

<https://doi.org/10.47460/athenea.v3i10.46>

Industria 4.0: reingeniería de la seguridad y salud del trabajador

Lopez Juan

<https://orcid.org/0000-0001-7783-8686>

dr.juanlopez88@outlook.com

Universidad Católica de Cuenca

Carrera de Medicina

Cuenca-Ecuador

Perez Victor

<https://orcid.org/0000-0002-7176-4038>

vic_per2302@hotmail.com

Gamma Salud

Área de Medicina General-Salud Ocupacional

Ambato-Ecuador

Chela Maiwa

<http://orcid.org/0000-0003-0651-8751>

maiwa_94@hotmail.com

Escuela Superior Politécnica del Chimborazo

Facultad de Salud Pública

Carrera de Medicina

Riobamba-Ecuador

Vallejo Franco

<http://orcid.org/0000-0002-7010-67167>

ferv2210@hotmail.com

Hospital Dr. Rafael Rodríguez Zambrano

Área de Salud Ocupacional

Manta-Ecuador

Recibido (23/07/2022), Aceptado(30/10/2022)

Resumen:

En este documento se presenta una descripción de los retos que se avizoran con la incorporación y adopción de las tecnologías de la Industria 4.0. Se realizó una revisión sistemática considerando artículos científicos de bases científicas relacionadas con el ámbito de la salud y seguridad ocupacional a partir de cuya información se hallaron múltiples factores que contribuyen un reto a resolver para los responsables del bienestar de los trabajadores en las industrias. El uso de la tecnología, su dependencia, su necesidad y otros aspectos relacionados con la adicción al uso de la tecnología están contribuyendo a riesgos en la seguridad y salud ocupacional de carácter sicosocial con implicaciones directas sobre el desempeño de la organización, por lo cual debe reestructurarse los planes de riesgos ocupacionales considerando estos nuevos retos.

Palabras clave: salud ocupacional, seguridad ocupacional, industria 4.0.

Industry 4.0: reengineering of worker health and safety

Abstract:

This document describes the challenges associated with the integration and implementation of Industry 4.0 technologies. A systematic review was carried out, considering scientific articles in the field of occupational safety and health. Several factors were found to contribute to a challenge to be resolved for those responsible for the well-being of workers in the industry. The use of technology, its dependence, its needs and other aspects related to the dependence on the use of technology contribute to occupational safety and health risks that are psychosocial in nature and have a direct impact on the performance of the company, so that workplace risk plans must be restructured taking into account these new challenges.

keywords: occupational health, occupational safety, industry 4.0

I. INTRODUCCIÓN.

El lugar de trabajo ha cambiado drásticamente con la llegada de la Industria 4.0. Con esta transformación, tanto el entorno físico como el laboral han ido cambiando rápidamente y las empresas están tratando de aumentar su productividad a través de prácticas como la automatización. En muchos casos, eso obliga a los trabajadores a competir con las máquinas, lo que lleva a la pérdida de puestos de trabajo [1].

Si bien puede parecer una revolución en la tecnología, este proceso se basa en la automatización que se basa en que los trabajadores sean reemplazados eventualmente por máquinas o algoritmos; las ocupaciones que podrían considerarse potencialmente peligrosas cuando están automatizadas presentan riesgos posiblemente más altos de problemas de seguridad de salud ocupacional cuando la maquinaria autónoma se vuelve cada vez más popular. En tales casos, la intervención de salud ocupacional puede ser efectiva o no dependiendo de la filosofía de una organización en materia de seguridad ocupacional. En un proceso de fabricación digital, las cosas se desarrollan a través de la entrada de datos de las máquinas y la robótica avanzada. En este proceso de desarrollo, la seguridad y la salud y seguridad en el trabajo pueden ser un problema [2].

