

# AVANCES TECNOLÓGICOS EN ERGONOMÍA Y SALUD OCUPACIONAL

*Data de submissão: 22/08/2024*

*Data de aceite: 01/10/2024*

### **Franyelit Suárez-Carreño**

Universidad de las Américas; Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas; Carrera de Ingeniería Industrial; Quito, Ecuador  
<http://orcid.org/0000-0002-8763-5513>

### **Magally Coromoto-Escalante**

UNEXPO-Puerto Ordaz; Doctorado en Ciencias de la Ingeniería; Universidad Nacional del Callao; Lima, Perú  
<https://orcid.org/0000-0001-9794-7900>

### **Ricardo Bravo-Pérez**

Universidad Politécnica de Puerto Rico  
Departamento de Ingeniería Biomédica  
San Juan, Puerto Rico  
<http://orcid.org/0000-0002-8554-3797>

### **Wilfredo Fariñas Coronado**

Universidad Politécnica de Puerto Rico  
Departamento de Ingeniería Biomédica  
San Juan, Puerto Rico  
<https://orcid.org/0000-0003-2095-5755>

**RESUMEN:** La ergonomía y la salud ocupacional siguen siendo un tema de interés en empresas y organizaciones donde el bienestar de los trabajadores debe ser la prioridad, para asegurar la producción y un ambiente agradable entre quienes conforman la institución. En este sentido, en este trabajo, se ha desarrollado

una búsqueda documental para conocer los avances que han ocurrido en los últimos años en cuanto a desarrollos tecnológicos y sociales, relacionados con la ergonomía y la salud en el trabajo. Se analizan las principales bases de datos científicas con el fin de clasificar los aportes que han surgido por diferentes autores y países.

**PALABRAS-CLAVE:** salud laboral, bienestar ocupacional

## INTRODUCCIÓN

La ergonomía y la salud ocupacional han experimentado un desarrollo significativo en los últimos años, con un enfoque creciente en la creación de ambientes de trabajo que no solo aumenten la productividad, sino que también promuevan el bienestar físico y mental de los empleados (Fajardo-Bautista, Estupiñan-Rosas, Moreno-Bautista, Vega-Contreras, Pardo-Pardo, Pérez-Pinto & Polania-Robayo, 2024). Estos dos campos están íntimamente relacionados, ya que la ergonomía se centra en adaptar el entorno de trabajo a las capacidades y limitaciones del trabajador, mientras que la salud ocupacional se preocupa por prevenir lesiones y enfermedades laborales.

## Avances Recientes en Ergonomía

En 2023, uno de los desarrollos más destacados ha sido la aplicación de tecnologías emergentes en la ergonomía para identificar y mitigar riesgos laborales. Por ejemplo, el uso de inteligencia artificial y machine learning ha permitido predecir con mayor precisión los incidentes laborales y mejorar los protocolos de seguridad en diversas industrias (Luis Möckel, Hamzeh Mohammadi and Somayeh Farhang Dehghan, 2023). Además, la integración de tecnologías como el seguimiento ocular y los chatbots en la formación de seguridad ha mejorado significativamente la conciencia sobre los riesgos ergonómicos en lugares de trabajo específicos, como la construcción (Fan, Liu, Jin, Gan, Wang, Wang and Lin, 2022).

El aumento del trabajo híbrido y remoto debido a la pandemia de COVID-19 también ha traído consigo nuevos desafíos ergonómicos. Muchas personas han tenido que improvisar estaciones de trabajo en sus hogares, lo que ha incrementado los problemas relacionados con la postura, como el “text neck” y la inflamación de muñecas y antebrazos por el uso prolongado de teclados de portátiles (Brown, 2022). Estos problemas destacan la importancia de educar a los trabajadores sobre cómo optimizar sus estaciones de trabajo en casa, utilizando recursos sencillos como elevar la pantalla de la computadora o utilizar soportes para los pies.

## Salud Ocupacional y Gestión de Riesgos Ergonómicos

La salud ocupacional y la ergonomía se han enfocado en gestionar riesgos de manera integral, considerando factores físicos, psicológicos y organizacionales que pueden afectar la salud de los empleados. La implementación de modelos de gestión de riesgos ergonómicos, como los basados en la norma ISO 31000:2018, ha sido clave para reducir la incidencia de trastornos musculoesqueléticos y otras enfermedades relacionadas con el trabajo (Pérez, Delgado, González & González, 2024). Estos modelos no solo evalúan la carga física, sino también la adecuación del entorno laboral y las características individuales de los empleados, lo que permite una aproximación más personalizada y efectiva para la prevención de riesgos (Lino, Sepa, Benavides & Saavedra, 2024).

