

Paradigma emergente en la Industria 4.0

Tania A. Terán-Mita*
Ronald Huanca**
Orietta Blacutt***

Resumen

Las características del paradigma emergente, han hecho que cobre protagonismo en los últimos años. Su flexibilidad y apertura al cambio, hacen que encaren problemas con soluciones proyectadas desde el cambio, de lo relativo y de la multidimensionalidad. En esta perspectiva, uno de los ámbitos en los que se han denotado cambios profundos en las últimas décadas, ha sido la industria, debido fundamentalmente a las nuevas innovaciones y al avance tecnológico, dando paso al concepto Industria 4.0, que se caracteriza por el uso de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), la digitalización masiva, el análisis de big data, la robótica avanzada, la automatización adaptativa, la fabricación aditiva y de precisión, el modelado y la simulación, la inteligencia artificial y la nanoingeniería de materiales, con sus consecuentes impactos en los procesos, los mercados y la economía. En este sentido, el objetivo de este capítulo es realizar una revisión sistemática de la literatura acerca de la relación y/o contribución del paradigma emergente en la industria 4.0 y la relación de sus elementos de influencia y de relacionamiento, además de los impactos en diferentes contextos (procesos productivos, entorno laboral y en el medioambiente). Las conclusiones señalan

Palabras clave:

Paradigma, emergente, Industria 4.0, complejidad, riesgo, laboral, medioambiente.

Keywords:

Paradigm, emerging, Industry 4.0, complexity, risk, labor, environment.

Palavras chave:

Paradigma, emergente, Indústria 4.0, complexidade, risco, trabalho, meio ambiente.

* Profesor de la Universidad Mayor de San Andrés - Bolivia. Correo: terantania.bolivia@gmail.com | <https://orcid.org/0000-0003-4301-670X>

** Profesor de la Universidad Mayor de San Andrés - Bolivia. Correo: ronald.huanca@sistemas.edu.bo | <https://orcid.org/0000-0003-3756-139X>

*** Profesor de la Universidad Mayor de San Andrés - Bolivia. Correo: oriettablacutt@hotmail.com | <https://orcid.org/0009-0000-3096-4167>

que la Industria 4.0, no puede definirse únicamente por sus tecnologías. Requiere la consideración de los elementos que influyen en los procesos productivos y en la disminución de los impactos ambientales negativos.

Abstract

The characteristics of the emerging paradigm have made it gain prominence in recent years. Their flexibility and openness to change make them face problems with solutions projected from change, from the relative and from multidimensionality. In this perspective, one of the areas in which profound changes have been noted in recent decades has been the industry, mainly due to new innovations and technological advances, giving way to the Industry 4.0 concept, which is characterized by the use of information and communications technologies (ICT), mass digitization, big data analytics, advanced robotics, adaptive automation, additive and precision manufacturing, modeling and simulation, artificial intelligence and nanoengineering materials, with their consequent impacts on processes, markets and the economy. In this sense, the objective of this chapter is to carry out a systematic review of the literature about the relationship and/or contribution of the emerging paradigm in Industry 4.0 and the relationship of its elements of influence and relationship, in addition to the impacts on different contexts (productive processes, work environment and the environment). The conclusions indicate that Industry 4.0 cannot be defined solely by its technologies. It requires consideration of the elements that influence production processes and the reduction of negative environmental impacts.

Resumo

As características do paradigma emergente fizeram com que ele ganhasse destaque nos últimos anos. A sua flexibilidade e abertura à mudança fazem com que enfrentem problemas com soluções projetadas a partir da mudança, do relativo e da multidimensionalidade. Nesta perspectiva, uma das áreas em que se têm notado profundas mudanças nas últimas décadas tem sido a indústria, fundamentalmente devido às novas inovações e avanços tecnológicos, dando lugar ao conceito de Indústria 4.0, que se caracteriza pela utilização de informação e comunicação tecnologias (TIC), digitalização em massa, análise de big data, robótica avançada, automação adaptativa, fabricação aditiva e de precisão, modelagem e simulação, inteligência artificial e materiais de nanoengenharia, com seus consequentes impactos

nos processos, nos mercados e na economia. Nesse sentido, o objetivo deste capítulo é realizar uma revisão sistemática da literatura sobre a relação e/ou contribuição do paradigma emergente na Indústria 4.0 e a relação de seus elementos de influência e relacionamento, além dos impactos sobre diferentes contextos (processos produtivos, ambiente de trabalho e meio ambiente). As conclusões indicam que a Indústria 4.0 não pode ser definida apenas pelas suas tecnologias. Requer consideração dos elementos que influenciam os processos de produção e a redução dos impactos ambientais negativos.

