Literature Review on Industrial Ergonomics: Tools and Their Influence on Productivity (2020-2024)

Alair Collantes-Miranda[1]; Rosa Ushuñahua-Ricra[1]; Kenji Chung-Sanchez[1]
[1] Universidad Cesar Vallejo, Perú, *acollantesm@ucvvirtual.edu.pe, rushunahua@ucvvirtual.edu.pe, kchungc@ucvvirtual.edu.pe*

Abstract*– In this literature review, the main objective was to analyze the critical points related to ergonomics in the industrial sector, using as a reference 20 scientific articles published between 2020 and 2024. The research focused on identifying the most effective tools and methodologies to address ergonomic challenges, contributing to Sustainable Development Goal 9 (SDG 9: Industry, Innovation, and Infrastructure). The information search was conducted in reliable databases such as Scopus and Web of Science, ensuring the quality of the analysis. Among the most commonly used tools in the reviewed studies were REBA (Rapid Entire Body Assessment), RULA (Rapid Upper Limb Assessment), NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), OCRA (Occupational Repetitive Actions), DHM (Digital Human Modeling), AHP (Analytic Hierarchy Process), and HFE (Human Factors Engineering). These methodologies proved to be effective in assessing risks, designing ergonomic workstations, and reducing work-related injuries, thereby improving both safety and efficiency in industrial processes. The conclusions highlighted that ergonomics is not only essential for ensuring safe working conditions and preventing occupational illnesses but also plays a key role in enhancing productivity and innovation. The implementation of ergonomic practices was positioned as a strategic investment that benefits both workers and companies, aligning with the principles of sustainable development. This study reinforced the importance of integrating ergonomics into industrial planning to create more efficient, safe, and sustainable work environments.

.

***Keywords*-- Ergonomics, productivity, ergonomic condition, optimization, industry.**

Revisión de literatura sobre ergonomía industrial: Herramientas y su influencia en la productividad (2020-2024)

Alair Collantes-Miranda[1]; Rosa Ushuñahua-Ricra[1]; Kenji Chung-Sanchez[1]
[1] Universidad Cesar Vallejo, Perú, *acollantesm@ucvvirtual.edu.pe, rushunahua@ucvvirtual.edu.pe, kchungc@ucvvirtual.edu.pe*

Resumen– ***En esta revisión de literatura, el objetivo principal fue analizar los puntos críticos relacionados con la ergonomía en el sector industrial, tomando como referencia 20 artículos científicos publicados entre 2020 y 2024. La investigación se enfocó en identificar las herramientas y metodologías más efectivas para abordar los desafíos ergonómicos, contribuyendo al Objetivo de Desarrollo Sostenible 9 (ODS 9: Industria, innovación e infraestructura). La búsqueda de información se realizó en bases de datos confiables como Scopus y Web of Science, asegurando la calidad del análisis. Entre las herramientas más utilizadas en los estudios revisados se encontraron REBA (Valoración Rápida de Todo el Cuerpo), RULA (Valoración Rápida de Miembros Superiores), NIOSH (Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional), OCRA (Acciones Repetitivas Ocupacionales), DHM (Modelado Digital del Ser Humano), AHP (Proceso de Jerarquía Analítica) y HFE (Ingeniería de Factores Humanos). Estas metodologías demostraron ser eficaces para evaluar riesgos, diseñar puestos de trabajo ergonómicos y reducir lesiones laborales, mejorando tanto la seguridad como la eficiencia en los procesos industriales. Las conclusiones destacaron que la ergonomía no solo es fundamental para garantizar condiciones laborales seguras y prevenir enfermedades ocupacionales, sino que también juega un papel clave en el aumento de la productividad y la innovación. La implementación de prácticas ergonómicas se posicionó como una inversión estratégica que beneficia tanto a los trabajadores como a las empresas, alineándose con los principios del desarrollo sostenible. Este estudio reforzó la importancia de integrar la ergonomía en la planificación industrial para crear entornos laborales más eficientes, seguros y sostenibles***

