

EL OPERARIO 4.0: UNA REVISIÓN NARRATIVA SOBRE ELEMENTOS PRESCRIPTIVOS EN LA CONFORMACIÓN DE UNA NUEVA SUBJETIVIDAD LABORAL

THE OPERATOR 4.0: A NARRATIVE REVIEW OF PRESCRIPTIVE ELEMENTS IN THE FORMATION OF A NEW LABOR SUBJECTIVITY

O OPERÁRIO 4.0: UMA REVISÃO NARRATIVA DE ELEMENTOS PRESCRITIVOS NA FORMAÇÃO DE UMA NOVA SUBJETIVIDADE LABORAL

José Matamala-Pizarro¹, Javiera Belmar-Riquelme²

Recibido: 4 de febrero de 2025

Aceptado: 14 de julio de 2025

Publicado: 28 de agosto de 2025

Consideraciones éticas: La metodología de este estudio se centró en una revisión secundaria de bases de datos, sin involucrar a personas directamente. Para asegurar la rigurosidad del proceso, se siguieron los procedimientos establecidos por la comunidad científica, revisando exclusivamente en bases de datos con publicaciones de alto estándar, garantizando la replicabilidad y credibilidad de los datos.

Declaración de conflicto de intereses: Los autores reconocen no contar con conflictos de intereses respecto con la información expuesta en el documento.

Financiamiento: El trabajo de investigación no contó con financiamiento interno o externo.

Agradecimientos: Los autores agradecen a la dirección de la carrera de Psicología de la Universidad Santo Tomás, sede Los Ángeles, por facilitar los espacios necesarios para desarrollar el trabajo de investigación.

¹ Centro Cielo Universidad Santo Tomás, Chile. Facultad de ciencias sociales y comunicación, Escuela de Psicología, sede Los Ángeles. Universidad Santo Tomás.
ORCID: 0000-0003-1369-4219

² Facultad de ciencias sociales y comunicación, Escuela de Psicología, Sede Los Ángeles. Universidad Santo Tomás, Chile.
ORCID: 0009-0001-2558-4335

RESUMEN

La industria 4.0 busca materializar el desarrollo de las fuerzas productivas asociadas con la cuarta revolución industrial. Para ello, promueve profundas mudanzas en la subjetividad laboral, requiriendo para su éxito el aprovechamiento de los atributos productivos cognitivos e intelectuales de la fuerza de trabajo. A partir de la revisión de la literatura, este trabajo intenta identificar y comprender las principales prescripciones asociadas con la conformación de la subjetividad del Operario 4.0., la cual es destacada como una nueva subjetividad productiva encargada de solidificar las innovaciones tecnológicas asociadas con la industria 4.0. Gracias al análisis de contenido efectuado con artículos de tipo revisiones sistemáticas de literatura, este estudio identifica tres temas relacionados con las prescripciones sobre el deber ser Operario 4.0, los cuales aluden al desarrollo y aprovechamiento de los atributos cognitivos intelectuales, su utilización para la conformación de entidades inteligentes y la gestión de la salud ocupacional que aparece representada como estrés laboral. Estos resultados muestran una línea de trabajo que puede ser profundizada en investigaciones posteriores en el campo de la Psicología del trabajo y de las organizaciones.

Palabras clave: Industria 4.0, Trabajador digital, Industrias inteligentes, Comportamiento organizacional.

ABSTRACT

Industry 4.0 represents a new effort to improve the productive forces related to the fourth industrial revolution. This paradigm promotes significant changes in workers' subjectivity because it needs to use the productive attributes of labor forces (e.g., psychical and mental capabilities). This narrative review attempts to identify and understand the main prescriptions related to the construction the new subjectivity called "4.0 Operator." This subjectivity has been highlighted as a new labor subjectivity accountable for enhancing the technological innovation of Industry 4.0. We conducted a narrative review of scientific articles (systematic review types) of this topic. Through the content analysis, three main themes related to the prescription on the characteristics of Operator 4.0 have been found. These themes allude to the development of cognitive competencies and their uses to create intelligent agents. Therefore, these requirements try to make the workers take advantage of their labor force meanwhile requiring the reduction of the distress. These outcomes could be useful as a guide to undertaking new and empirical research in occupational psychology.

Keywords: Industry 4.0, Digital Worker, Smart Industries, Organizational Behavior.

ABSTRACTO

A Indústria 4.0 têm por objeto materializar o desenvolvimento das forças produtivas associadas à quarta revolução industrial. Para isso, promove profundas mudanças na subjetividade laboral, exigindo para seu sucesso o aproveitamento dos atributos produtivos cognitivos e intelectuais da força de trabalho. A partir da revisão da literatura, este trabalho tenta identificar e compreender as principais prescrições associadas à conformação da subjetividade do Operário 4.0, que é destacada como uma nova subjetividade produtiva encarregada de solidificar as inovações tecnológicas associadas à Indústria 4.0. A partir da análise de conteúdo efetuada com artigos de revisões sistemáticas da literatura, este estudo identifica três temas relacionados com as prescrições sobre o dever ser do Operário 4.0: o desenvolvimento e aproveitamento dos atributos cognitivos intelectuais, a sua utilização para a conformação de entidades inteligentes e a gestão da saúde ocupacional, representada como stress laboral. Estes resultados mostram uma linha de trabalho que pode ser aprofundada em investigações posteriores no campo da Psicologia do trabalho e das organizações.

Palavras-chave: Indústria 4.0, Trabalhador digital, Indústrias inteligentes, Comportamento nas organizações.

Introducción

Las transformaciones productivas asociadas a la cuarta revolución industrial consideran una importante modificación de los atributos productivos de la fuerza de trabajo. La incorporación de nuevas tecnologías amplía el uso de la robotización, la digitalización y la automatización de los procesos productivos, revolucionando profundamente el diseño y el contenido del trabajo. Esto se traduce en la proliferación de exigencias que se dirigen a los trabajadores para que realicen mudanzas significativas en su subjetividad productiva (Mishra, 2024).

En la búsqueda de la adaptación del trabajador a estas demandas, la industria 4.0 es presentada en apariencia como una racionalidad paradigmática que contribuiría a maximizar los beneficios de la cuarta revolución industrial. A través del aseguramiento de la eficiencia en el uso de las nuevas tecnologías y su consecuente acoplamiento con las competencias técnicas de la fuerza de trabajo, la industria 4.0 busca transformar a las compañías en industrias inteligentes (Phuyal et al., 2020).

La industria 4.0 amplía el uso de nuevas tecnologías digitales, tales como softwares para el análisis de datos en tiempo real o big data, uso de gemelos digitales (digital twin), el internet de las cosas (IOT), inteligencia artificial y robots autónomos, simulación y realidad aumentada, el uso de nubes de información e implementación de ciberseguridad (Cabrera et al., 2020; Vaidya et al., 2018). Para satisfacer su necesidad, la industria 4.0 no solo revoluciona las fuerzas productivas tecnológicas, sino que también modifica el *mindset* de la fuerza de trabajo. A partir del desarrollo de una nueva subjetividad productiva, conocida como Operario 4.0 (Gladysz et al., 2023), la industria 4.0 espera beneficiarse de las habilidades intelectuales de los trabajadores para potenciarse.