Introducción

La investigación en los diferentes campos de las ciencias, es un pilar fundamental porque contribuye a la calidad de vida y bienestar de las sociedades. Sin embargo, la interpretación y entendimiento de la realidad, conlleva a deducir nuevos paradigmas para explicar el comportamiento del fenómeno de la innovación en la investigación.

Las realidades del mundo actual se han ido volviendo cada vez más complejas. A lo largo de la segunda parte del siglo XX y especialmente, en las últimas décadas, las interrelaciones y las interconexiones de los constituyentes biológicos, psicológicos, sociales, económicos, políticos, culturales y ecológicos, tanto a nivel de las regiones, naciones como a nivel mundial, se han incrementado de tal manera, que la investigación científica clásica y tradicional con su enfoque lógico-positivista se ha vuelto corta y limitada para abordar estas realidades nuevas y complejas. (Chacón M., 2014, pág. 125)

Los paradigmas de investigación estructuran diferentes conceptos que admiten pluralidad de significados y diferentes tipos de utilización, siendo el concepto generalista como un conjunto de creencias, actitudes y visión del mundo. Esto trajo consigo la concepción de paradigma como un “conjunto de creencias y actitudes, visión del mundo compartida por un grupo de investigadores y que implica específicamente una metodología determinada en la práctica de la investigación” (Espinoza Montes, 2020, pág. 134). Es decir, el marco del paradigma emergente se constituye como un lenguaje universal para estandarizar los métodos o herramientas de la investigación.

Es preciso tener presente que el paradigma emergente es “el análisis cualitativo que surge de la interacción entre los datos y las decisiones que se toman para focalizar el estudio. El propósito de este tipo de análisis es sintonizar con los aspectos de la vida de grupos humanos, describir aspectos de esta vida y proporcionar

perspectivas que no están disponibles o accesibles a otros métodos de investigación” (Morán & Guillén, 2015, pág. 106). Las características del paradigma emergente, han hecho que este haya cobrado protagonismo en los últimos años; su flexibilidad y apertura al cambio, hacen que se encaren los problemas con soluciones proyectadas desde el cambio, de lo relativo y de la multidimensionalidad (González J. , 2020) . Este paradigma, sin duda alguna, ha sido copartícipe del desarrollo de las diferentes ciencias, de nuevos modelos, entre otros.

Uno de los ámbitos en los que se han notado cambios profundos en las últimas décadas, ha sido la industria, debido fundamentalmente a las nuevas innovaciones y al avances tecnológicos (Pereira & Romero, 2017). Es en ese marco de referencias, ha surgido el concepto Industria 4.0, caracterizado por la aplicación de tecnologías de las comunicación y de la información y (TIC), la automatización, modelado, simulación, digitalización, robótica, inteligencia artificial, la fabricación aditiva y de precisión, y la nanotecnología (Klingenberg, Borges, & Antunes, 2022), que están transformando radicalmente la forma en que se diseñan, producen y gestionan los sistemas de producción, con sus consecuentes impactos en los procesos en las industrias (negocio, operación, soluciones tecnológicas) (Galati & Bigliardi , 2019), los mercados y la economía, mejorando los procesos de producción y aumentando la productividad, afectando todo el ciclo de vida del producto, creando nuevos modelos de negocio, cambiando el entorno laboral y reestructurando el mercado laboral (Pereira & Romero, 2017).

Según Ynzunza et. al. (2017), la "Industria 4.0", considerada como la "Cuarta Revolución Industrial", tiene un gran potencial y beneficios relacionados con la integración, innovación y autonomía de los procesos, siendo según Foladori & Ortiz-Espinoza (2022), los sistemas ciber físicos y la conectividad global los elementos más importantes además de las ventajas socioeconómicas que se esperan obtener. Sin embargo, esta revolución industrial, al igual que sus precedentes, no puede definirse únicamente por sus tecnologías; más bien requiere la consideración amplia de los elementos que influyen y aquellos elementos que se relacionan (Klingenberg, Borges, & Antunes, 2022), esto con el objeto de comprender el fenómeno de transformación como tal.