Palabras clave-- Ergonomía, productividad, condición ergonómica, optimización, industria

I. INTRODUCCIÓN

Los antiguos egipcios, griegos y romanos ya aplicaban principios ergonómicos rudimentarios en la construcción de herramientas, mobiliario y estructuras para facilitar el trabajo humano. Por ejemplo, los romanos diseñaron arneses y herramientas agrícolas ergonómicas para aumentar la eficiencia de sus trabajadores [1]. Por ello, la ergonomía se podría definir como una disciplina esencial dedicada al estudio y diseño de los lugares de trabajo, las tareas y las herramientas, teniendo como principal objetivo optimizar tanto la eficiencia como la seguridad de los trabajadores. Esta optimización no solo busca garantizar un entorno laboral más cómodo y adaptado a las necesidades físicas y psicológicas de las personas, sino también promover el bienestar general y la satisfacción en el desempeño de sus funciones.

Además, [2] señaló que un entorno de trabajo ergonómico puede mejorar la eficiencia y la productividad. Al diseñar herramientas, equipos y procesos de trabajo que sean más fáciles y cómodos de usar, se minimiza la fatiga y se optimiza el rendimiento de los trabajadores. Por ende, es muy importante en todo tipo de industrias, siendo el sector textil uno de los sectores más estudiadas para la mejora de la productividad y los tiempos en las empresas de fabricación, además porque reduce el ausentismo laboral y mejora la salud laboral en el tema de evitar los trastornos musculoesqueléticos [3].

Por otro lado, Al nivel mundial, muchos profesionales se ven afectados por los problemas ergonómicos, en ese sentido se tiene a los dentistas de Arabia Saudita que trabajan con malas posturas generando dolor musculoesquelético, reportando el porcentaje de profesionales con problemas ergonómicos tales como 70% en Jeddah, 90% en Riad [4]. Por otro lado, en el contexto peruano, se detalla que los accidentes más frecuentes son por golpes un 14.11%, por esfuerzos físicos un 12.59%, caídas un 11.64%, es decir se observa una falta de ergonomía en las empresas del país [5].

Por otro lado, [6] señala que el problema de investigación es una pregunta, dilema o situación que requiere un análisis profundo y una investigación sistemática para ser comprendido, resuelto o explorado en detalle. Por ende, se tiene como problema de investigación: ¿Cuáles son los puntos críticos que se encontraron en la aplicación de la ergonomía en el sector industrial? Por consiguiente, según [7] señala que un problema específico en una investigación se refiere a una cuestión o interrogante puntual que el investigador busca resolver dentro del contexto de su estudio. Es decir, como problema específico tenemos: ¿Cuáles son las herramientas relacionadas con la ergonomía en el sector industrial? Además, la justificación que se realizará en esta investigación es la de tipo académica, debido a que se explicará puntos clave en base a la ergonomía y su aplicación en las industrias, por ello, según [8] la justificación académica es una sección

fundamental dentro de un estudio o investigación, ya que en ella se expone de manera detallada la relevancia y la importancia del trabajo realizado. Esta parte del documento busca explicar por qué es necesario abordar el tema propuesto. Seguidamente, según [9] El objetivo general es la meta principal que se pretende alcanzar mediante el estudio. Por esta razón, se tiene como objetivo general analizar los puntos críticos que se encontraron en la aplicación de la ergonomía en el sector industria. Por otro lado, según [10] señala que los objetivos específicos son metas detalladas y concretas que se derivan del objetivo general y que sirven para descomponerlo en acciones más específicas y alcanzables. Es decir, se tiene como objetivo específico analizar las herramientas relacionadas con la ergonomía en el sector industrial. Este análisis nos permitirá no solo entender la importancia de la ergonomía en la mejora de las condiciones laborales, sino también identificar áreas de oportunidad para su implementación eficaz y la promoción del bienestar de los trabajadores.

