ciencias de la Computación y los Negocios, Administración y Contabilidad, se ocupa el 54,7%; así mismo como se analizó en apartados anteriores, en la investigación se evidencia que más del 75% de la producción académica se ha dado a partir del año 2017-2018.

Figura 4. Documentos escritos por área temática según las ecuaciones formuladas para la revisión bibliográfica



Fuente: elaboración propia, a partir de los resultados de (Scopus, 2022).

Asimismo, se tiene un mayor detalle en la Tabla 4, donde se ha desglosado por número de documentos.

Tabla 4. Documentos escritos por área temática según las ecuaciones formuladas para la revisión bibliográfica

Área temática	No. Documentos
Ingeniería	162
Ciencias de la Computación	158
Negocios, Administración y Contabilidad	119
Ciencias Sociales	101
Ciencias de la decisión	76
Matemáticas	26
Economía, Econometría y Finanzas	23
Ciencia medioambiental	23
Energía	21
Ingeniería Química	16
Física y Astronomía	16
Medicamento	12
Ciencia de los Materiales	11
Ciencias de la Tierra y Planetarias	10
Psicología	8
Artes y Humanidades	7
Bioquímica, Genética y Biología Molecular	4
Química	4
Profesiones de la Salud	3
Ciencias Agrícolas y Biológicas	2
Multidisciplinario	1

Fuente: elaboración propia, a partir de los resultados de (Scopus, 2022).

Consideraciones a nivel mundial

En la Industria 4.0, de acuerdo con el World Economic Forum (2021) una barrera importante es la falta de mano de obra cualificada necesaria para apoyar la transformación digital. Disponer de una mano de obra cualificada que pueda integrarse en las operaciones digitalizadas es fundamental para rentabilizar la inversión en la tecnología. Asimismo, con el fin de mejorar las aptitudes de los colaboradores en las pymes se requiere un enfoque desde 4 ejes: entrenamiento del personal, gestión de la capacitación, acceso a las herramientas de formación y asesoría en el proceso de cualificación.

De igual manera, como lo menciona el director de tecnología y logística del Foro Económico Mundial, Sirimanne (2022) debe haber un rol crítico de colaboración internacional con ánimo de que todos los países superen esta ola de nuevas tecnologías. Por lo anterior hay 5 áreas críticas en las que enfocar, estas son: 1. Compartir conocimientos y realizar investigaciones; 2. Diseñar políticas, estrategias e implementar iniciativas; 3. Ayudar a desarrollar la capacidad de todos los actores del sistema nacional de innovación sobre la Industria 4.0; 4. Promover la transferencia de tecnología a través de nuevos enfoques de asociación innovadores, abordando los fallos del mercado, de los sistemas de innovación y de las capacidades; y 5. Ayudar a establecer marcos jurídicos, directrices, normas y estándares.

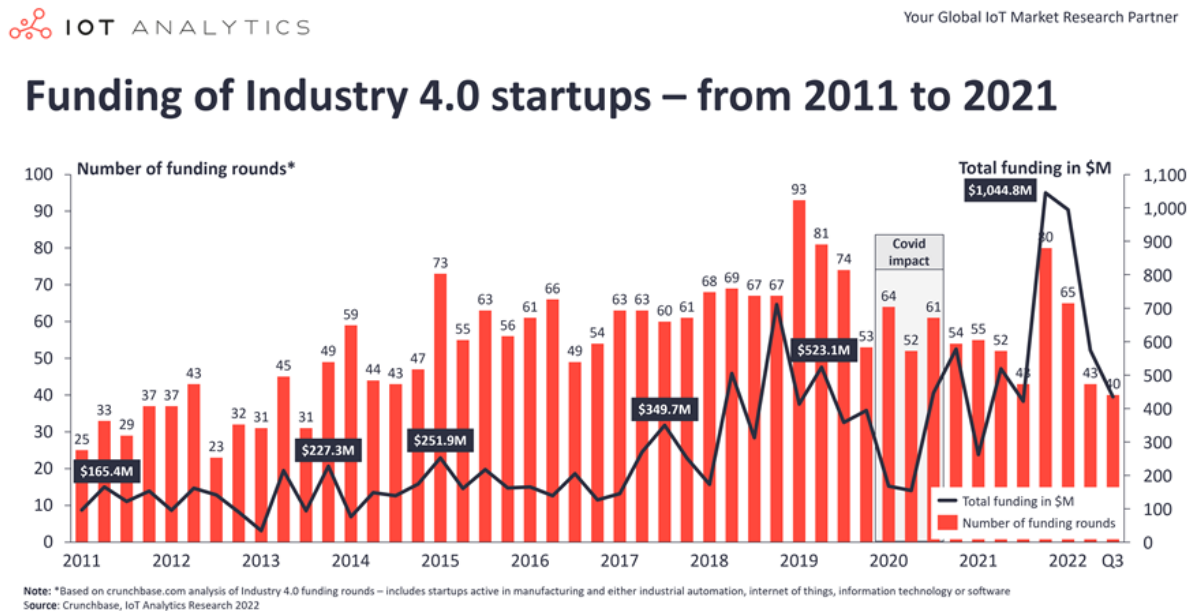
Por su parte, uno de los documentos publicados por el Banco Mundial menciona que la demanda de habilidades y competencias sociales, emocionales y tecnológicas va a aumentar. En ese sentido las habilidades tecnológicas más demandadas serán la programación avanzada, la metalurgia, la bioinformática, el Big Data y la analítica de datos, y la robótica, entre otras (Fernandez Stark et al. 2019).