En la expansión de su campo de acción, la industria 4.0 se implementa en las compañías de manera gradual y planificada (Sampedro et al., 2022) con la finalidad de asegurar su éxito. Los procesos productivos deben adecuarse a las exigencias tecnológicas o bien deben reconvertirse (Peña & Caruajulca, 2022). Lo mismo ocurre con los trabajadores. Una serie de prescripciones intentan contornear los límites por los cuales dicha disciplina puede provocar un alineamiento (*match*) entre aquellos y las características del deber ser Operario 4.0. Esto quiere decir que, para dar cuenta de un *matching* exitoso, se espera que los trabajadores sean invadidos por las tecnologías, se integren con ellas (simbiosis ciber-humana) y conformen una nueva entidad inteligente (Romero et al., 2016).

Como actividad racional orientada a la organización y puesta en marcha de la industria 4.0, las prescripciones se presentan como características esperadas, sugerencias, recomendaciones u órdenes, las cuales buscan instituir los cambios necesarios que deben recorrer los trabajadores para devenir en Operarios 4.0 (Nagao-Menezes, 2020). Los medios que difunden dichas prescripciones son los artículos científicos. El análisis bibliométrico realizado por Mishra (2024) recalca el crecimiento sostenido desde el año 2016 en la cantidad de artículos publicados sobre industria 4.0. Lo mismo refiere el análisis emprendido por Solikhah et al. (2024), quienes además subrayan que las revistas que más han aceptado publicaciones sobre el tema han sido las relacionadas con el área de la Ingeniería, ciencias informáticas, administración y gestión y ciencias sociales. De acuerdo

con Lom et al., (2023) los títulos más influyentes durante la última época han tenido relación con aspectos conceptuales, orientaciones y claves para asumir la innovación y transición tecnológica, desafíos y barreras en el desarrollo de la industria 4.0.

Debido al aumento de las publicaciones en materia de la industria 4.0, se ha estimulado en la comunidad científica un gran interés por la producción de síntesis de la evidencia científica. Las revisiones de literatura cumplen un papel importante en la clarificación de los puntos más importantes sobre una materia de interés, buscan visibilizar nuevas áreas de investigación (Snyder, 2019) y son una buena fuente de información para la toma de decisiones técnicas. En el caso de la industria 4.0, puede argüirse que las revisiones de literatura existentes son variopintas. Algunas de ellas se han centrado en detallar los impactos en la gestión por la incorporación de las características de la industria 4.0 (Al-Okaily et al., 2024), los beneficios de la mantención predictiva para la corrección de los tiempos inactivos, reducción de costos y aumento de la productividad en diferentes sectores (Mallioris et al., 2024), en los aportes a la sustentabilidad en la construcción (Lu et al., 2024) o en las mejoras en la integración humano-máquina a partir del uso de robots colaborativos (Keshvarparast et al., 2024).

A pesar de la amplitud de los temas tratados en los análisis bibliométricos y revisiones de literatura en la materia, es preciso reparar en una escasez del análisis crítico sobre las prescripciones que allí están contenidas. En general, la argumentación de los artículos publicados parte de la presunción positiva sobre la transformación subjetiva requerida por los trabajadores en las industrias 4.0 (ver Enrique et al., 2021). En efecto, las transformaciones de las fuerzas productivas en la cuarta revolución industrial presuponen un nuevo estadio en el desarrollo de la organización del trabajo humano, revolucionando con ello a la sociedad entera. No obstante, estas mudanzas también pueden sobrellevar algunas complicaciones para los trabajadores. Engels (1845/2020) detalla muy bien este claroscuro en su libro *La situación de la clase obrera en Inglaterra*. Allí, el autor destaca el papel de la revolución industrial en la transformación de la sociedad inglesa, actuando como estímulo para el nacimiento de la clase obrera moderna. No obstante, también reconoce que puede reducir la función social del trabajo humano.

El claroscuro que traen adosadas las revoluciones industriales debe ser atendida con la que finalidad de que la fuerza de trabajo exija su centralidad en la dirección de las transformaciones productivas asociadas con la industria 4.0. Esto quiere decir que las prescripciones científicas no deben operar como meras articulaciones exteriores al ejercicio laboral, sino más bien como parte inherente del trabajo reflexivo humano implicado en las transformaciones tecnológicas.

De acuerdo con lo anterior, en este trabajo se ofrece una panorámica general sobre las prescripciones respecto con el deber ser Operario 4.0 que se comparten en publicaciones científicas. La pregunta de investigación de este estudio es ¿Cuáles son las principales prescripciones compartidas en publicaciones científicas (revisiones de literatura) sobre el deber ser o las características del Operario 4.0? A través de esta pregunta, se intenta comprender cómo dichas prescripciones intentan delimitar los atributos productivos requeridos por los obreros para animar el funcionamiento de las industrias 4.0, pretendiendo ser un aporte desde la Psicología del trabajo y de las organizaciones a la comprensión de la temática.

Método

Se realizó una revisión narrativa de revisiones de literatura relacionadas con la temática del Operario 4.0. Se presta atención a las revisiones sistemáticas porque tienen por función sintetizar los estudios realizados en un tópico, facilitando su visualización, comprensión y análisis crítico de los resultados (Ahn & Kang, 2018). Además, las revisiones sistemáticas de literatura tienen por objetivo orientar en la toma de decisiones y establecer directrices sobre el curso de acción en las agendas de investigación (ver Acciarini et al., 2024; Dias et al., 2019; Squevin et al., 2021). De esta manera, las revisiones de literatura pueden ser consideradas como una buena fuente de difusión de prescripciones científicas.

El diseño de investigación utilizado fue una variación de *umbrella review* (Fusar-Poli & Radua, 2018). En general, las *umbrella reviews* corresponden a revisiones sistemáticas que sintetizan y analizan revisiones sistemáticas publicadas previamente. Usualmente incorporan procedimientos estadísticos meta-analíticos. No obstante, es preciso señalar que en este estudio no se procedió de manera sistemática en la revisión de los artículos, puesto que la finalidad del trabajo era producir resultados iniciales – es decir, contar con una panorámica general- para posteriormente profundizar en las áreas más relevantes identificadas. En cambio, se priorizó la revisión narrativa de las revisiones sistemáticas halladas. Las revisiones narrativas son un tipo de revisión no sistemática que permiten describir y analizar, de manera subjetiva y crítica, un corpus de evidencia científica disponible (Sukhera, 2022). Gracias a aquello, las revisiones narrativas permiten describir el estado actual del tópico de interés.