El objetivo de este capítulo es realizar una revisión bibliográfica acerca de la relación y/o contribución del paradigma emergente como parte y base de la industria 4.0 y la relación de sus elementos de influencia y de relacionamiento, además de su incidencia en los procesos productivos, en entorno laboral y en el medioambiente.

En este sentido, el contenido del capítulo aborda un análisis y discusión sobre los aportes y posturas de diferentes autores respecto a la Industria 4.0 y su base emergente, por su relevancia y protagonismo en la industria, se enfatiza en la optimización de procesos desde la complejidad y el enfoque sistémico, en los cambios y desafíos en los entornos y ambientes laborales desde una perspectiva del trabajador, y de las ventajas e implicancias en el entorno o medioambiente.

La complejidad en la industria 4.0

El paradigma de la complejidad, está constituido por una diversidad de teorías que asumen la complejidad de la realidad, así una vertiente de la complejidad es el enfoque sistémico como “la complejidad que piensa en términos de conectividad, relaciones y contexto. Se entiende a los sistemas como totalidades integradas cuyas propiedades no pueden reducirse a sus partes y que en conjunto producen propiedades emergentes” (González Luengo, 2018, pág. 26). Es decir, la definición de un sistema de solución de problemas no puede resumirse a un análisis simple de causa y efecto; de hecho, se requiere de una evaluación y comprensión de las interacciones, las relaciones y los comportamientos de los elementos constituyentes del sistema.

En este sentido, la generalidad del enfoque sistémico, admite la aplicación de soluciones en todas las áreas del conocimiento, desde la concepción de la solución hasta la implementación al interior de las organizaciones. Es decir, “el acercamiento y utilización del enfoque sistémico proporciona elementos a los gerentes y administradores potenciar capacidades de planeación estratégica considerando elementos para superar las exigencias de la dinámica empresarial” (Muñoz Pineda, 2017).

Además, González (2018) sostiene que:

Las ciencias de la complejidad se conciben como ciencias de la síntesis; para este propósito, privilegian, como herramientas de trabajo, un conjunto de modelos de simulación, algoritmos y formalismos a través de recursos computacionales o informáticos que permiten la aplicación de sus resultados a problemas concretos. (p. 26)

Sumado a ello, se plantea la importancia de la utilización de modelos de simulación, siendo la matemática el eje central de la construcción de los modelos.

Otra característica de las ciencias de la complejidad es que trabajan con modelos de simulación, algoritmos y formalismos que cuentan con herramientas informáticas que permiten su aplicación. Ello implica un énfasis en modelos computacionales que emplean como elementos centrales las matemáticas de punta

y diversas lógicas no clásicas conocidas también como lógicas filosóficas. Por ello, conciben no solo dos métodos para hacer ciencia —el deductivo y el empírico— sino uno más, el modelaje y la simulación. La intrincada relación entre los componentes de un sistema complejo hace poco significativo, si no es que irrelevante, el método experimental que suele controlar unas cuantas variables para explicar las causas o comportamiento de un fenómeno. (González Luengo, 2018, pág. 67)

Actualmente, la simulación es una herramienta que involucra el desarrollo del modelo del sistema y la experimentación para determinar el comportamiento del sistema (empresa) ante diversas condiciones o entorno del sistema.

La simulación de sistemas es una alternativa para conocer de forma acertada los puntos críticos que pueden tener los procesos de producción de una empresa y con estos modelar soluciones que incrementen la eficiencia y que reduzcan los tiempos en las diferentes actividades realizadas durante la producción de un artículo o la prestación de un servicio. (Sánchez, Ceballos, & Sánchez, 2015)

La simulación, como parte importante de la Industria 4.0, “permite ajustar y representar virtualmente el funcionamiento conjunto de máquinas, procesos y personas en tiempo real antes de ser puestos en marcha, lo que ayuda a prevenir averías, ahorrar tiempo y evaluar el resultado final en un entorno controlado” (Ríos, Pérez, & Pérez, 2019, pág. 13). Además, la simulación permite reducir los costos asociados a procesos de producción o fabricación, a través de la prueba y error, mediante una representación intangible del diseño de nuevos productos, o bien evaluar distintas configuraciones en las operaciones de la planta productiva.