En una organización donde las tareas de un trabajador son realizadas por robots o tecnologías basadas en la automatización, los riesgos laborales deben monitorearse y evaluarse de cerca en lugar de verse interrumpidos por las tecnologías digitales que avanzan en la industria. Al igual que los accidentes industriales, la OSH se está volviendo cada vez más común en la nueva era de las máquinas de IA, ya que asumen las tareas tradicionales de los humanos. Estos son tipos únicos que provienen del diseño CAD de productos utilizados en industrias: productos de diseño asistido por computadora (CAD), como impresoras 3D que crean productos para laboratorios o fabricantes de artículos, requieren que los usuarios manejen materiales flexibles durante la fase de producción. El enfoque de Industria 4.0 está en la fabricación distribuida y los modelos comerciales innovadores. Esto ejerce un estrés excesivo sobre los trabajadores, lo que resulta en una mayor tasa de lesiones musculoesqueléticas [1].

En este trabajo se describe en la sección del desarrollo, múltiples casos en los que se presentan nuevas posibilidades para el control y monitoreo de la salud y seguridad del trabajador, en la sección de metodología se especifica el proceso de obtención de la información de referencia para este trabajo, en la sección de Resultados se explican y discuten algunos hallazgos y sus enfoques, finalmente, se presentan las conclusiones.

II. DESARROLLO

Una revisión bibliométrica realizada sobre los artículos relacionados con la temática de Salud y Seguridad Ocupacional en la Industria 4.0 se presenta en la figura 1 en la cual se destacan algunos aspectos recurrentes y más estudiados en torno a la edad y género de los trabajadores. Los riesgos de SST se han investigado desde una perspectiva general identificándose en estudios: lesiones en los dedos y las manos, la percepción y dependencia de los usuarios hacia el uso de dispositivos portátiles, consideraciones ergonómicas y fisiológicas, la comodidad de los dispositivos portátiles, limitaciones con respecto al tamaño de la mano, facilidad de uso y tensión potencial [3]. Se han estudiado riesgos operativos como la descarga eléctrica de dispositivos inalámbricos, la obstrucción de los sentidos de los trabajadores, el aumento del tiempo de ciclos de trabajo y el número de errores y la causa de defectos debidos a una retroalimentación incorrecta. La forma en que se aborda la seguridad laboral ha cambiado a lo largo de los siglos y alcanzará posiblemente su punto máximo en la Industria 4.0. Hay indicios de una complejidad creciente para abordar este problema del que se han debatido los pros y los contras, la tecnología puede ofrecer soluciones a los problemas de seguridad, por ejemplo, la realidad virtual y aumentada son una alternativa para la Industria 4.0[4].

Los trabajadores temen la pérdida de empleos debido a la automatización y los robots. Sin embargo, también se pueden utilizar para que los trabajos que la gente haría tradicionalmente se hagan más flexibles, más seguros y porque la inteligencia artificial requiere menos espacio para trabajar, lo que es bueno para la sociedad en su conjunto. Por otro lado, los trabajadores ahora pueden participar en tareas más complejas que implican la toma de decisiones, la responsabilidad y la gestión, así como cierta interacción hombre-máquina. Esto los expone a riesgos de salud y seguridad relacionados con el uso de herramientas automatizadas [1]. Los profesionales de la salud ocupacional, que son responsables de garantizar la seguridad de los empleados, deben evaluar los riesgos asociados con la nueva tecnología. Los profesionales médicos deben promover y mantener la seguridad de los empleados a través de una cuidadosa formación e información sobre gestión de riesgos. Se han identificado aplicaciones tecnológicas con impactos positivos potenciales en SHO (por ejemplo, ambiente de trabajo más seguro, trabajadores más saludables y mitigación de riesgos laborales), así como efectos negativos sobre el SHO (aunque hay evidencia de aumento del estrés, fatiga, enfermedades, problemas musculoesqueléticos y riesgos psicosociales) [9]. El estudio también mostró posibles brechas y oportunidades para futuras investigaciones. Estos resultados pueden ayudar a los gerentes a planificar y diseñar lugares de trabajo para la integración de la tecnología.