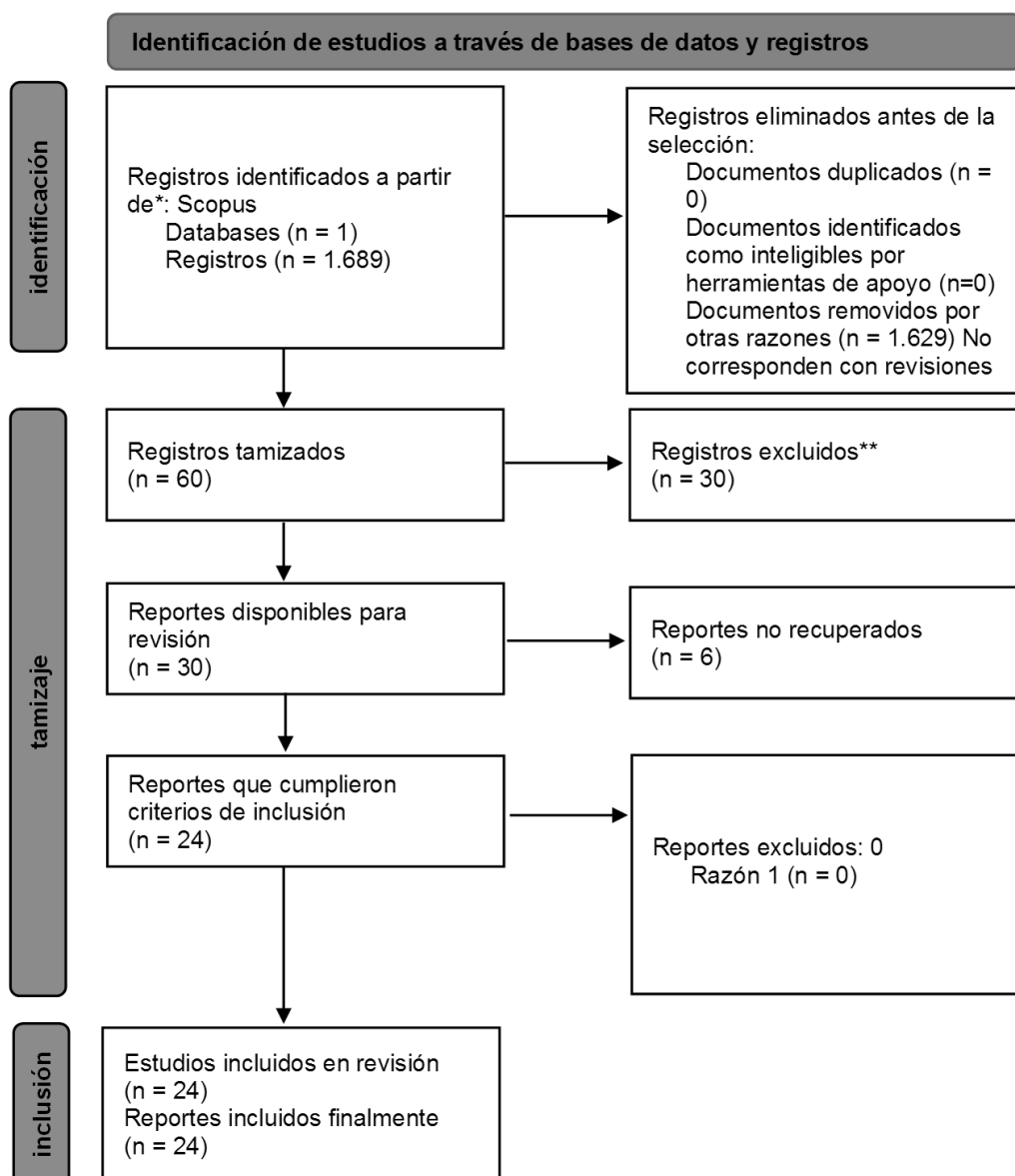
Procedimiento

Para hallar artículos *ad hoc* al propósito de la revisión narrativa, se realizó una búsqueda sin restricción temporal en la base de datos SCOPUS. La fórmula booleana para realizar la búsqueda fue la siguiente: (TITLE-ABS-KEY (operator 4.0) OR TITLE-ABS-KEY ("digital operator") OR TITLE-ABS-KEY ("smart operator") AND TITLE-ABS-KEY (industry 4.0). Posteriormente, se excluyeron los registros que no correspondían con revisiones de literatura, se revisaron los títulos y *abstracts* con la finalidad de determinar su lectura completa.

Los criterios de inclusión que debieron cumplir en este estudio fueron los siguientes: i) que el tema central de investigación se relacionara con la figura del Operario 4.0 o en la interacción humano-máquina en industrias 4.0 ii) que fueran revisiones de literatura (e.g., sistemáticas, *rapid reviews*, narrativas, *scoping reviews*, etc.) iii) que estuvieran escritas en idioma inglés, español o portugués iv) que se identificaran claramente prescripciones asociadas al deber ser Operario 4.0 o se señalen experiencias en su desarrollo (e.g., potencialidades, dificultades, obstáculos, beneficios, entrenamiento, perjuicios, etc.). Para facilitar la toma de decisiones sobre la incorporación de los documentos a la lectura completa, se utilizó la plataforma Rayyan. Allí se excluyeron todos los artículos que no cumplieran los criterios de inclusión. Los documentos seleccionados se incorporaron al gestor de referencias Zotero v. 6.0.36. Finalmente, se organizaron los principales temas de acuerdo con el análisis de contenido efectuado utilizando Atlas Ti v 8.0. Las consideraciones éticas que se resguardaron fueron realizar la búsqueda con procedimiento

rigurosos y utilizados por la comunidad científica, búsqueda de los estudios en bases de datos (SCOPUS) con alta rigurosidad en su publicación y la orientación a la transferibilidad de los hallazgos, facilitando su replicabilidad en diferentes contextos de investigación.

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de revisión



Fuente: elaboración propia, de acuerdo con orientaciones PRISMA (2024).

Resultados

Se encontraron 1.689 artículos, los cuales en su mayoría estaban indexados en revistas de Ingeniería (65%), seguido de ciencias informáticas, matemáticas y ciencias de la gestión. Al aplicar el filtro *document type* en SCOPUS, se redujeron a 60 los artículos susceptibles de ser revisados. La totalidad de éstos fueron publicados en idioma inglés. Tras la revisión de los títulos y *abstracts* en la plataforma Rayyan, 30 artículos fueron incluidos (50%) para la lectura completa. No obstante, 6 artículos tuvieron que ser descartados porque no se pudo acceder a su revisión (ver figura 1). Por esta razón, 24 artículos fueron finalmente ingresados al software Atlas ti v. 8.4.26 para el análisis de contenido. Se realizaron búsquedas de códigos utilizando la opción de auto-codificación. Posteriormente, se realizó un agrupamiento de dichos códigos utilizando el análisis de conglomerados y se construyeron tres temas que se presentan a continuación.

Atributos cognitivos requeridos

En este tema se incorporan todas aquellas prescripciones relacionadas con los atributos productivos cognitivos que deben presentar o desarrollar los trabajadores en el contexto de la industria 4.0. En concreto, los documentos revisados aludían a la necesidad de conformar un nuevo repertorio cognitivo (*mindset*) que se alinee con las necesidades tecnológicas de la industria 4.0. Al respecto, el trabajo de Panetto et al. (2019) recalca que “las tecnologías son utilizadas para aumentar las posibilidades cognitivas y físicas de los trabajadores, convirtiendo su proceso de ejecución más eficaz” (p. 209) (traducción propia). Los atributos cognitivos son considerados esenciales por las características discrecionales y adaptativas de la fuerza de trabajo.

Por esta razón, la industria 4.0 pretende maximizar el aprovechamiento de las capacidades intelectuales humanas. Esto es lo que refiere Ciccarelli et al. (2023) al aludir que “A pesar de la automatización inteligente (en industria 4.0), robots y otros avances tecnológicos sobre los sistemas productivos, es el humano quien finalmente realizará las últimas decisiones y seguirá siendo responsable del trabajo creativo” (p. 464) (traducción propia). El trabajo creativo, en tanto característica del trabajo vivo que es movilizado para animar las máquinas y objetos de producción, es representado como un puntal en la dirección adecuada de las innovaciones tecnológicas. El tono de las transformaciones productivas requiere que los trabajadores aprovechen todo su potencial intelectual. En este plano, la industria 4.0. impone necesidades formativas que apunten a aquello. La conformación de atributos productivos cognitivos supone modificaciones en los procesos educativos y en la capacitación.