II. METODOLOGÍA

Acorde con [11] la revisión de literatura es un proceso de recopilación y análisis de investigaciones previas sobre un tema específico con el objetivo de identificar tendencias, vacíos en el conocimiento. En ese sentido este capítulo desarrolla una revisión de la literatura actual sobre la ergonomía y su importancia en las industrias. Para llevar a cabo esta revisión de literatura, se tomaron en cuenta exclusivamente estudios científicos publicados en los últimos cinco años, lo garantizando la obtención de resultados fiables y con datos recientes. Por consiguiente, nos enfocamos en los años desde 2020 hasta 2024. Además, para llevar a cabo este estudio, se utilizaron dos fuentes de información confiables como Scopus y Web of Science.

Ademas, se han empleado las siguientes palabras clave: "Industry", "Productivity", "Optimization", todas en inglés y entre comillas para mejorar la precisión en la búsqueda de artículos científicos. La ergonomía fue considerada como el enfoque principal de nuestra revisión literaria, ya que se el artículo se centra en dar a conocer el rol que la variable cumple en las industrias. De esta primera búsqueda, se recopilaron un total de 1394 artículos científicos de las dos bases de datos utilizando las palabras clave indicadas, Además, se usó la metodología PRISMA con la finalidad de reducir información, aplicando filtros más precisos según nuestro criterio y seleccionar aquellos que estuvieran más relacionados e influyeran más en nuestro tema, con el objetivo de realizar un análisis de alta calidad.

En el primer paso de filtrado, se excluyeron referencias según su tipo de fuente, en este caso solo artículos lo que resultó en una reducción de 379 artículos. Por consiguiente, después de excluir las fuentes especificadas, quedaron 1015 artículos de revistas que son potencialmente muy relevantes según el tipo. Además, comenzamos a clasificar las referencias según sus títulos, lo que resultó en una reducción total de 893. Como resultado, se identificaron 122 revistas potencialmente relevantes según sus títulos. Después, eliminamos los artículos basándonos en sus resúmenes, lo que disminuyó su número en 71. Una vez completada esta reducción en las publicaciones revisadas, nos encontramos con un total de 51 artículos científicos potencialmente relevantes según la revisión de los resúmenes. Finalmente, se llevó a cabo la selección a base de la revisión completa de los textos de los artículos, lo que resultó en la exclusión de 41 publicaciones. Como resultado, quedaron un total de 20 artículos de revisión sistemática sobre la relevancia de la productividad en la industria del calzado, desarrollados en los últimos 5 años. Finalmente, Para el procesamiento de la información, se organizó los artículos seleccionados en un documento de Excel, segmentados por título, autor, año, objetivo, diseño, enfoque, factores relevantes, conclusiones, país y fuente.

III. RESULTADOS

En el presente capítulo se presenta el análisis de los 20 artículos seleccionados mediante las bases de datos de Scopus y Web of Science, destacando los resultados en función de los objetivos planteados en la introducción.

A. Ergonomía cognitiva y física en entornos laborales

La ergonomía, tanto en su dimensión cognitiva como física, desempeña un papel fundamental en la mejora de las condiciones de trabajo, ya que permite reducir el estrés mental, optimizar la postura y disminuir los riesgos de lesiones musculoesqueléticas. En un mundo laboral cada vez más digitalizado y automatizado, la integración de principios ergonómicos en el diseño de estaciones de trabajo y en la interacción con herramientas tecnológicas resulta esencial para garantizar la salud y eficiencia de los trabajadores.