Están latentes las necesidades de las soluciones tecnológicas en diversas actividades, este es el caso de las empresas de producción y de servicio, que demanda nuevos sistemas para la modelación y simulación de procesos y operaciones en distintos contextos, en función de los entornos de naturaleza. De hecho, los nuevos avances tecnológicos en el área de producción y servicios se han enfocado en “elevar los índices de productividad de los procesos, también, han traído consigo una serie de beneficios, como mejores condiciones de seguridad laboral, mayor protección de los equipos, ahorro energético, reducción de emisiones al ambiente y reducción de los tiempos muertos”. (Robles, Foladori, & Záyago, 2022, págs. 12-13). Sin embargo, la simulación del desempeño operacional de transformación o de servicio puede ser evaluado para analizar alternativas con el propósito de optimizar la eficacia y eficiencia en la planificación operacional.

Lo anterior incita a revisar (en el caso de la minería), cómo las soluciones tecnológicas, deben estar relacionadas a la innovación y planificación para “el desarrollo de mejores prácticas de política ambiental y gestión de recursos minerales para la sostenibilidad de la industria minera, motivados por preguntas fundamentales sobre las interacciones complejas y frágiles entre la naturaleza y la sociedad, así como por necesidades sociales urgentes y apremiantes”. (Ospina, Osorio, Henao, Palacio, & Giraldo, 2021, pág. 7)

La incidencia de la Industria 4.0 en el entorno laboral

La salud ocupacional desempeña una función determinante en el bienestar del trabajador, especialmente si se hace referencia a la Industria 4.0, que abarca la robótica y la digitalización, la automatización. Si bien estos avances tecnológicos pueden eliminar trabajos peligrosos y agotadores para los trabajadores, también plantean nuevos desafíos en términos de protección y seguridad laboral.

Según Igartua Miró (2020) en un paradigma emergente los nuevos riesgos laborales en la Industria 4.0 trae consigo la introducción de tecnologías avanzadas, como robots colaborativos, realidad virtual y aumentada, y sistemas automatizados. Estos avances tecnológicos presentan nuevos riesgos laborales, como la exposición a radiaciones, movimientos repetitivos o posturas incómodas, preocupando en mayor grado la generación del estrés laboral. Es fundamental abordar estos riesgos y adoptar medidas de seguridad y ergonomía adecuadas para proteger la salud de los trabajadores.

En un entorno laboral productivo, es determinante abordar estos riesgos y garantizar la seguridad de los trabajadores que interactúan con estas tecnologías desde sus puestos de trabajo; esto implica implementar medidas de seguridad efectivas, proporcionar capacitación adecuada y promover una cultura de prevención de riesgos en el entorno laboral. Al hacerlo, se pueden aprovechar las oportunidades que ofrece la Industria 4.0 sin comprometer la salud y el bienestar de los trabajadores; de hecho, algunos autores como Vidales (2019) señalan que la introducción de la digitalización y la robótica en el mundo laboral presentan muchos desafíos en términos de la prevención de riesgos laborales.

En este sentido, Jiménez (2019) afirma lo siguiente:

La Cuarta Revolución Industrial y las nuevas tecnologías de la información y del conocimiento que la singularizan cuentan, cuando nos centramos en su aplicación a los procesos productivos y a la salud y bienestar en el trabajo, con una patente dimensión positiva en tanto que posibilitará mejoras hasta ahora

desconocidas en la ejecución por los trabajadores de su prestación laboral –podemos pensar, por ejemplo, en los exoesqueletos para el manejo de cargas, o el uso de drones para el trabajo en altura, etc. - sin embargo, también encierran una cara menos amable que lleva a plantear nuevos retos para la seguridad, salud y el bienestar en el trabajo.(p.11).

En consecuencia y debido a los cambios tecnológicos se presentan nuevos riesgos laborales que, a su vez, aumentan la incidencia de accidentes y enfermedades relacionados con el trabajo. de los cuales según Mendizábal & Tufiño (2020) se destacan: el acoso laboral, estrés en el trabajo, burn out, riesgos derivados de las TICs.

Entonces B Mendizábal & Tufiño (2020) en un análisis menciona que los cambios en los estilos de vida pueden conducir al surgimiento de diversas enfermedades. El ritmo de vida acelerado, la alimentación basada en alimentos altamente procesados, las tendencias estéticas, el estrés y otros factores tienen una gran influencia en la aparición de nuevas enfermedades. Esto implica grandes costos y cambios en la organización de los sistemas de seguridad social en todo el mundo.