Sobre la preparación para el futuro, el Observatorio Laboral y Ocupacional - SENA (2022) menciona que

Las ocupaciones del futuro están estrechamente relacionadas con la tecnología y en este caso de estudio, que son las plataformas digitales, con el acceso a internet y la relación usuarios – empresas. De hecho, el primer desafío al cual se enfrentan las plataformas digitales es el acceso a internet y la disponibilidad de la conectividad con la red. (pág. 22)

Otro hallazgo relevante es el informe de IoT Analytics, donde Paraskevopoulos (2022) evidencia que la financiación anual de las empresas emergentes dedicadas a la Industria 4.0 aumentó un 319% entre 2011 y 2021. En 2021 se gastó un total de 2.200 millones de dólares de financiación en las próximas empresas que desarrollarán tecnología relacionada con la Industria 4.0.

Figura 5. Empresas de la industria 4.0



Fuente: (IoT Analytics, 2022).

5. DISCUSIÓN

A partir de la investigación realizada se puede afirmar es necesario gestionar cambios al interior de las empresas y de esta misma forma, los futuros profesionales deben prepararse para afrontar la mencionada cuarta revolución industrial y lo que sigue en adelante. Ya que como lo mencionan Palma González y Elgueta Rosas (2022) en la industria 4.0 “se afectará la nueva contratación de mano de obra, es decir, que los jóvenes experimentarán pérdidas de oportunidades laborales tradicionales, pero, si están formados adecuadamente podrán optar a los nuevos empleos que generará la revolución en curso” (p. 9).

En ese sentido, se debe tener en cuenta que, como lo dicen De la Calle Durán et al. (2022) “las instituciones de educación superior necesitan enfocar sus esfuerzos en brindar todas las habilidades necesarias a los estudiantes, no solo para el presente sino también para enfrentar el trabajo del futuro” (p. 2). Pues, los únicamente los profesionales verdaderamente capacitados y con las habilidades necesarias, podrán dirigir las compañías del futuro y liderar las actuales hacia un camino de éxitos y mejora continua.

Estudios como el de (Cuesta Santos y Lopes Martínez, 2020) demuestra que, existen competencias que se encuentran en declive, entre estas, las relacionadas con la memorización, tareas repetitivas, entre otras, mientras que competencias asociadas a la industria 4.0, se encuentran en auge. Además, varias de estas competencias o habilidades que se consideran como “blandas” se encuentran presentes en economías emergentes o avanzadas, lo cual permite inferir la importancia de su implementación en países latinoamericanos.

Otros trabajos mencionan la importancia de las habilidades en el marco de la Industria 4.0 después de la pandemia, entendiendo esta, desde el lado positivo, como uno de los grandes impulsores de la transformación digital en los entornos empresariales. Además, se generan recomendaciones sobre cómo los gobiernos deben promover estas competencias para el avance de las empresas (Castellanos Rivero y Escott Mota, 2020).