Por esa razón, dichos documentos refuerzan el llamado para que “los operarios del futuro sean empoderados con tecnologías centradas-en-el-humano y cuenten con educación adecuada que le permita mantenerse en control de la producción y de los sistemas manufactureros” (Alves et al., 2023) (traducción propia). Esto parece alentador, puesto que intenta revertir la subordinación de las cosas sobre el trabajo humano. La consciencia del obrero representa una fuerza productiva con potencialidad inconmensurable, única fuente viva que puede alimentar las transformaciones tecnológicas. Por ese motivo, en los artículos científicos se recalca la necesidad de aprovechar dicho recurso, destrabándolo de restricciones que intercedan con su despliegue exitoso.

Tabla 1. Resumen de documentos revisados (n = 24)

Autores	Año	Título	Revista	Descripción
Adattil, R., Thorvald, P. & Romero, D.	2024	Assessing the Psychosocial Impacts of Industry 4.0 Technologies Adoption in the Operator 4.0: Literature Review & Theoretical Framework	International Journal of Industrial Engineering and Management	Impacto psicosocial de la naturaleza del trabajo, el entorno social y organizacional del trabajo y los factores individuales en la adopción de las tecnologías en el operario 4.0.
Agnusdei, G., Elia, V. & Gnoni, M.	2021	Is Digital Twin Technology Supporting Safety Management? A Bibliometric and Systematic Review	Applied Sciences	Aplicaciones de la tecnología Digital Twin (DT) en procesos de gestión de seguridad en la era de la Industria 4.0.
Alves, J., Lima, T. & Gaspar, P.	2024	The sociodemographic challenge in human-centred production systems – a systematic literature review	Theoretical Issues in Ergonomics Science	Condiciones físicas, cognitivas, ergonómicas y de bienestar de la fuerza laboral envejecida en el entorno de la Industria 4.0.
Alves, J., Lima, T. & Gaspar, P.	2023	Is Industry 5.0 a Human-Centred Approach? A Systematic Review	Processes	Estrategias de foco en el ser humano y el uso de las tecnologías de la Industria 5.0.
Apraiz, A., Lasa, G. & Mazmela, M.	2023	Evaluation of User Experience in Human–Robot Interaction: A Systematic Literature Review	International Journal of Social Robotic	Metodologías que evalúan la interacción humano-robot, desde un enfoque centrado en el ser humano, dentro del contexto de la Industria 4.0.
Bhattacharya, M., Penica, M., O’Connell, E., Southern, M. & Hayes, M.	2023	Human-in-Loop: A Review of Smart Manufacturing Deployments	Systems	Impacto de los operadores humanos en el rendimiento de los sistemas ciber físicos dentro de un entorno inteligente o cognitivo.
Bonello, A., Francalanza, E. & Refalo, P.	2024	Smart and Sustainable Human-Centred Workstations for Operators with Disability in the Age of Industry 5.0:	Sustainability	Limitaciones académicas e industriales actuales en el diseño de estaciones de trabajo para operadores con discapacidades dentro del contexto de la Industria 5.0.

		A Systematic Review		
Ciccarelli, M., Papetti, A. & Germani, M.	2023	Exploring how new industrial paradigms affect the workforce: A literature review of Operator 4.0.	Journal of Manufacturing Systems	Riesgos ocupacionales que enfrentan los operarios y las soluciones propuestas para sobrellevarlos a través del uso de las tecnologías de la industria 4.0.
Cunha, L., Silva, D., & Maggioli, S.	2022	Exploring the status of the human operator in Industry 4.0: A systematic review	Frontiers in Psychology	Percepción del operario y el impacto que ha generado en los trabajadores la interacción hombre-máquina propuesta por la industria 4.0.
Feddoul, Y., Ragot, N., Duval, F., Havard, V., Baudry, D. & Assila, A.	2023	Exploring human-machine collaboration in industry: a systematic literature review of digital twin and robotics interfaced with extended reality technologies	The International Journal of Advanced Manufacturing Technology	Desarrollo e innovaciones en la aplicación de la tecnología gemela digital y la robótica interconectadas con la realidad extendida en el contexto de la industria 4.0.
Douibi, K., Le Bars, S., Lemontey, A., Nag, L., Balp, R., & Breda, G.	2021	Toward EEG-Based BCI Applications for Industry 4.0: Challenges and Possible Applications	Frontiers in Human Neuroscience	Desafíos y posibles aplicaciones de soluciones basadas en la interfaz cerebro-computadora (BCI), la cual promete optimizar la carga cognitiva de los operarios y facilitar las interacciones humano-robot en la Industria 4.0.
Gladysz, B., Tran, T., Romero, D., Van Erp, T., Abonyi, J., & Ruppert, T.	2023	Current development on the Operator 4.0 and transition towards the Operator 5.0: A systematic literature review in light of Industry 5.0	Journal of Manufacturing Systems	Condiciones para la transición del Operario 4.0 al Operario 5.0, preparación para la resiliencia, centrismo humano y sostenibilidad.
Gualtieri, L., Rauch, E. & Vidoni, R.	2021	Emerging research fields in safety and ergonomics in industrial collaborative robotics: A systematic literature review	Robotics and Computer Integrated Manufacturing	Estado del arte del papel de la robótica colaborativa industrial, con relación a la seguridad y ergonomía.

Kheiri, S. K., Vahedi, Z., Sun, H., Megahed, F. M., & Cavuoto, L. A	2023	Human reliability modeling in occupational environments toward a safe and productive operator 4.0	International Journal of Industrial Ergonomics	Disminución del rendimiento laboral en operarios 4.0, a causa de la fatiga y lesiones derivadas de modelos analíticos, que carecen de ciertos aspectos relevantes del análisis de la fatiga de las extremidades superiores.
Li, S., Zheng, P., Liu, S., Wang, Z., Wang, X. V., Zheng, L., & Wang, L.	2023	Proactive human-robot collaboration: Mutual-cognitive, predictable, and self-organising perspectives	Robotics and Computer-Integrated Manufacturing	Evolución de la relación simbiótica entre humano-robot, los cuales operan en colaboración en tareas de fabricación, considerando las necesidades operativas, recursos deseados y capacidades complementarias.
Mark, B. G., Rauch, E., & Matt, D. T.	2021	Worker assistance systems in manufacturing: A review of the state of the art and future directions	Journal of Manufacturing Systems	Desarrollo tecnológico y computacional de la Industria 4.0, en la creación de sistemas técnicos de asistencia laboral para los trabajadores.
Miqueo, A., Torralba, M., & Yagüe-Fabra, J. A.	2020	Lean Manual Assembly 4.0: A Systematic Review	Applied Sciences	Análisis de las tecnologías de la Industria 4.0 en la mejora de la productividad, flexibilidad y la calidad de las operaciones de ensamblaje.
Salvadorinho, J. & Teixeira, L.	2021	Stories Told by Publications about the Relationship between Industry 4.0 and Lean: Systematic Literature Review and Future Research Agenda	Publications	Impacto de las tecnologías de la Industria 4.0 y Lean, en los procesos de intercambio de información, toma de decisiones y dinámica del trabajo.
Panagou, S., Neumann, P. & Fruggiero, F.	2023	A scoping review of human robot interaction research towards Industry 5.0 human-centric workplaces	International Journal of Production Research	Efecto de las características de diseño de los robots en sus homólogos humanos, en el contexto de la Industria 4.0 y 5.0.
Panetto, H., Iung, B., Ivanov, D., Weichhart, G., & Wang, X.	2019	Challenges for the cyber-physical manufacturing enterprises of the future	Annual Reviews in Control	Desafíos a los que se enfrenta la Industria 4.0, asociados al desarrollo de sistemas de producción y logística, los cuales requieren de un control de red de suministro altamente personalizado.
Prajwal, A. T., Muddukrishna,	2020	Pharma 4.0–Impact of the	International Journal of Applied	Impacto de la atención médica inteligente en los médicos,