Por otro lado la llegada de la Industria 4.0 ha tenido un gran impacto en el ámbito laboral, específicamente en lo concerniente a la salud ocupacional, lo que ha traído según indica Ispizua Dorna (2018), ventajas como la reducción de los riesgos laborales y del tiempo invertido en las actividades de trabajo, otorgando cierto equilibrio entre el ámbito laboral, social y familiar; por otro lado, las desventajas se centra, en la disminución del empleo y de los salarios, modificaciones en la duración de los contratos laborales, el aumento de los riesgos psicosociales y la aparición de nuevas enfermedades laborales.

Muchos son los desafíos que se pueden encarar en el marco de la Industria 4.0 y los entornos laborales, por citar algunos, se señala lo siguiente:

Automatización y seguridad: Orientada a la implementación de medidas de seguridad que sean adecuadas al entorno y a los riesgos emergentes. Esto implica un fortalecimiento de las capacidades de los trabajadores y la organización para identificar, evaluar y actuar sobre los riesgos asociados a la automatización. Las estrategias pueden incluir la integración de sistemas de seguridad avanzados, la formación continua en la identificación de peligros y la promoción de una cultura de seguridad proactiva.

Ergonomía y Bienestar: Cuyo fin es promover la salud y el bienestar, reducir los accidentes y mejorar la productividad de las empresas (Apud, 2003); para ello, es importante considerar, entre otros aspectos, la adaptación del entorno laboral al trabajador que no solo

mejora la comodidad, sino que también aumenta la productividad y reduce los riesgos de lesiones. Esto implica el diseño de espacios de trabajo que consideren la postura, los movimientos y la interacción del trabajador con la maquinaria y el equipo tecnológico.

Capacitación y Actualización: En un entorno de constante cambio, los trabajadores requieren ser capacitados y actualizados en sus conocimientos para adaptarse a las nuevas tecnologías e innovaciones en su campo de trabajo, incrementando así, el nivel de desempeño laboral y la eficiencia en las funciones.

Monitoreo de la Salud: La digitalización y conectividad en la Industria 4.0 abren oportunidades para un monitoreo avanzado de la salud ocupacional (dispositivos portátiles, sensores ambientales, entre otros). La utilización de equipos e instrumentos para recopilar datos relacionados con la salud de los trabajadores permite identificar riesgos potenciales y adoptar medidas preventivas de forma oportuna, y promueve la instalación de ambientes de trabajo más seguros y saludables.

Ventajas medioambientales de la Industria 4.0

Desde un punto de vista, teórico conceptual, la Industria 4.0 a través de la introducción de tecnología de alta eficiencia, está permitiendo al sector productivo incorporar elementos de mejora de la eficiencia, pudiendo estos elementos orientarse a ahorro de energía, ahorro y recirculación del agua, la reducción del uso de recursos naturales (como materia prima) y la disminución de los residuos, entre otros, por lo que se prevé una disminución de los impactos negativos al medioambiente.

Por otro lado, en un contexto económico, como resultado del desarrollo tecnológico han surgido nuevas herramientas financieras que promueven soluciones descentralizadas e integrales, tal como señala el informe *Building block(chain)s for a better planet* (Forum World Economic, PwC and Stanford Woods Institute for the Environment, 2018), donde se expone que la tecnología es una herramienta que podría contribuir al planeta de muchas maneras, por ejemplo el mejoramiento de la cadena de suministro y de la administración de los recursos de manera descentralizada y sostenible, identificación de nuevas fuentes de financiamiento, la promoción de la economía circular, supervisión y análisis de temas orientados a la sostenibilidad, la resiliencia, entre otros.

En este marco, por ejemplo, el modelo de economía circular en contraposición al modelo convencional de la economía lineal, cuya esencia es extraer-usar-desechar, sin tomar en cuenta la sustentabilidad (González, et al, 2017), promueve a que las actividades, están organizadas con un nuevo enfoque o una perspectiva de ciclo de vida, de manera que exige cambios innovadores

desde el diseño (ecodiseño) de un producto o servicio, considerando la mejora del desempeño ambiental de los productos desde su etapa inicial. En síntesis, las nuevas estrategias emergentes que se han desarrollado en la ingeniería de productos han favorecido los principios fundamentales de la economía circular, y por ende a la protección del medio.