Para cumplir con estos requisitos, los operadores deberán tener a mano los conocimientos y las habilidades adecuados para poder recibir datos de retroalimentación y tomar decisiones complejas que garanticen que sean lo más eficientes posible. Obviamente, es importante mantener y mejorar la Seguridad y Salud en el Trabajo - OS&H [10]. Para realizar una mejora, se deberá realizar análisis específicos de cada tipo de trabajo a realizar, así como de sus aplicaciones tecnológicas en escenarios de producción industrial. La OS&H también es fundamental en el lugar de trabajo cambiante, por lo que es importante buscar siempre cómo garantizar y mantener un entorno seguro para su personal. Las tecnologías de asistencia inteligente son cada vez más frecuentes y se ha consolidado como una herramienta útil en la lucha contra el COVID-19. Teniendo en cuenta cómo la IA y los robots automáticos pueden ser las tecnologías más importantes de la industria 4.0. Las nuevas tecnologías de la industria pueden adicionalmente a ayudar a los gobiernos a identificar, rastrear, monitorear y tratar a los pacientes y aumentar la resiliencia en la sociedad y los entornos laborales durante la pandemia de COVID-19 y fuera de ella [11].

Hay nuevos riesgos que surgen del trabajo colaborativo con robots. Estos incluyen factores de riesgo psicosociales, éticos y cibernéticos, además, los beneficios y riesgos que implica trabajar con robots colaborativos, según el tamaño de la empresa y la industria, deben evaluarse antes de tomar una decisión. Se recomienda centrarse más en la participación del operador y específicamente en todo el proceso de evaluación y mitigación de riesgos, en colaboraciones humano-robot [12]. Posteriormente el desafío será cuán receptivo puede ser la legislación a los cambios en los riesgos causados por tecnologías en rápida evolución y encargarse de traducirlos en herramientas prácticas para empresas e ingenieros de diseño. Otro aspecto desafiante será la medición de riesgos nuevos, emergentes y, a veces, menos avanzados. La colaboración humano-robot es una de las tecnologías centrales de la Industria 4.0 y cambiará la industria manufacturera durante la próxima década. Los robots colaborativos son un nuevo tipo de tecnologías industriales que lo ayudan en los sistemas de producción ciber físicos. Combinan las fortalezas de los humanos con otras funciones para facilitar las cosas. La salud y la seguridad en el trabajo son cruciales para la implementación de robots colaborativos [13]. Para garantizar la seguridad y la ergonomía de los robots colaborativos en el lugar de trabajo, es necesario evaluar lo que es posible actualmente. También es muy importante investigar campos emergentes que aún no forman parte del "estado del arte".

A.Principales aspectos que preocupan en la Industria 4.0 en torno a la Salud y Seguridad Ocupacional

En la figura 2, se han agrupado los principales nuevos riesgos que se han considerado como nuevos según algunas las referencias empleadas en este artículo. Las nuevas situaciones de riesgo se han agrupado en tres aspectos principales: riesgos de tipo Físico, Psicosociales y Psicológicos [14]. Los riesgos Físicos se incorporan dentro de las preocupaciones de las nuevas industrias 4.0 al implementar a robots que interactúan con humanos. Los riesgos que se avizoran como más representativos respecto de los riesgos físicos son el contacto mecánico don la estructura mecánica del robot, la combustión espontánea o incendio que un

sistema mecatrónico con funcionamiento de sustancias podría generar, el contacto con circuitos eléctricos o cargas estáticas acumuladas, la interacción con sustancias químicas tanto volátiles como líquidas del robot, la exposición a radiaciones producidas del efecto electromagnético, exposición a ruidos muy frecuentes y nuevos provocados por los robots, imposición a un nuevo ritmo de acorde a las exigencias del robot en operación, el sedentarismo provocado por una menor exigencia requerida para el humano, y las exigencias visuales de las interfaces [15]. En cuanto a los riesgos psicosociales, se han identificado algunos aspectos como: el stress debido a interacción con robots a mas de la carga acelerada de trabajo y la reacción sicológica de compartir la jornada laboral con un robot. No se ha generado investigaciones en torno a este aspecto, sin embargo, es comprensible que este aspecto empieza en la actualidad a tornarse una necesidad para resolver problemas futuros. Los riesgos sicológicos han adoptado ciertas terminologías como la Tecnoadicción, Tecnofatiga y Tecnoansiedad, las cuales se producen como efecto de la interacción con sistemas robóticos, interfaces y sistemas electromecánicos con los que deberá interactuar.