B. S., & Vasantharaju, S. G. Tetteh, M., Gupta, S., Salonitis, K. & Jagtap, S.	2024	internet of things on health care Implementing Lean 4.0: a review of case studies in pharmaceutical industry transformation	Pharmaceutics Technological Sustainability	hospitales y pacientes. Análisis de la industria farmacéutica sobre la implementación de metodologías Lean 4.0 para sintetizar lecciones clave, beneficios y mejores prácticas.
Wang, B., Hu, S., Sun, L. & Freiheit, T.	2020	Intelligent welding system technologies: State-of-the-art review and perspectives	Journal of Manufacturing Systems	Componentes y técnicas necesarias para la creación de sistemas de soldadura inteligente (IWS).
Werbińska-Wojciechowska, S. & Winiarska, K.	2023	Maintenance Performance in the Age of Industry 4.0: A Bibliometric Performance Analysis and a Systematic Literature Review	Sensors	Evolución de las tecnologías de la Industria 4.0 en la gestión del rendimiento de mantenimiento.
Zizic, M. C., Mladineo, M., Gjeldum, N., & Celent, L.	2022	From Industry 4.0 towards Industry 5.0: Review and Analysis Paradigm Shift for the People, Organization and Technology	Energies	Transición del paradigma de la Industria 4.0 a la Industria 5.0, la cual propone un enfoque en el papel de los trabajadores en el proceso de producción.

Fuente: elaboración propia (2024)

No obstante, la potencialidad creativa puede colisionar con la forma de organización del trabajo en la sociedad actual basada en relaciones económicas capitalistas. Marx señala en *El Capital* (1867/2009) que en el proceso de producción en capital manda sobre el trabajo, por lo que se estructura una relación “coactiva que impone a la clase obrera la ejecución de más trabajo del que prescribe el estrecho ámbito de sus propias necesidades vitales” (p.375-376). La coacción impuesta por el capital al trabajo puede toparse con dicha necesidad de crecimiento de la potencialidad creativa de la fuerza de trabajo. Las características del Operario 4.0. involucran una mayor autonomía e independencia en la realización del proceso de trabajo.

Esta necesidad de desarrollo de las fuerzas productivas puede ir, en primera instancia, contra la personificación del capitalista. No será necesario que existan personas externas que dirijan o determinen la cantidad de esfuerzo involucrado en una actividad productiva. En cambio, aquello dependerá del grado de adecuación de los obreros con las tecnologías. El control sobre el proceso de trabajo no puede estar ajeno al trabajador, sino que se corresponde con su razonamiento. Así es subrayado en el trabajo de Miqueo et al. (2020) al indicar que “debe existir un balance entre la autonomía de los trabajadores y el control del proceso, manteniendo la mente de esos operarios involucrada en una mejora continua necesaria para el éxito a largo plazo” (p. 23) (traducción propia).

Sin embargo, el capital industrial resistirá inicialmente a ceder una parte de su coacción: La realización de más trabajo del que es necesario para reproducir al Operario 4.0. En efecto, el trabajo creativo asistido por las tecnologías maximizará la productividad del trabajo humano, pero dejará en duda la apropiación racional de esa productividad. La propiedad de los medios productivos tecnológicos es algo que no se pone en cuestión en los documentos que prescriben orientaciones sobre la eficacia de la industria 4.0. Esa necesidad de apropiación privada de las cosas y de la productividad del trabajo presentará sus contradicciones cuando se tope con la necesidad la mayor autonomía de los trabajadores.

En la búsqueda de mayor independencia productiva e integración con las tecnologías, el trabajador tendrá que dar un paso adelante en la conformación de complejos productivos como entidades inteligentes. La interoperabilidad humano-máquina tendrá que avanzar sobre lo innecesario y sobrante que representa la autoridad del capitalista, poniendo por delante la necesidad de desarrollo de las fuerzas productivas digitales. El rigor de esta nueva disciplina constituirá una exigencia sobre el trabajador individual, pero encontrará en su capacidad creativa un aliado en la conquista de su centralidad operativa.

Conformación de una entidad inteligente

La incorporación de procesos automatizados considera una transformación productiva para la correcta integración de los espacios físicos y digitales en la industria 4.0. Este ensamblaje es conocido como sistemas ciber-físicos (CPS). Crnjac et al. (2022) señalan que los CPS “son una nueva generación de sistemas con integración computacional y capacidades físicas que pueden interactuar con las personas a través de nuevas modalidades” (p. 3) (traducción propia). Algunas de esas modalidades tienen que ver con el uso de inteligencia artificial, el IOT, big data, la realidad aumentada, simulación, robots autónomos, etc. La integración de los trabajadores con esas

modalidades amplía su funcionamiento a sistemas humanos ciber-físicos (H-CPS). De acuerdo con lo destacado por Gladysz et al. (2023), los H-CPS integran a los humanos con los procesos tecnológicos, habilitándolos para operar con los diferentes aparatos y dispositivos disponibles, intentando que las máquinas y automatismos sirvan y/o asistan el trabajo humano. De esta manera, la industria 4.0. conforma una entidad inteligente que depende de la relación – simbiosis- lograda entre humanos y máquinas.

La simbiosis es asumida como un estado de interdependencia y colaboración humano-máquina que tributa principalmente a asistir al trabajo en su tarea de transformación del medio. Werbińska & Winiarska (2023) señalan que “los operarios inteligentes y habilidosos no solo podrán realizar un trabajo colaborativo con robots, sino que también asistirse en su trabajo por máquinas cuando así lo requieran para desenvolverse en los sistemas ciber-físicos” (p.29) (traducción propia). La resolución de dificultades es un imperativo en todo proceso de trabajo. Implica que el trabajo creativo pueda realizarse. No obstante, el trabajo en las fábricas modernas involucra que el obrero sirva a la máquina. Su trabajo vivo tiene una particularidad: la de animar las cosas, utilizar el trabajo pretérito contenido en ellas para crear nuevos valores. Esta es una parte que el trabajo coactivo del capitalista intenta aprovechar para la extracción de plusvalía.

Cabe recordar que la misma necesidad que personifica el capital para disciplinar a los trabajadores para reconvertirlos en Operarios digitales puede volverse en contra de los intereses del capitalista. Marx y Engels (1848/2019) señalan en El manifiesto comunista que la historia de la industria y del comercio “no es sino la historia de la rebelión de las fuerzas productivas contra las relaciones de propiedad que condicionan la existencia de la burguesía y su dominación” (p. 35). Cuando las fuerzas productivas encuentran restricciones en sus avances no les queda otro camino que desatar sus energías contra aquellos que las constriñen. Los capitalistas industriales fraguan así las propias fuerzas que van menguando su existencia. La apropiación de estas fuerzas productivas por parte de los obreros exige la abolición de las condiciones de existencia previas.