Finalmente, es importante señalar que el paradigma emergente, en contraposición a la forma de producción convencional y el consumo ilimitado de bienes y servicios sin considerar las consecuencias ambientales, ha forjado nuevos paradigmas y modelos replanteando los fundamentos del equilibrio economía – sociedad – medio ambiente . De hecho, el amplio reconocimiento de que un mayor grado de integración de los elementos constituyentes de la ciencia y la tecnología existente, promoverá soluciones científicas y tecnológicas más apropiadas y contextualizadas a problemas específicos de sustentabilidad en lugares específicos (Weinstein & Turner, 2012).

Conclusiones

Las características del paradigma emergente, han hecho que este haya cobrado protagonismo en los últimos años; su flexibilidad y apertura al cambio, hacen que se encaren los problemas con soluciones fundamentalmente desde el cambio.

Uno de los ámbitos en los que se ha denotado cambios profundos en las últimas décadas, ha sido la industria, debido fundamentalmente a las nuevas innovaciones y al avance tecnológico, dando paso al concepto Industria 4.0, con importantes impactos en los procesos en las industrias (negocio, operación, soluciones tecnológicas), los mercados y la economía, mejorando los procesos de producción y aumentando la productividad, afectando todo el ciclo de vida del producto, creando nuevos modelos de negocio, cambiando el entorno laboral y reestructurando el mercado laboral.

La Industria 4.0, no puede definirse solamente por sus innovaciones tecnológicas; por el contrario, requiere de la consideración de los elementos que influyen y aquellos elementos que se relacionan, cuyas connotaciones se estudian bajo un enfoque sistémico, y que pueden incidir tanto en los procesos productivos, en el entorno laboral como en el medio.

El desarrollo y aplicación de las soluciones tecnológicas a través del enfoque sistémico vertiente de la complejidad, ofrecen al sector productivo una gran oportunidad para continuar mejorando la productividad, seguridad y sustentabilidad. Para esto, la industria enfrenta el desafío de la optimización de procesos y nuevas competencias, a través de la simulación de procesos.

La Industria 4.0 representa una nueva era en el ámbito laboral, impulsada por la introducción de tecnologías avanzadas y la digitalización. Si bien esta revolución tecnológica ofrece numerosas ventajas en términos de eficiencia y productividad, también plantea desafíos significativos en relación con la salud ocupacional.

El paradigma emergente, en contraposición a la forma de producción convencional y el consumo ilimitado de bienes y servicios sin considerar las consecuencias ambientales, ha forjado nuevos paradigmas y modelos replanteando los fundamentos del equilibrio economía – sociedad – medioambiente. La Industria 4.0 a través de la introducción de tecnología de alta eficiencia, está permitiendo al sector productivo incorporar elementos de mejora de la eficiencia con la consecuente disminución de los impactos negativos al medioambiente.

Referencias

- Apud, M. (2003).** La importancia de la Ergonomía para los profesionales de la salud. *9(1)*, 20. doi:10.4067/S0717-95532003000100003
- Chacón M., L. (2014).** Gestión educativa del siglo XXI: bajo el paradigma emergente de la complejidad. *Omnia*, 20(2), 150-161. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73735396006>
- Espinoza Montes, I. F. (2020).** Epistemología y metodología de investigación en administración en universidades de Lima y Junín. *Horizonte de la Ciencia*, 10(19), 130-146. <https://www.redalyc.org/journal/5709/570962992011/570962992011.pdf>
- Foladori, D. G., & Ortiz-Espinoza, M. Á. (01 de 05 de 2022).** La relación capital-trabajo en la Industria 4.0. *Íconos*, 161-177. doi:<https://doi.org/10.17141/iconos.73.2022.5198>
- Forum World Economic, PwC and Stanford Woods Institute for the Environment. (2018).** Building Block(chain)s for a Better Planet. Geneva: Forum World Economic.
- Galati, F., & Bigliardi, B. (2019).** Industry 4.0: Emerging themes and future research avenues using a text mining approach. *Computers in Industry*, 100-113.
- García Jiménez, M. (2019).** Revolución Industrial 4.0, sociedad cognitiva y relaciones laborales: retos para la negociación colectiva en clave de bienestar de los trabajadores. *Revista de Trabajo y Seguridad Social. CEF*, 47-182. doi:<https://doi.org/10.51302/rtss.2019.1438>