Fig 2. Principales riesgos potenciales de la interacción humano-robot en la industria 4.0

La tecnoadicción en el ámbito laboral, se impondrá en los futuros trabajadores debido a que las empresas aun en la actualidad han implementado (debido al COVID-19) nuevas alternativas que reducen la movilidad que han evitado perdidas de esos negocios y los han mantenido en el tiempo con ayuda de la tecnología, uso de redes sociales y permitiendo en ocasiones el teletrabajo. Con el tiempo la mayoría de los procesos deberán controlarse, monitorizarse y analizarse con ayuda de dispositivos que permiten obtener resultados menos afectados por errores humanos. La adicción al uso de la tecnología será un inconveniente ya que se mitiga la necesidad de resolver los problemas usando el raciocinio, esto degrada de cierta manera la actividad cerebral del trabajador, quien creará una mayor dependencia de la tecnología si esto no es controlado desde el ámbito psicológico [10].

La tecnofatiga laboral se ha identificado como sensaciones de cansancio físico y agotamiento mental debido al uso prolongado de las Tecnologías de comunicación TIC's. Como consecuencia el trabajador pierde la concentración trayendo consigo ciertos riesgos en sus actuaciones. La tecnofatiga puede afectar a cualquier persona que haga un uso inadecuado de la tecnología, pero afecta principalmente a aquellos que necesitan utilizar dispositivos tecnológicos para realizar su trabajo.

Luego a los estudiantes que realizan trabajos virtuales, como deberes y tareas escolares. Esto también es aplicable a los adolescentes que atraviesan una etapa de ampliación de las relaciones sociales con las personas que conocen en las redes sociales [15]. La tecnoansiedad es la causante de el "tecnoestrés" término que indica un tipo de estrés causado por las nuevas tecnologías en el trabajo. El efecto negativo que conlleva se debe a la introducción y uso de las tecnologías de la información y la comunicación. Las consecuencias de esta afectación conducen a situaciones como: Posturas inadecuadas, falta de concentración, atención y trastornos de sueño [4].

III. METODOLOGÍA

La búsqueda de la información para esta revisión se realizó en los repositorios de SCOPUS, Web fo Science y ScienceDirect. En esta búsqueda se emplearon los términos "Health Safety Impact Indutry 4.0", la información fue buscada considerando los títulos de lo cual se encontraron un total de 118 documento y luego del proceso de depuración de los documentos se redujo este grupo a 15 artículos de los cuales se ha obtenido la información de referencia. En la figura 3 se observa una descripción del flujo de trabajo de la revisión sistemática basada en los criterios de PRISMA, se ha seleccionado la información de acuerdo con tu título, abstract y texto completo.