La autonomía humana reforzada en los CPS envuelve también la necesidad de cooperación y colaboración entre los obreros individuales. Anudar la porción de trabajos particulares asistidos por las tecnologías es una tarea que deben resolver los mismos operarios. En el trabajo de Panetto et al. (2019) esto se destaca claramente, al resaltar que “El compromiso entre la autonomía y la cooperación confiere características específicas a los CPPS, tales como auto-organización, auto-mantenimiento (...) Los CPPs ofrecen capacidades innovadoras de auto-consciencia, auto-predicción, auto-reconfiguración...” (p.203) (traducción propia). Estas características de los CPS fuerzan a los operarios a integrarse en acciones que propendan a asegurar de la continuidad operatoria. Por ejemplo, con la incorporación de la asistencia remota de los dispositivos inteligentes, los operarios pueden colaborar en una misma tarea sin estar presentes en el lugar físico. La sincronización de los escenarios de trabajo depende de la interconexión de los dispositivos, y con ellos, de la interrelación establecida entre los operarios. En el trabajo de Mark et al. (2021) se destaca que la industria 4.0. avanza con “el control de los trabajadores sobre la producción y el monitoreo de esta, utilizando para ello elementos digitales con acceso al internet, no importando donde ellos estén localizados” (p.228) (traducción propia).

Dada la potencialidad de la cooperación y autonomía requerida por los CPS en la industria 4.0., es preciso recordar en esta parte que los trabajadores deben responder a algunos de sus problemas para la apropiación consciente de las fuerzas productivas. En efecto, la especialización del trabajo y su división contribuyen a la competencia que se hacen los obreros a sí mismos. La reducción de trabajos no digitalizados, el carácter sobrante que adquirirán los obreros que no se adecuen a las prescripciones de la nueva subjetividad de Operario 4.0., las constantes actualizaciones de los dispositivos inteligentes o las modificaciones en los ensamblajes H-CPS representarán serios retos para la solidaridad y la cooperación en el trabajo.

Salud productiva

En las últimas décadas, la temática del estrés laboral ha sido un tema central en las principales revistas científicas de Psicología relacionadas con la gestión de la seguridad y salud ocupacional. La emergencia del estrés en el trabajo se relaciona con el contenido y medioambiente de trabajo (Neffa, 2015). El estrés laboral empobrece los atributos productivos de los trabajadores y los involucra en fallos, accidentes, enfermedades y alteraciones en sus relaciones interpersonales.

Por esa razón, es comprensible que en los trabajos sobre industria 4.0. se exponga que uno de los problemas que intentan resolver las nuevas tecnologías tiene que ver con el estrés laboral. Li et al. (2023) señalan que “el Operario 4.0. es un humano inteligente y colaborador habilidoso que puede realizar sus operaciones sin estrés físico o mental. Para ello, cumple con los prerequisites de trabajo colaborativo, percepción intuitiva e intercambio de recursos” (p. 3) (traducción propia). El funcionamiento de la entidad inteligente notificaría a los trabajadores de sus niveles de estrés pernicioso (distrés).

Mark et al. (2023) comparten un ejemplo sobre cómo puede funcionar aquello en la relación humano-robots. Un robot puede actuar de manera activa cuando respalda la toma de decisiones, puede actuar de apoyo cuando interviene en una operación determinada o puede actuar de manera pasiva cuando la operación la realizan principalmente los humanos. El distrés podría estar ausente en cada uno de estos roles cuando “el comportamiento intuitivo humano y el control adaptativo del robot permitan el ajuste on-demand (bajo la demanda) de sus roles de acuerdo con las situaciones cambiantes, respectivamente” (Mark et al. 2023, p. 2). Esto quiere decir que el intercambio de roles puede contribuir a atenuar la exigencia de trabajo. La pesadez y dificultad del trabajo son considerados como dos características que estimulan la emergencia del distrés laboral.

La gestión del estrés contribuye a asegurar el estado de salud productiva adecuada para repetir el ciclo productivo, por lo que la industria 4.0. pretende complejizar el control del estado de salud de los operarios. Douibi et al. (2021) puntualiza en el uso de dispositivos BCI (Brain-computer interface), los cuales obtienen datos en tiempos real útiles para la gestión de la seguridad y salud laboral. Los autores destacan que “En este contexto, los EEG-based BCI pueden permitir la vigilancia de los estados mentales, tales como fatiga, estrés, etc. los cuales pueden intervenir en actividades peligrosas. En particular, el monitoreo de la fatiga es considerada como una herramienta valiosa en actividades repetitivas y automáticas...” (p. 3) (traducción propia). Así como se señaló anteriormente, los atributos cognitivos y la centralidad del nuevo mindset en la

industria 4.0. son considerados esenciales para el desarrollo e implementación exitosa de las fuerzas productivas tecnológicas. A través del ensamblaje e integración con algunos dispositivos inteligentes, la fuerza de trabajo puede realizar un auto-monitoreo sobre el uso de sus atributos cognitivos, evitando los riesgos asociados.

No obstante, también se hallaron artículos que identificaron algunos riesgos psicosociales laborales relacionados con la incorporación de nuevas tecnologías. Cunha et al. (2022) destaca algunos de ellos, tales como la posibilidad de crecimiento del desempleo, la exclusión digital o la distribución desigual de trabajos y el desajuste entre las competencias de los trabajadores y los requerimientos de su puesto de trabajo. Asimismo, el artículo de Adittil et al. (2024) destaca una serie de riesgos y resultados negativos para los trabajadores, como la insatisfacción y malestar por el uso prolongado de dispositivos, aislamiento social en los entornos virtualizados, distrés por constante evaluación y monitoreo, problemas de privacidad, pérdida del control sobre las tareas, sobrecarga de información, dificultades en la conciliación del tiempo reproductivo-productivo, etc.

Como se puede colegir, la incorporación de las innovaciones tecnológicas puede colisionar con restricciones propias del *modus operandi* al que intentan superar. Las fuerzas productivas se desarrollan venciendo sus constricciones. La potencialidad creativa del trabajo, demandada por la industria 4.0., debe hacer frente a estos riesgos psicosociales emergentes. Varios de ellos son atribuibles a la coacción que ejercen los capitalistas en la dirección del trabajo humano ajeno, por la dificultad de los trabajadores para la apropiación consciente de las fuerzas productivas implicadas, por la competencia que los obreros se hacen a sí mismos y por la falta de límite científico en el uso de la fuerza de trabajo.

En la medida que las entidades inteligentes pueden reducir la actividad humana a un apéndice más del proceso productivo, exige de los humanos una mayor racionalidad consciente para dirigir dichas potencialidades. De la misma forma, en la medida que se enfrenten a aislamiento y soledad en sus tareas, los operarios tendrán que definir claramente su papel en el desarrollo de la colaboración y solidaridad. Y finalmente, en la medida que sean evaluados en sus estados de rendimiento físico y mental, los operarios podrán definir de forma razonada los límites de su explotación. Esta misma necesidad demandará de acciones colectivas que frenen el carácter vampírico del capital y recuperen para sí el tiempo de vida necesario para desplegar sus talentos y emociones en otros campos de la vida humana.

Discusiones

En este trabajo se presentaron tres temas que sintetizan algunas prescripciones relacionadas con las características y competencias que debe poseer un trabajador para ser considerado un operario idóneo en la industria 4.0. El primer tema reparó en los atributos cognitivos requeridos para potenciar el desarrollo de las fuerzas productivas tecnológicas. Para cumplir con el propósito de la industria 4.0., los obreros deben desarrollar atributos cognitivos superiores que les permitan dirigir las tecnologías y/o profundizar su ensamblaje con ellas, conformando nuevos entes productivos. La inteligencia humana es valorada por su potencialidad creativa y por su adaptabilidad. Las exigencias y demandas intelectuales son centrales para el desarrollo de las tareas digitales, por lo

que los trabajadores deben avanzar en la complejización de sus atributos cognitivos. Por su parte, de acuerdo con lo planteado por Bakker et al. (2023) las demandas son comprendidas como aquellos aspectos físicos, psicológicos, sociales u organizacionales del trabajo, requiriendo por parte del trabajador un esfuerzo físico y cognitivo sostenido. Este esfuerzo cognitivo agota los atributos cognitivos del trabajador, pudiendo conducir a un deterioro mayor o burnout.