- González Luengo, E. (2018).** Las vertientes de la complejidad : pensamiento sistémico, ciencias de la complejidad, pensamiento complejo, paradigma ecológico y enfoques holistas (Primera ed.). Guadalajara: Ebook PDF. <https://bit.ly/3rRa6tK>
- González Vidales, C. (15 de 06 de 2019).** Seguridad y salud de los trabajadores 4.0. *International Journal of Information Systems and Software Engineering for Big Companies (IJISEBC)*, 6(1). <http://www.uajournals.com/ojs/index.php/ijisebc/article/view/465/340>
- González, J. (2020).** Los Paradigmas en la Investigación científica del clásico al emergente. *Revista Con-Ciencia*, 8, 21-28.
- González, O. G., & Vargas, H. J. (31 de 07 de 2017).** La economía circular como factor de la responsabilidad social. *Economía Coyuntural*, 2(3), 105-130. <https://bit.ly/459BtgL>
- Igartua Miró, M. T. (3 de 2 de 2020).** LA OBLIGACIÓN DE SEGURIDAD 4.0. *Temas Laborales*(151), 327-342. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7464157>
- Ispizua Dorna, E. (20 de 12 de 2018).** Industria 4.0: ¿cómo afecta la digitalización al sistema de protección social? *Revista de relaciones laborales*, 12 -30. doi: <https://doi.org/10.1387/lan-harremanak.20325>
- Klingenberg, C., Borges, M., & Antunes, J. (2022).** Industry 4.0: What makes it a revolution? A historical framework to understand the phenomenon. *Technology in Society*, 70.
- Mendizábal, B. G., & Tufiño, G. B. (2020).** Retos de la seguridad social en Latinoamérica: de los grupos vulnerables a la industria 4.0. bit.ly/3Yg8m9j
- Morán, P. L., & Guillén, V. R. (Septiembre de 2015).** Paradigmas que Subyacen en la investigación de enfermería. Antología, 1-226. <https://web.eneo.unam.mx/wp-content/uploads/2021/09/ENEO-UNAMParadigmasEnvestigacionEnfermeria.pdf>
- Muñoz Pineda, L. (2017).** Propuesta para el desarrollo del pensamiento sistémico en los programas de formación de posgrado del convenio USTA-ICONTEC. *SIGNOS*, 9(2), 121-148. doi: <https://doi.org/10.15332/s2145-1389.2017.0002.08>
- Organización Internacional del Trabajo. (28 de Abril de 2010).** Promoción de una cultura nacional de prevención en materia de seguridad y salud. Riesgos emergentes y nuevos modelos de prevención en un mundo de trabajo en transformación, 15-17. www.ijisebc.com
- Ospina, C. J., Osorio, C. J., Henao, A. Á., Palacio, A. D., & Giraldo, B. J. (2021).** Retos y oportunidades para la industria minera como potencial impulsor del desarrollo en Colombia. *Tecnológicas*, 24(50).

- Pereira, A., & Romero, F. (2017).** A review of the meaning and the implications of the Industry 4.0 concept. *Procedia Manufacturing*, 1206-1214.
- Ríos, R. L., Pérez, O. I., & Pérez, D. L. (2019).** Tendencias actuales de la industria 4.0. *Reflexiones contables (Cúcuta)*, 2(2), 8-22. doi:<https://doi.org/10.22463/26655543.2982>
- Robles, R., Foladori, G., & Záyago, L. É. (2022).** Industria 4.0 en la minería mexicana. *El Colegio de San Luis*, 10(21), 5-32. doi:<https://doi.org/10.21696/rcsl102120201167>
- Sánchez, P. A., Ceballos, F., & Sánchez, T. G. (2015).** Análisis del proceso productivo de una empresa de confecciones: Modelación y Simulación. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 25(2), 137-150. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=411534392005>
- Weinstein, M. P., & Turner, R. (2012).** Sustainability Science. The Emerging Paradigm and the Urban. *New York: Springer Science+ Business Media*.
- Ynzunza, C. C., Izar, L. J., Bocarando, C. J., Aguilar, P. F., & Larios, O. M. (2017).** El Entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras. *Conciencia Tecnológica*(54). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94454631006>