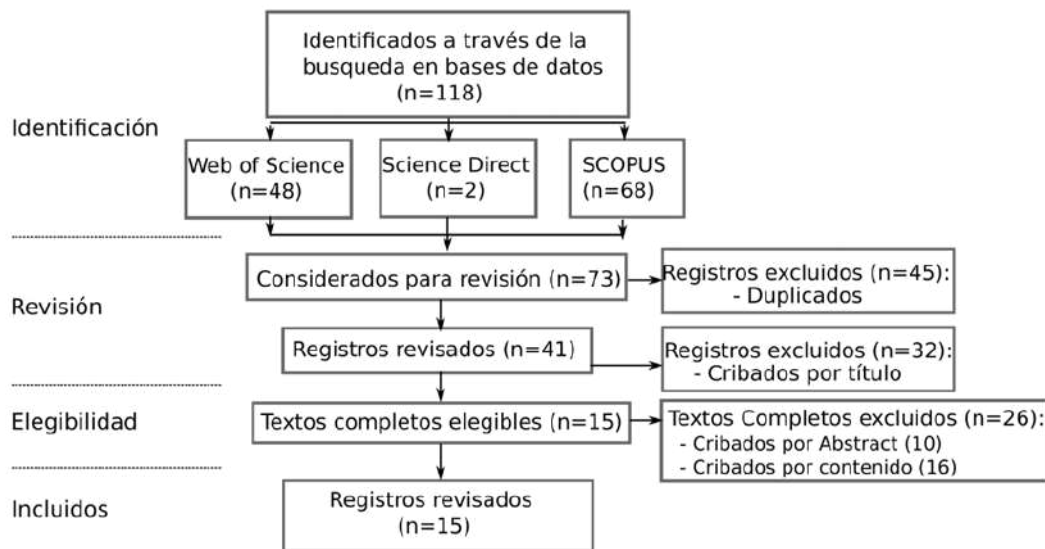


Fig 3. Revisión Sistemática realizada (Método PRISMA)

IV. RESULTADOS

Se han hallado nuevos puntos de vista sobre aspectos relacionados principalmente con la interacción el robot y el humano, los estudios revisados, acuerdan que existen riesgos mecánicos, eléctricos y de exposición a factores de carácter electromagnético y sustancias tóxicas.

Términos nuevos como Tecnoansiedad, Tecnofatiga y Tecnoadicción, son nuevos en el ámbito laboral que se acerca junto con la imposición de la Industria 4.0. Sin embargo, y según la figura 2, son mas numerosos los tipos de riesgos físicos debido a la interacción humano-robot.

Con respecto a la parte sicosocial, se ha considerado riesgos derivados de la comunicación y flujo de tareas en conjunción con el robot. Dado que no existe posibilidad de negociación con un sistema robótico, el humano deberá adaptar sus horarios, actividades y tiempos a los requerimientos de sus colegas robóticos considerando el ámbito y exigencia física y dejando de lado en este estudio los posibles desacuerdos que se puedan ocasionar.

CONCLUSIONES

La industria 4.0 obligará a una estructuración y replanteo de las normativas de seguridad y salud ocupacional, mismas que habrán de contemplar los aspectos descritos en la figura 2 y que se han planteado como primer paso en este ascenso a una industrialización mas inteligente y menos dependiente del raciocinio humano.

El impacto de la industria 4.0 incluye también la reestructuración de las tareas y la exigencia de mayor preparación de los trabajadores en el uso de las tecnologías, lo cual impulsa a su mejor formación profesional a la vez que desplaza sus exigencias físicas incorporando otros tipos de riesgos físicos en especial y los cuales deberán resolverse por los organismos de control regionales.

Existen casos en los que los riesgos psicológicos han incorporado un estrés debido a laborar en entornos continuamente observados lo cual genera un malestar debido a que el individuo siente que no se respeta su privacidad y de cierto modo se tiene incertidumbre sobre el cómo se utilizarán esa información por el personal de la empresa.