La complejidad cognitiva puede caracterizarse por el desarrollo de mayor autonomía e independencia en la toma de decisiones, actualización constante de conocimientos tecnológicos, capacidad de evaluación crítica del desempeño y corrección de falencias, planificación y anticipación, autorregulación del comportamiento, etc. Muchas de estas características aluden al perfeccionamiento de las funciones ejecutivas por el aprendizaje experiencial al compenetrarse con los dispositivos tecnológicos. Estas características neuropsicológicas delimitan la acción de los obreros, confirmando su adecuación a los requerimientos de la industria 4.0. Las prescripciones identificadas en los estudios refieren un incremento sustancial en la responsabilidad de los operarios sobre el proceso de trabajo. Restringir la participación de entes ajenos y parasitarios a la relación simbiótica humano-tecnologías puede ir a favor del éxito de la implementación de la industria 4.0.

La conformación de la entidad inteligente exige de un ensamblaje complejo de la fuerza de trabajo en los sistemas CPS. Este ensamblaje es presentado como una simbiosis, un estado de interdependencia que solo se puede asegurar con una correcta integración y colaboración humano-máquina. La fuerza de trabajo debe apropiarse conscientemente de las fuerzas productivas tecnológicas para ponerlas bajo su subordinación. Esto involucra que deban responder a algunos de los problemas que se le presentarán. La conformación de agentes inteligentes puede ampliar la competencia que se hacen los obreros a sí mismos. En la medida que la coordinación humano-máquina crezca, podrá crecer también la especialización en dicha configuración. Subsumidos en la enajenación individual de su fuerza de trabajo en el trabajo asalariado, los obreros pueden no reconocerse en unidad, ampliando de esta manera sus diferencias cualitativas. No obstante, tal como se observó en los trabajos revisados, son las propias características de los CPS las que tenderán a influenciar a los obreros a avanzar en actividades de cooperación y solidaridad. La autorregulación de la entidad inteligente y el control de la producción suponen un avance en la dirección consciente de la actividad laboral. Eso incluye a la propia competencia interna.

Finalmente, el tercer tema destacado en este trabajo tiene que ver con la salud productiva. Los artículos revisados destacaron la potencialidad de la industria 4.0 para contribuir a la gestión del estrés pernicioso vinculado con la carga y contenido del trabajo. Körner et al. (2019), indican que los factores estresantes podrían llevar a consecuencias similares, tales como, una interrupción del flujo de trabajo y ralentización del proceso de laboral, lo que generaría mayor presión temporal y estrés percibido por parte de los trabajadores, de igual forma, menciona que las demandas están basadas principalmente en los cambios en el proceso de producción y la alta complejidad del uso de la tecnología en la industria 4.0. Sin embargo, es preciso mencionar que el distrés no solo tiene que ver con estas características, sino que también con otros riesgos psicosociales laborales. El desbalance entre el esfuerzo de trabajo y las retribuciones obtenidas es solo una de las caras que puede adquirir el estrés laboral, esto según lo planteado por Siegrist (2022) quien afirma que, un

trabajador que experimenta una falta de reciprocidad en los elementos mencionados anteriormente podría desarrollar emociones negativas asociadas a la ira y frustración. En aspectos organizacionales, esto también trae como consecuencia un mayor ausentismo y rotación de personal, además de una baja satisfacción y motivación con la organización.

En consecuencia, la gestión del estrés no solo se puede resolver moderando la carga de trabajo, sino que también considerando otras variables relacionadas. Las características de la industria 4.0. observadas en los trabajos repararon principalmente en una solución al problema del estrés en una dimensión acotada del mismo. A la ambigüedad de roles se le debe responder con la integración de la entidad inteligente, con una clara demarcación consciente de los trabajadores sobre las tareas que pueden ejecutar. Si se asisten por robots para algunas de sus actividades, estos dispositivos pueden desarrollar actividades poco confortables, mientras que el operario se remita a entregar orientaciones. La auto-desvalorización puede ser moderada con el desempeño en la tarea y el desarrollo de habilidades de auto-monitoreo y gestión de los recursos consumidos durante una actividad determinada.

En caso de que la auto-desvalorización no sea moderada, con el paso del tiempo generará mayores demandas laborales, aumentando aún más la tensión en el trabajo y se manifestará a través de síntomas de agotamiento y cinismo (Bakker et al., 2023). Si el feedback es negativo, el trabajador debería contar con la discrecionalidad suficiente para detenerse. Pero para que esto sea efectivo, los límites al uso de la fuerza de trabajo deben establecerse de manera racional y científica. La apropiación consciente de las fuerzas productivas debe ser una tarea mediata si es que se quiere asegurar el éxito en el desarrollo de las industrias 4.0.

En cuanto a las limitaciones de este estudio, se encuentran asociadas a la revisión de una sola base de datos, lo que implicó que los temas emergentes estuvieran limitados a los artículos revisados, por tanto, se sugiere ampliar la búsqueda en otras bases de datos, tales como WoS, EBSCO y varias, que proporcionen información actualizada respecto a la Industria 4.0, así como es posible también que, emerjan nuevos temas. Este trabajo nos invita a pensar sobre la relevancia de estudiar en un futuro, a través de un trabajo de campo, el sentir de los trabajadores respecto al esfuerzo físico y cognitivo que deben realizar por adaptarse a las nuevas tecnologías propuestas por la Industria 4.0, evaluando así, aspectos de su subjetividad.

Referencias

- Acciarini, C., Boccardelli, P., & Peruffo, E. (2024). Strategic change: A systematic review, synthesis, and a future research agenda. *European Management Review*, 21(4), 1-21. <https://doi.org/10.1111/emre.12668>
- Adattil, R., Thorvald, P. & Romero, D (2024). Assessing the Psychosocial Impacts of Industry 4.0 Technologies Adoption in the Operator 4.0: Literature Review & Theoretical Framework. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 15(1), 59-80. <https://doi.org/10.24867/IJIEM-2024-1-348>
- Ahn, E., & Kang, H. (2018). Introduction to systematic review and meta-analysis. *Korean Journal of Anesthesiology*, 71(2), 103-112. <https://doi.org/10.4097/kjae.2018.71.2.103>
- Al-Okaily, M., Younis, H., & Al-Okaily, A. (2024). The impact of management practices and industry 4.0 technologies on supply chain sustainability: A systematic review. *Heliyon*, 10(17), e36421. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e36421>
- Alves, J., Lima, T. M., & Gaspar, P. D. (2023). Is Industry 5.0 a Human-Centred Approach? A Systematic Review. *Processes*, 11(1), 193. <https://doi.org/10.3390/pr11010193>
- Bakker, A., Demerouti, E., Sanz, A & Rodríguez, A (2023) La Teoría de las Demandas y Recursos Laborales: Nuevos Desarrollos en la Última Década. *Journal of work and organizational psychology*. 39(3), 157-167. <https://doi.org/10.5093/jwop2023a17>
- Cabrera, H., Rodríguez Pérez, B., León González, J. L., & Medina León, A. (2020). Ideas y conceptos básicos para la comprensión de las industrias 4.0. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(4), 8-15. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202020000400008&script=sci_abstract
- Ciccarelli, M., Papetti, A., & Germani, M. (2023). Exploring how new industrial paradigms affect the workforce: A literature review of Operator 4.0. *Journal of Manufacturing Systems*, 70, 464-483. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2023.08.016>
- Crnjac, M. C., Mladineo, M., Gjeldum, N., & Celent, L. (2022). From Industry 4.0 towards Industry 5.0: A Review and Analysis of Paradigm Shift for the People, Organization and Technology. *Energies*, 15(14), 5221. <https://doi.org/10.3390/en15145221>
- Cunha, L., Silva, D., & Maggioli, S. (2022). Exploring the status of the human operator in Industry 4.0: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 13, 1-17. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.889129>
- Dias, S. E. F., Sadao Iizuka, E., & Vilas Boas, E. P. (2019). Effectuation theoretical debate: Systematic review and research agenda. *Innovation & Management Review*, 17(1), 41-57. <https://doi.org/10.1108/INMR-12-2018-0094>