[12] diseñaron un experimento para analizar la ergonomía cognitiva en los trabajadores que interactúan con computadoras. Conscientes de la creciente importancia de abordar los aspectos cognitivos del trabajo en la era digital, utilizaron la metodología de Diseño de Experimentos (DoE) para manipular variables clave y analizar datos complejos, con el fin de reducir el estrés mental en áreas específicas. La ergonomía cognitiva es clave en la prevención de la fatiga mental y la optimización de la carga de trabajo, asegurando que las tareas sean diseñadas de manera intuitiva y eficiente. De manera similar, [13] buscaron mejorar la comodidad de los trabajadores optimizando la ubicación del efector final del robot. Utilizando el algoritmo de optimización de enjambre de partículas (PSO) y el sistema de puntuación REBA, lograron reducir la carga ergonómica a un nivel óptimo. Estos avances destacan la importancia de la ergonomía en entornos automatizados, donde la interacción hombre-máquina debe ser

cuidadosamente diseñada para evitar riesgos físicos y mejorar el desempeño laboral.

Por otro lado, la ergonomía física es fundamental para minimizar los riesgos de lesiones musculoesqueléticas, que representan una de las principales causas de ausentismo y reducción de productividad en las industrias. [14] diseñaron un entorno ergonómico para reducir estos riesgos, empleando las herramientas OCRA y REBA, lo que permitió mejorar la postura y disminuir las cargas físicas en el personal de trabajo. Asimismo, [15] desarrollaron un sistema integral para la evaluación ergonómica en entornos industriales, utilizando el método RULA, lo que resultó en una mejora significativa de la salud de los trabajadores y la reducción de trastornos musculoesqueléticos en una industria automotriz.

En el sector textil, donde los trabajadores realizan movimientos repetitivos y adoptan posturas prolongadas, [16] presentaron un estudio centrado en mejorar la salud ocupacional mediante el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP) y la toma de decisiones multicriterio (MCDM). La implementación de estos métodos permitió reducir los riesgos ergonómicos relacionados con el sistema musculoesquelético, lo que demuestra que un enfoque basado en el análisis de datos y la optimización de procesos es clave para mitigar el impacto negativo de las condiciones laborales sobre la salud de los empleados.

B. Evaluación ergonómica, productividad Optimización de estaciones de trabajo y ambientes laborales

La ergonomía juega un papel fundamental en la mejora de la productividad y el bienestar de los trabajadores al optimizar las condiciones del entorno laboral. Un enfoque ergonómico adecuado no solo reduce los riesgos de lesiones musculoesqueléticas y fatiga laboral, sino que también contribuye a un desempeño más eficiente, fomentando la motivación y satisfacción del personal. Diferentes estudios han analizado la relación entre la ergonomía y la productividad, demostrando que la implementación de estrategias ergonómicas impacta significativamente en la optimización del tiempo y en la reducción del estrés físico y mental.

[17] realizaron un análisis profundo de las relaciones entre los distintos dominios ergonómicos en el entorno laboral, utilizando Modelado de Ecuaciones Estructurales (SEM) para evaluar la satisfacción laboral y la productividad. Estos hallazgos resaltan la importancia de un diseño ergonómico integral, donde factores físicos, cognitivos y organizacionales se combinan para mejorar el rendimiento y la eficiencia de los trabajadores. En un enfoque similar, [18] diseñaron un prototipo de carro elevador utilizando las herramientas QEC y REBA, lo que permitió mejorar la comodidad de los trabajadores, la productividad y la optimización del tiempo en una empresa del sector mobiliario. La reducción de la carga física mediante el rediseño ergonómico de herramientas y equipos es clave para minimizar la fatiga y mejorar la eficiencia operativa. Además, [19] incorporaron evaluaciones ergonómicas con DHM, RULA y REBA en una línea de ensamblaje industrial, logrando reducir los riesgos musculoesqueléticos y mejorar la productividad. Este tipo de estudios evidencia cómo la integración de herramientas de evaluación ergonómica contribuye a la prevención de lesiones ocupacionales y al incremento del rendimiento en procesos industriales.