Finalmente, se debe ser consciente que en este proceso de transformación todo es un proceso y el aprendizaje es continuo, de hecho, según Bustos (2021) “en la revolución 4.0 se permite el error. Es más, se alienta. La cultura de la innovación se nutre de los malos pasos, porque fallar significa aprender y superar” (p. 6). Por ende, no se debe temer a fallar, solo debe ser consciente de los errores que se cometen, para a partir de allí, aprender y generar estrategias que permitan a los profesionales sobreponerse a los retos que trae consigo la industria 4.0.

6. CONCLUSIONES

Se puede afirmar que, en el marco de la cuarta revolución industrial, es primordial contar con profesionales integrados con actitud hacia el cambio y con habilidades de adaptar la tecnología para el desarrollo de las actividades diarias dentro del contexto organizacional.

La industria 4.0 llegó con el fin de transformar, generar reinvención por parte de las empresas y, asimismo, causar incertidumbre sobre cómo afrontarlo, y esto es un fenómeno a nivel global. Esto es porque las tecnologías han sido acogidas por diferentes países y empresas.

Bajo esa mirada se puede decir que la actitud primordial para hacer frente a esta Industria 4.0 es tener la mente abierta, a explorar y buscar nuevas formas de realizar los procesos dentro de las compañías. Además, lo determinante para el logro de mejores resultados en la cuarta revolución son la adaptación al cambio, la resiliencia, el trabajo en equipo, la autogestión, la comunicación asertiva y el liderazgo.

De otro lado el compendio de aptitudes que se requieren está orientadas principalmente al manejo de nuevas tecnologías y su relación con el mundo, como lo representan los sistemas ciberfísicos.

Se sugieren líneas de investigación enfocadas en el análisis de la entrante Industria 5.0 la cual se encuentra relacionada con la colaboración hombre - máquina, y seguir identificando elementos como factores tecnológicos en el desplazamiento de puestos de trabajo y el cambio en las competencias requeridas desde las organizaciones.

Finalmente, cómo se observa en la sección de resultado, la industria 4.0 está revolucionando todos los mercados y sectores, además, está incentivando la creación de más empresas, y no todo indica que no se detendrá, al contrario, continuará generando más conocimiento y cambios en las organizaciones. En ese sentido hay una corresponsabilidad de los profesionales actuales, los profesionales en formación y las instituciones donde se capacitan, en desarrollar un perfil apto para afrontar los desafíos que tiene esta cuarta revolución industrial.

REFERENCIAS

- Adepoju, O. O., y Aigbavboa, C. O. (2021). Assessing knowledge and skills gap for construction 4.0 in a developing economy. *Journal of Public Affairs*, 21(3), e2264. <https://doi.org/10.1002/pa.2264>
- Arango Vásquez, L. (2021). How to promote organizational efficiency. *Escenarios: Empresa Y Territorio*, 9(14), 29-45. <http://esumer.edu.co/revistas/index.php/escenarios/article/view/198>
- Beke, E., Horvath, R., y Takacs Gyorgy, K. (2020). Industry 4.0 and Current Competencies. *Naše gospodarstvo/Our Economy*, 66(4), 63-70. <https://doi.org/10.2478/ngoe-2020-0024>
- Beltrán Cardoso, G., Parra Michel, J. R., Olivares Bautista, S. A., y Martínez Peláez, R. (2020). *¿Qué Es Industria 4.0? Definiendo El Concepto*. TecnoTrend. <http://tecnotrend.delasalle.edu.mx/uploads/a05n08/rafael.pdf>
- Benítez Burgada, B. (2022). *¿Conoces las diferencias entre la actitud y la aptitud? La Vanguardia*. <https://www.lavanguardia.com/vivo/psicologia/20220413/8196368/conoces-diferencias-actitud-aptitud-psicologia-nbs.html>
- Bravi, L., y Murmura, F. (2021). Industry 4.0 enabling technologies as a tool for the development of a competitive strategy in Italian manufacturing companies. *Journal of Engineering and Technology Management*, 60, 101629. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2021.101629>
- Bustos, É. (2021). *Metamorfosis Corporativa: Empresas Que Cambiaron Desafiaron El Status Quo. Latin Trade (Spanish)*. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=150533284&site=ehost-live>