- Douibi, K., Le Bars, S., Lemontey, A., Nag, L., Balp, R., & Breda, G. (2021). Toward EEG-Based BCI Applications for Industry 4.0: Challenges and Possible Applications. *Frontiers in Human Neuroscience*, 15, 1-8. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.705064>
- Engels, F (1845/2020) La situación de la clase obrera en Inglaterra. Akal editores.
- Enrique, D. V., Druczkoski, J. C. M., Lima, T. M., & Charrua-Santos, F. (2021). Advantages and difficulties of implementing Industry 4.0 technologies for labor flexibility. *Procedia Computer Science*, 181, 347-352. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.177>
- Fusar-Poli, P., & Radua, J. (2018). Ten simple rules for conducting umbrella reviews. *Evidence Based Mental Health*, 21(3), 95-100. <https://doi.org/10.1136/ebmental-2018-300014>
- Gladysz, B., Tran, T., Romero, D., Van Erp, T., Abonyi, J., & Ruppert, T. (2023). Current development on the Operator 4.0 and transition towards the Operator 5.0: A systematic literature review in light of Industry 5.0. *Journal of Manufacturing Systems*, 70, 160-185. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2023.07.008>
- Keshvarparast, A., Battini, D., Battaia, O., & Pirayesh, A. (2024). Collaborative robots in manufacturing and assembly systems: Literature review and future research agenda. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 35(5), 2065-2118. <https://doi.org/10.1007/s10845-023-02137-w>
- Körner, U., Müller-Thur, K., Lunau, T., Dragano, N., Angerer, P., & Buchner, A. (2019). Perceived stress in human-machine interaction in modern manufacturing environments- Results of a qualitative interview study. *Stress and health*, 35(2), 187–199. <https://doi.org/10.1002/smi.2853>
- Li, S., Zheng, P., Liu, S., Wang, Z., Wang, X. V., Zheng, L., & Wang, L. (2023). Proactive human-robot collaboration: Mutual-cognitive, predictable, and self-organising perspectives. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 81, 1-30. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2022.102510>
- Lom, J., Valles, A., & Poblano, E. (2023). Industria 4.0: Tendencia basado en análisis bibliométrico. En E. Herrera., L. Alvarado & R. Romero (eds) *Métodos para la optimización y resolución de problemas en la Ingeniería*. (pp. 86-110). Cenid.
- Lu, W., Lou, J., Ababio, B. K., Zhong, R. Y., Bao, Z., Li, X., & Xue, F. (2024). Digital technologies for construction sustainability: Status quo, challenges, and future prospects. *Npj Materials Sustainability*, 2(1), 1-10. <https://doi.org/10.1038/s44296-024-00010-2>
- Mallioris, P., Aivazidou, E., & Bechtsis, D. (2024). Predictive maintenance in Industry 4.0: A systematic multi-sector mapping. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 50, 80-103. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2024.02.003>

- Mark, B. G., Rauch, E., & Matt, D. T. (2021). Worker assistance systems in manufacturing: A review of the state of the art and future directions. *Journal of Manufacturing Systems*, 59, 228-250. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.02.017>
- Marx, C (1867/2009) *El capital*. Siglo XXI.
- Marx, C & Engels, F (1848/2019) *El manifiesto comunista*. Austral ediciones.
- Miqueo, A., Torralba, M., & Yagüe-Fabra, J. A. (2020). Lean Manual Assembly 4.0: A Systematic Review. *Applied Sciences*, 10(23), 8555. <https://doi.org/10.3390/app10238555>
- Mishra, P. (2024). Mapping the Evolution of Industry 4.0 and Sustainability Research: A Comprehensive Bibliometric Study. *Sustainable Operations and Computers*, 5, 227-238. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2024.07.003>
- Nagao, D. F. (2020). Las perspectivas del trabajo en la sociedad 4.0. *Revista Nacional de Administración*, 11(1), 11-19. <https://doi.org/10.22458/rna.v11i1.3011>
- Neffa, J. (2015) Los riesgos psicosociales del trabajo. Contribución a su estudio. CEIL-CONICET.
- Panetto, H., Iung, B., Ivanov, D., Weichhart, G., & Wang, X. (2019). Challenges for the cyber-physical manufacturing enterprises of the future. *Annual Reviews in Control*, 47, 200-213. <https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2019.02.002>
- Peña, J., & Caruajulca, P. (2022). Industry 4.0 Evolutionary Framework: The Increasing Need to Include the Human Factor. *Journal of Technology Management & Innovation*, 17(3), 70-83. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242022000300070>
- Phuyal, S., Bista, D., & Bista, R. (2020). Challenges, Opportunities and Future Directions of Smart Manufacturing: A State of Art Review. *Sustainable Futures*, 2, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2020.100023>
- Romero, D., Stahre, J., Wuest, T., Noran, O., Bernus, P., Fast-Berglund, Å., & Gorecky, D. (2016). Towards an operator 4.0 typology: a human-centric perspective on the fourth industrial revolution technologies. *CIE46 Proceedings*, 1-11.
- Sampedro, C., Palma, D., Machuca, S., & Villalta, Bolivar. (2022). Las perspectivas del software y su papel en la industria 4.0. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 9(1), 1-24. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v9i.3029>
- Siegrist, J & Li, J (2020) Effort-Reward Imbalance and Occupational Health. En Töres Theorell (eds) *Handbook of Socioeconomic Determinants of Occupational Health* (p. 356-378). Springer.
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333-339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>

- Solikhah, E. W., Asih, H. M., Astuti, F. H., Ghazali, I., & Mohammad, E. B. (2024). Industry 4.0 Readiness Trends: A Bibliometric and Visualization Analysis. *International Journal of Robotics and Control Systems*, 4(1), 105-124. <https://pubs2.ascee.org/index.php/IJRCS/article/view/1247>
- Squevin, P., Aubin, D., Montpetit, É., & Moyson, S. (2021). Closer than they look at first glance: A systematic review and a research agenda regarding measurement practices for policy learning. *International Review of Public Policy*, 3(2), 146-171. <https://doi.org/10.4000/irpp.2083>
- Sukhera, J. (2022). Narrative Reviews: Flexible, Rigorous, and Practical. *Journal of Graduate Medical Education*, 14(4), 414-417. <https://doi.org/10.4300/JGME-D-22-00480.1>
- Vaidya, S., Ambad, P., & Bhosle, S. (2018). Industry 4.0 – A Glimpse. *Procedia Manufacturing*, 20, 233-238. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.034>
- Werbińska-Wojciechowska, S., & Winiarska, K. (2023). Maintenance Performance in the Age of Industry 4.0: A Bibliometric Performance Analysis and a Systematic Literature Review. *Sensors*, 23(3), 1409. <https://doi.org/10.3390/s23031409>