Asimismo, [20] configuraron estaciones de trabajo de ensamblaje manual de manera ergonómica, utilizando herramientas como RULA, OCRA, las directrices de NIOSH y DHM. La implementación de estos criterios permitió optimizar tanto la productividad como el bienestar de los trabajadores, evitando posturas forzadas y reduciendo la fatiga muscular. De igual manera, [21] destacaron la importancia de desarrollar una comunidad de carrera temprana en ergonomía, empleando la herramienta de Análisis Ergonómico de Factores Humanos (HFE) para mejorar las condiciones educativas en este campo. La capacitación en ergonomía desde una etapa temprana contribuye a generar conciencia sobre la importancia del diseño adecuado de los espacios de trabajo y la adopción de mejores prácticas laborales. Por último, [22] evaluaron la influencia de la acumulación de jornadas laborales en la temperatura corporal de los trabajadores, utilizando termografía para establecer acciones preventivas en la industria procesadora de madera en regiones tropicales. Este estudio resalta la importancia de considerar factores ambientales en la evaluación ergonómica, ya que las condiciones térmicas pueden afectar la salud y el rendimiento de los trabajadores.

En conjunto, estos estudios demuestran que la ergonomía no solo mejora la salud ocupacional, sino que también impulsa la eficiencia y la productividad en distintos sectores industriales. La optimización de estaciones de trabajo y la implementación de metodologías ergonómicas adecuadas permiten crear ambientes laborales más seguros y sostenibles, promoviendo el bienestar físico y mental de los empleados.

C. Riesgos ergonómicos, reducción de trastornos musculoesqueléticos y bienestar de los trabajadores

La ergonomía desempeña un papel fundamental en la prevención de lesiones laborales y la optimización del rendimiento en diferentes sectores industriales. Su aplicación no solo reduce la incidencia de trastornos musculoesqueléticos, sino que también mejora la productividad y la calidad de vida de los trabajadores. La evaluación ergonómica permite identificar factores de riesgo y desarrollar estrategias para minimizar sus efectos adversos, lo que resulta en entornos de trabajo más seguros y eficientes.

[23] evaluaron los factores de riesgo ergonómico en sectores de corte y ensamblaje de la industria textil, utilizando el método REBA para reducir trastornos musculoesqueléticos y aumentar la productividad. La implementación de este tipo de análisis es clave para diseñar estaciones de trabajo adaptadas a las capacidades físicas de los empleados, disminuyendo el esfuerzo repetitivo y el riesgo de lesiones crónicas. En un enfoque similar, [24] propusieron un modelo de optimización tecnoergonómica bioobjetiva para Fabricación Reconfigurable (RMS), utilizando AHP y OCRA para identificar y minimizar los movimientos repetitivos, lo que no solo mejoró las condiciones ergonómicas, sino que también impactó positivamente en la eficiencia del proceso productivo. Este tipo de estrategias refuerza la importancia de la ergonomía en la innovación y la sostenibilidad dentro de las industrias. Por otro lado, [25] identificaron los riesgos ergonómicos asociados con Lean Manufacturing, destacando la necesidad de integrar la ergonomía mediante ErgoVSM para optimizar la productividad y generar entornos laborales más seguros. La combinación de metodologías de mejora continua con principios ergonómicos contribuye a la reducción del ausentismo laboral y a la retención de talento dentro de las empresas.

Además de abordar los riesgos físicos, la ergonomía también influye en la salud postural y el bienestar emocional de los trabajadores. [26] evaluaron y optimizaron automáticamente la postura de los trabajadores utilizando el método REBA, lo que permitió reducir la incidencia de trastornos musculoesqueléticos y mejorar la calidad de vida de los empleados. La corrección de posturas inadecuadas disminuye la fatiga y el estrés físico, mejorando el desempeño laboral y el bienestar general. Asimismo, [27] analizaron las condiciones ergonómicas de las operaciones laborales mediante el método de trabajo estándar MWE, lo que permitió reducir significativamente el ruido y el estrés en el ambiente de trabajo. La exposición prolongada a factores ergonómicos deficientes no solo afecta el rendimiento de los empleados, sino que también impacta su salud mental y emocional, lo que refuerza la necesidad de implementar estrategias ergonómicas de forma integral. Finalmente, [28] presentaron la conversión ergonómica de una estación de trabajo manual para el montaje de mazos de cables, utilizando OCRA y RULA para mejorar la ergonomía física de los trabajadores y la productividad. Este tipo de intervenciones demuestra que la ergonomía no solo es una herramienta de prevención, sino también una estrategia clave para el desarrollo sostenible y el éxito organizacional.