- Castellanos Rivero, P. A., y Escott Mota, M. del P. (2020). Evolución de las habilidades laborales en la industria 4.0 y su impacto financiero. *Revista Innova ITFIP*, 6(1), 106-119. <https://doi.org/10.54198/innova06.06>
- Cuesta Santos, A., y Lopes Martínez, I. (2020). Hacia las competencias profesionales 4.0 en la empresa cubana. *Revista Cubana De Ingeniería*, 11(1), 66-76. <https://rci.cujae.edu.cu/index.php/rci/article/view/738>
- De la Calle Durán, M. C., Rodríguez Sánchez, J. L., y González Torres, T. (2022). Las competencias del talento en la Industria 4.0, demanda vs oferta: caso de estudio de la Universidad Rey Juan Carlos, España. *Formación Universitaria*, 15(1), 19-32. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062022000100019>
- Fernández Collado, C., Baptista Lucio, M. d., y Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. (6ta Ed.). McGraw-Hill.
- Fernandez Stark, K., Couto, V., y Bamber, P. (2019). Industry 4.0 in Developing Countries: The Mine of the Future and the Role of Women. WBG-WTO Global Report on Trade and Gender.
- Foladori, G., y Ortiz Espinoza, Á. (2022). La relación capital-trabajo. *Íconos. Revista de Ciencias Sociales*, (73), 161-177. <https://doi.org/10.17141/iconos.73.2022.5198>
- García García, F. J., Moctezuma Ramírez, E. E., y Yurén, T. (2021). Aprender a Aprender en Universidades 4.0. Obsolescencia Humana Y Cambio a Corto Plazo. Teoría de La Educación. *Revista Interuniversitaria*, 33(1), 221-241. <https://doi.org/10.14201/teri.23548>
- González Nalda, P., Calvo, I., Etxeberria Agiriano, I., Garcia Ruiz, A., Martinez Lesta, S., y Caballero Martin, D. (2014). El reto de construir un sistema ciberfísico como experiencia educativa. Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI. <https://www.researchgate.net/publication/269268565> The challenge of building a cyber physical system as an educational experience
- Guerra, P., y Ortiz, A. (2020). La industria 4.0 y su relación con la Gestión de los Recursos Humanos. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 15(3), 1-21. [http://www.spentamexico.org/v15-n3/A9.15\(3\)1-21.pdf](http://www.spentamexico.org/v15-n3/A9.15(3)1-21.pdf)
- Haenlein, M., y Kaplan, A. (2019). A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence. *California Management Review*, 61(4). <https://doi.org/10.1177/0008125619864925>
- López Torres, V. G., Pérez Rivas, D. A., y Galván Mendoza, Óscar. (2021). El mercado laboral en el contexto de la cuarta revolución industrial, perfil del trabajador profesional de las ciencias administrativas: competencias y habilidades. *Revista Gestión y Estrategia*, (57), 41-53. <https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/gye/2020n57/Lopez>

- Machová, R., Korcsmáros, E., Šeben, Z., Fehér, L., y Tóth, Z. (2021). Developing the Competences of Generation Z with Innovative Teaching Methods in the Context of the Requirement of Labour Market by Industry 4.0. *International Journal of Advanced Corporate Learning (iJAC)*, 14(2), pp. 17-26. <https://doi.org/10.3991/ijac.v14i2.24993>
- Navarro Londoño, J. P., y Vallejo Sánchez, L. E. (2020). Realidad Virtual bajo una visión modular de Industria 4.0. FullInvestiga. https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/3374/art_7_Navarro_Juan.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Observatorio Laboral y Ocupacional - SENA. (2022). Ocupaciones del Futuro. Servicio Nacional de Aprendizaje. https://observatorio.sena.edu.co/Content/pdf/ocupaciones_del_futuro_2022.pdf
- Oxford Learner's Dictionaries. (2022). Attitude. Browse Dictionaries & Grammar. <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/attitude#:~:text=%2F%CB%88%C3%A6t%C9%AAu%CB%90d%2F,how%20you%20think%20and%20feel>
- Palma González, E. E., y Elgueta Rosas, M. F. (2022). Desarrollo sostenible, cuarta revolución industrial y desafíos de la Educación Jurídica para el siglo XX. Educación y Derecho. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=158221322&site=ehost-live>
- Paraskevopoulos, D. (20 de Octubre de 2022). The rise of Industry 4.0 in 5 stats. IoT Analytics. <https://iot-analytics.com/industry-4-0-in-5-stats/>
- Peña Jiménez, M., Battistelli, A., Odoardi, C., y Antino, M. (2021). Exploring skill requirements for the Industry 4.0: A worker-oriented approach. *Anales de Psicología*. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=151943248&site=ehost-live>
- Quecedo Lecanda, R., y Castaño Garrido, C. (2002). Introducción a la metodología de investigación cualitativa. *Revista de Psicodidáctica*, 14. <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/48130/142-203-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Real Academia Española. (2022). Aptitud. Diccionario de la lengua española. <https://dle.rae.es/aptitud>
- Reséndiz Prado, A. N., Torres Mansur, S. M., y Placeres Salinas, S. I. (2020). ¿Cómo reinvertirse para ser competitivos en la Industria 4.0? Universidad Autónoma de Nuevo León. http://www.web.facpya.uanl.mx/Vinculategica/Vinculategica6_2/43_Resendiz_Torres_Placeres.pdf
- Salazar Velázquez, R., y Mejía Trejo, J. (2021). Industry 4.0 within Innovation: Bibliometric Analysis. *Nova Scientia*, 13(27), 1-22. <https://doi.org/10.21640/ns.v13i27.2812>