REFERENCIAS

- [1] A. Badri, B. Boudreau-Trudel, y A. S. Souissi, «Occupational health and safety in the industry 4.0 era: A cause for major concern?», *Safety Science*, vol. 109, pp. 403-411, nov. 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.06.012>.
- [2] R. Zorzenon, F. L. Lizarelli, y D. B. A. de A. Moura, «What is the potential impact of industry 4.0 on health and safety at work?», *Safety Science*, vol. 153, p. 105802, sep. 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105802>.
- [3] J. Smallwood y C. Allen, «Practitioners' perceptions of the potential impact of Industry 4.0 on construction health and safety», *JEDT*, abr. 2022, doi: 10.1108/JEDT-11-2021-0635.
- [4] F. Sherratt, R. Dowsett, y S. Sherratt, «Construction 4.0 and its potential impact on people working in the construction industry», *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Management, Procurement and Law*, vol. 173, n.o 4, pp. 145-152, nov. 2020, doi: 10.1680/jmapl.19.00053.
- [5] S. Balasubramanian, V. Shukla, N. Islam, y S. Manghat, «Construction Industry 4.0 and Sustainability: An Enabling Framework», *IEEE Trans. Eng. Manage.*, pp. 1-19, 2022, doi: 10.1109/TEM.2021.3110427.
- [6] N. Berx, W. Decré, I. Morag, P. Chemweno, y L. Pintelon, «Identification and classification of risk factors for human-robot collaboration from a system-wide perspective», *Computers & Industrial Engineering*, vol. 163, p. 107827, ene. 2022, doi: 10.1016/j.cie.2021.107827.
- [7] N. Leesakul, A.-M. Oostveen, I. Eimontaite, M. L. Wilson, y R. Hyde, «Workplace 4.0: Exploring the Implications of Technology Adoption in Digital Manufacturing on a Sustainable Workforce», *Sustainability*, vol. 14, n.o 6, p. 3311, mar. 2022, doi: 10.3390/su14063311.
- [8] R. Bavaresco, H. Arruda, E. Rocha, J. Barbosa, y G.-P. Li, «Internet of Things and occupational well-being in industry 4.0: A systematic mapping study and taxonomy», *Computers & Industrial Engineering*, vol. 161, p. 107670, nov. 2021, doi: 10.1016/j.cie.2021.107670.
- [9] S. Robla-Gomez, V. M. Becerra, J. R. Llata, E. Gonzalez-Sarabia, C. Torre-Ferrero, y J. Perez-Oria, «Working Together: A Review on Safe Human-Robot Collaboration in Industrial Environments», *IEEE Access*, vol. 5, pp. 26754-26773, 2017, doi: 10.1109/ACCESS.2017.2773127.
- [10] K. Jilcha y D. Kitaw, «Industrial occupational safety and health innovation for sustainable development», *Engineering Science and Technology, an International Journal*, vol. 20, n.o 1, pp. 372-380, feb. 2017, doi: 10.1016/j.jestch.2016.10.011.

- [11] V. Zaroushani y F. Khajehnasiri, «Application of Intelligent Technologies on Response to Covid-19 and Occupational Safety in Healthcare Workers», *Health Scope*, vol. 9, n.o 4, dic. 2020, doi: 10.5812/jhealthscope.109604.
- [12] C. Chute y T. French, «Introducing Care 4.0: An Integrated Care Paradigm Built on Industry 4.0 Capabilities», *IJERPH*, vol. 16, n.o 12, p. 2247, jun. 2019, doi: 10.3390/ijerph16122247.
- [13] J. Lee, I. Cameron, y M. Hassall, «Improving process safety: What roles for Digitalization and Industry 4.0?», *Process Safety and Environmental Protection*, vol. 132, pp. 325-339, dic. 2019, doi: 10.1016/j.psep.2019.10.021.
- [14] A. Adem, E. Çakit, y M. Dağdeviren, «Occupational health and safety risk assessment in the domain of Industry 4.0», *SN Appl. Sci.*, vol. 2, n.o 5, p. 977, may 2020, doi: 10.1007/s42452-020-2817-x.
- [15] J. Lemos, P. D. Gaspar, y T. M. Lima, «Environmental Risk Assessment and Management in Industry 4.0: A Review of Technologies and Trends», *Machines*, vol. 10, n.o 8, p. 702, ago. 2022, doi: 10.3390/machines10080702.

LOS AUTORES



Juan Lopez, Master en salud y seguridad ocupacional con mención en prevención en Riesgos laborales por la Universidad Internacional SEK, Especialista en toxicología laboral por la Universidad Internacional Sek docente titular en la cátedra de toxicología farmacología y primeros auxilios en la Universidad Católica de Cuenca de Ecuador



Maiwa Chela, Magister en Salud y Seguridad Ocupacional con mención en Prevención de riesgos laborales título obtenido en la Escuela Politecnica del Chimborazo en Riobamba -Ecuador.



Victor Perez, Médico General, con Maestría en Salud y Seguridad Ocupacional y Prevención de riesgos, Master en Prevencion, Seguridad y Salud en el Trabajo, Master Profesional en Prevencion de Riesgos laborales.



Franco Vallejo, Estudiante de Doctorado en ciencias médicas de la Universidad de Zulia - Venezuela. Doctor en Medicina y Cirugía, Especialista en G. Salud Ocupacional, Máster en Prevención de riesgos laborales, Máster en Sistemas integrados de gestión