D. Intervenciones ergonómicas y su impacto en los sectores industriales

La ergonomía desempeña un papel crucial en la mejora de las condiciones laborales y en el aumento de la productividad en diversas industrias. Las intervenciones ergonómicas no solo contribuyen a la reducción de lesiones musculoesqueléticas y fatiga laboral, sino que también optimizan los procesos de trabajo, promoviendo un entorno más eficiente y saludable para los trabajadores.

[29] implementaron intervenciones ergonómicas en la industria siderúrgica utilizando Digital Human Modeling (DHM) y el método RULA, logrando mitigar la fatiga laboral y reduciendo significativamente los riesgos de trastornos musculoesqueléticos. Estas acciones no solo mejoraron la salud de los trabajadores, sino que también impactaron positivamente en la eficiencia operativa y la calidad del trabajo. Por otro lado, [30] diseñaron un sistema de evaluación ergonómica para pequeñas y medianas empresas (PYMES) del sector alimentario en Indonesia, aplicando Kansei Engineering (KESAN). Gracias a esta metodología, se lograron adaptar los espacios de trabajo a las necesidades físicas y psicológicas de los empleados, lo que incrementó la satisfacción laboral y redujo el ausentismo debido a problemas de salud relacionados con posturas inadecuadas y esfuerzo repetitivo. Finalmente, [31] llevaron a cabo un ensayo clínico ergonómico en oficinas australianas, aplicando el método REBA para evaluar y corregir posturas inadecuadas que generaban molestias en el cuello y la espalda. La intervención permitió reducir significativamente el dolor muscular en los trabajadores de oficina y, al mismo tiempo, mejorar su rendimiento y concentración en las tareas diarias.

Estos estudios refuerzan la importancia de la ergonomía como un factor clave en la prevención de lesiones y en la optimización de la productividad laboral. La implementación de estrategias ergonómicas adecuadas no solo beneficia a los trabajadores en términos de bienestar y calidad de vida, sino que también representa una ventaja competitiva para las empresas, al reducir costos asociados a bajas médicas, mejorar la retención del talento y potenciar la eficiencia operativa en distintos sectores industriales. Por otro lado, finalmente se detalla la importancia del bienestar ergonómico en el lugar de trabajo, y se presentan tablas que visualizan los impactos generados según el sector u objeto social de las organizaciones que se evaluaron en de cada artículo seleccionado.

IV. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos, se concluyó que la aplicación de la ergonomía en el sector industrial enfrenta diversos puntos críticos, entre los que destacan la fatiga laboral, la sobrecarga de trabajo, los trastornos musculoesqueléticos, los movimientos repetitivos, el estrés laboral y mental, los altos niveles de ruido, las condiciones ergonómicas inadecuadas y la baja productividad. Estos desafíos requieren estrategias precisas y efectivas para ser abordados, con el fin de mantener la competitividad de las empresas en el mercado.

Asimismo, se identificó que una implementación adecuada de la ergonomía no solo reduce los riesgos laborales, sino que también mejora el bienestar de los trabajadores,

optimizando su desempeño y productividad. Al centrarse en la adaptación del trabajo a las capacidades humanas, la ergonomía contribuye a la sostenibilidad empresarial al disminuir el ausentismo, la rotación de personal y los costos asociados a accidentes o enfermedades ocupacionales.