- Saniuk, S., Grabowska, S., y Grebski, W. (2022). Knowledge and Skills Development in the Context of the Fourth Industrial Revolution Technologies: Interviews of Experts from Pennsylvania State of the USA. *Energies*, 15(7), 2677. <https://doi.org/10.3390/en15072677>
- SES. (Noviembre de 2017). SES inaugura una nueva era en la conectividad global con O3b mPOWER. Business Wire. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bwh&AN=bizwire.c80566827&site=ehost-live>
- Sirimanne, S. (2022). What is 'Industry 4.0' and what will it mean for developing countries? World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2022/04/what-is-industry-4-0-and-could-developing-countries-get-left-behind/>
- Suto, I., y Eccles, H. (2014). The Cambridge approach to 21st Century skills: definitions, development and dilemmas for assessment. IAEA Conference. Singapore. <https://www.cambridgeassessment.org.uk/Images/461811-the-cambridge-approach-to-21st-century-skills-definitions-development-and-dilemmas-for-assessment-.pdf>
- Takács, E., Abcouwer, T., y de Boer, R. (2021). *Management and Leadership Skills and Attitude in Uncertainty*. Proceedings of the European Conference on Management, Leadership & Governance. <https://doi.org/10.34190/MLG.21.051>
- Tick, A., Saáry, R., y Kárpáti-Daróczy, J. (2022). Conscious Or Indifferent -- Concerns On Digitalisation And Sustainability Among Smes In Industry 4.0. *Serbian Journal of Management*, 17(1), 145-160. <https://doi.org/10.5937/sjm17-36412>
- Tukoff-Guimarães, Y. B., Kniess, C. T., Penha, R. y Ruiz, M. S. (2021). Patents valuation in core innovation: case study of a Brazilian public university. *Innovation & Management Review*, 18(19), 34-50. <https://doi.org/10.1108/INMR-03-2019-0027>
- Verdugo German, J. E. (2019). *Detección de ataques en sistemas ciberfísicos*. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/3039/1/Tesis_Version_Final_Eduardo_22_nov_2019.pdf
- World Economic Forum. (14 de enero de 2016). The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond. Fourth Industrial Revolution. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>
- World Economic Forum. (2021). COVID-19 and Technology Adoption in Small and Medium-Sized Enterprises: The Impact and the Way Forward. https://www3.weforum.org/docs/WEF_COVID19_and_Technology_Adoption_in_Small_and_Medium_Sized_Enterprises_2021.pdf
- Zepeda Hurtado, M. E., Cardoso Espinosa, E. O., y Rey Benguría, C. (2019). El desarrollo de habilidades blandas en la formación de ingenieros. *Científica*, 23(1), 61-67. <https://www.redalyc.org/journal/614/61458265007/61458265007.pdf>

Zorrilla Arena, S., Torres Xammar, M., Luiz Cervo, A., y Alcino Bervian, P. (1997).
Metodología de la investigación. McGraw-Hill.