Por otro lado, se concluyó que las herramientas ergonómicas más utilizadas en el sector industrial fueron REBA (35%) y RULA (25%), lo que evidencia su relevancia en la evaluación de posturas y movimientos en entornos laborales. La estandarización de estas metodologías permite implementar intervenciones basadas en evidencia, mejorando las condiciones de trabajo y reforzando el papel de la ergonomía como un pilar esencial en la gestión industrial moderna.

Finalmente, el presente estudio resalta que la ergonomía se posiciona como una disciplina clave para garantizar entornos laborales más seguros, eficientes y sostenibles, siempre que se aborden sus desafíos con un enfoque integral y estratégico.

REFERENCES

[1] G. Poiza y J. San Martín, "Le programme de recherche « cours d'action : repères historiques et conceptuels," *Journals*, vol. 17, no. 2, pp. 1-8, Oct. 15, 2020.

[2] M. Avadanei et al., "Prevention of the consequences of specific stress for activities in the clothing industry," *Technical University of Cluj-Napoca*, vol. 65, no. 3, pp. 555-564, Nov. 2022.

[3] D. Aquino, E. Rodríguez, y J. Quiroz, "Ergonomic redesign model to reduce musculoskeletal disorders in a cluster of SMEs in the clothing accessories sector," *Repositorio Institutional U Lima*, pp. 1-6, Apr. 18, 2024.

[4] M. Merin, D. Radhika, y R. Jothish, "A quantitative study on the impact of educational modules on the awareness of postural ergonomics among the dental clinical trainees of Jouf University: A North Saudi Arabian Cohort," *Science Direct*, vol. 10, no. 1, pp. 1-8, Ene. 15, 2024.

[5] J. Valencia et al., "Ergonomía una propiedad en la salud ocupacional," *Dialnet*, vol. 7, no. 9, pp. 2270-2281, Sep. 24, 2022.

[6] K. Guaman, E. Hernandez, y S. Lloay, "El proyecto de investigación: la metodología de la investigación científica o jurídica," *Conrado*, vol. 17, no. 81, pp. 163-168, Jul. 5, 2021.

[7] A. Matsuo et al., "Enhancing VQE convergence for optimization problems with problem-specific parameterized quantum circuits," *Arxiv.org*, vol. 106, no. 11, pp. 1772-1782, Nov. 11, 2023.

[8] H. Fernandez, "Tipos de justificación en la investigación científica," *Espíritu Emprendedor TES*, vol. 4, no. 3, pp. 66-6, Jul. 17, 2020.

[9] T. Bando, T. Sei, y K. Yata, "Consistency of the objective general index in high-dimensional settings," *Journal of Multivariate Analysis*, vol. 189, pp. 1-13, May 1, 2022.

[10] M. Paredes, *Relación entre objetivos e instrumentos*, 1.ª ed. Alemania: GRIN Verlag, 2022.

[11] H. Reyes, "Artículos de revisión," *Scielo*, vol. 148, no. 1, pp. 4-5, Ene. 2020.

[12] A. Dörner et al., "Making Cognitive Ergonomics in the Human–Computer Interaction of Manufacturing Execution Systems Assessable: Experimental and Validation Approaches to Closing Research Gaps," *Machines*, vol. 12, no. 3, pp. 1-16, Mar. 16, 2024.

[13] O. Mohsen et al., "Improving postural ergonomics during human-robot collaboration using particle swarm optimization: a study in virtual environment," *MDPI*, vol. 13, no. 9, pp. 1-12, Abr. 26, 2023.

[14] M. Francois et al., "Does participatory design lead to safer human-machine interaction? Efficiency and distraction with truck dashboards designed by drivers," *Safety Science*, vol. 174, pp. 1-11, Jun. 2024.

[15] J. González et al., "Development of an end-to-end hardware and software pipeline for affordable and feasible ergonomics assessment in the automotive industry," *Safety Science*, vol. 173, pp. 1-13, Jun. 29, 2024.

[16] G. Aksut y T. Eren, "Evaluation of ergonomic criteria with an AHP-based approach in the textile industry and ordering alternatives," *Industria Textila*, vol. 74, no. 4, pp. 453-463, Ago. 2023.

[17] J. Gumasing, E. Rendon, y J. German, "Sustainable ergonomic workplace: fostering job satisfaction and productivity among business process outsourcing (BPO) workers," *Sustainability*, vol. 15, no. 18, pp. 1-28, Sep. 9, 2023.

[18] N. M. Hawari, R. Sulaiman, y C. M. Rosalam, "Conceptual design, fabrication and validation on prototype of industrial ergonomic trolley-lifter for wood furniture industry," *Alam Cipta*, vol. 12, no. 2, pp. 71-78, Dic. 2023.

[19] A. Nourmohammadi et al., "Multi-objective optimization of mixed-model assembly lines incorporating musculoskeletal risks assessment using digital human modeling," *Science Direct*, vol. 47, no. 1, pp. 71-85, Sep. 21, 2023.

[20] M. Turk et al., "Multi-criterial algorithm for the efficient and ergonomic manual assembly process," *MDPI*, vol. 19, no. 6, pp. 1-17, Mar. 16, 2022.

[21] S. M. Qureshi, J. Davy, y K. Buckley, "The barriers and opportunities to support the early career academics and professionals in human factors/ergonomics - revisiting reflections from IEA2015, IEA2018 IEA202," *Ouci*, vol. 73, no. 1, pp. 567-580, Ago. 17, 2022.

[22] D. Soranso et al., "Thermography in ergonomic assessment: a study of wood processing industry workers," *Peerj*, vol. 10, no. 1, pp. 1-14, Sep. 20, 2022.

[23] A. Ahmad et al., "Investigation of ergonomic working conditions of sewing and cutting machine operators of clothing industry," *Industria Textila*, vol. 72, no. 3, pp. 309-314, Jun. 2021.

[24] M. Bortolini et al., "Bi-objective design and management of reconfigurable manufacturing systems to optimize technical and ergonomic performances," *Ciencias Aplicadas*, vol. 11, no. 1, pp. 1-13, Dic. 29, 2020.

[25] D. Dominguez et al., "ErgoVSM: A new tool that integrates ergonomics and productivity," *Journal of Industrial Engineering and Management*, vol. 14, no. 3, pp. 552-569, May 2021.

[26] A. Merikh-Nejadasl et al., "A generic algorithm for computing optimal ergonomic postures during working in an industrial environment," *Industrial Ergonomics*, vol. 84, pp. 1-6, May 7, 2021.

[27] M. Zurita, S. Castro, y S. Borz, "Processing small-sized trees at landing by a double-grip machine: A case study on productivity, cardiovascular workload and exposure to noise," *MDPI*, vol. 12, no. 2, pp. 1-17, Feb. 12, 2021.

[28] L. Gualtieri et al., "Design of Human-centered collaborative assembly workstations for the improvement of operators' physical ergonomics and production efficiency: a case study," *Sustainability*, vol. 12, no. 9, pp. 1-23, Abr. 29, 2020.

[29] A. Mohammed et al., "Ergonomic analysis of a working posture in steel industry in Egypt using digital human modeling," *Bronze Open Access*, vol. 2, no. 12, pp. 1-8, Nov. 26, 2020.

[30] M. Ushada et al., "An optimization model for environmental ergonomics assessment in bioproduction of food SMEs," *Journal*, vol. 27, no. 4, pp. 296-305, Jul. 20, 2020.

[31] A. Welch et al., "Process evaluation of a workplace-based health promotion and exercise cluster-randomised trial to increase productivity and reduce neck pain in office workers: a RE-AIM approach," *Public Health*, vol. 20, no. 180, pp. 1-15, Feb. 4, 2020.