La ergonomía y la salud ocupacional continúan evolucionando para abordar los desafíos contemporáneos del trabajo moderno, integrando tecnologías avanzadas y enfoques holísticos para mejorar la seguridad y el bienestar en el lugar de trabajo. Este enfoque proactivo y preventivo es crucial para mitigar los riesgos asociados con el trabajo en un mundo cada vez más digital y remoto.

## **AVANCES TECNOLÓGICOS EN ERGONOMÍA Y SALUD OCUPACIONAL**

En los últimos cinco años, la ergonomía y la salud ocupacional han experimentado significativos avances tecnológicos, impulsando mejoras en la seguridad, eficiencia y bienestar de los trabajadores. Algunos de los desarrollos más destacados en estas áreas son:

### **Inteligencia Artificial y Machine Learning en la predicción de riesgos laborales**

La integración de inteligencia artificial (IA) y machine learning en la ergonomía ha permitido el desarrollo de sistemas avanzados para predecir y prevenir riesgos laborales (Grossi, 2023; Briseño Sánchez, 2023). Estas tecnologías analizan grandes volúmenes de datos, como reportes de accidentes y comportamientos de los trabajadores, para identificar patrones que podrían llevar a incidentes futuros. De esta manera, es posible implementar medidas preventivas más efectivas, reduciendo significativamente el riesgo de accidentes y enfermedades laborales (Meneses, 2023).

### **Tecnologías de seguimiento ocular para evaluar la fatiga y posturas inadecuadas**

El seguimiento ocular es una tecnología emergente que se ha utilizado en la ergonomía para evaluar la fatiga visual y postural en entornos de trabajo, especialmente en sectores como la construcción y la manufactura (Puentes-Lagos, Mojica & Arango-Vásquez, 2017). Esta tecnología permite monitorear el movimiento de los ojos de los trabajadores y detectar signos de fatiga o posturas incorrectas que podrían provocar lesiones musculoesqueléticas. Los datos obtenidos ayudan a diseñar intervenciones personalizadas para mejorar la ergonomía en el lugar de trabajo (Casals Gelpí, Iturbe Etxabe, Minguella Canela & Muñoz Morgado, 2023).

### **Uso de chatbots y plataformas digitales para la formación en seguridad**

Los chatbots y plataformas digitales han revolucionado la formación en seguridad y ergonomía, especialmente en sectores donde la capacitación presencial es difícil de implementar. Estos sistemas interactivos ofrecen a los trabajadores acceso continuo a información sobre prácticas seguras, y pueden adaptarse a las necesidades individuales del trabajador, aumentando la efectividad del entrenamiento. Además, estas plataformas han sido fundamentales durante la pandemia de COVID-19, facilitando la transición a capacitaciones remotas sin comprometer la calidad de la formación (Albuquerque, 2024).

## **Mejora en la configuración de espacios de trabajo híbridos y remotos**

El auge del trabajo remoto y las configuraciones híbridas ha impulsado la necesidad de adaptar las prácticas ergonómicas a entornos domésticos. Se han desarrollado guías y recursos ergonómicos específicos para ayudar a los trabajadores a optimizar sus estaciones de trabajo en casa, considerando factores como la altura de las pantallas, el soporte lumbar y la disposición del teclado y el ratón. Estas adaptaciones son cruciales para prevenir lesiones comunes en el trabajo remoto, como el “text neck” y las tendinitis (Wolf, Niggemann, Schaefer, Tollens, Rittmann, Martins Dos Santos & Tews, 2023).

## **Evaluación y gestión de riesgos ergonómicos en tiempo real**

Los avances en sensores y dispositivos portátiles han permitido la evaluación en tiempo real de los riesgos ergonómicos en el lugar de trabajo. Estos dispositivos, que pueden ser usados por los trabajadores, monitorean constantemente su postura, la fuerza aplicada y los movimientos repetitivos, alertándolos inmediatamente sobre cualquier comportamiento que pueda representar un riesgo de lesión. Esta capacidad de monitoreo en tiempo real es especialmente útil en trabajos físicamente exigentes, permitiendo ajustes inmediatos que pueden prevenir lesiones a largo plazo (Tamayo, Rodríguez & Rodríguez, 2020).

## **Implementación de estándares internacionales para la gestión de riesgos**

La adopción y adaptación de estándares internacionales, como el ISO 31000:2018 para la gestión de riesgos, ha mejorado la efectividad de los sistemas de gestión de salud ocupacional. Estos estándares proporcionan un marco estructurado para identificar, evaluar y mitigar los riesgos ergonómicos, promoviendo un enfoque más integral y preventivo en la gestión de la salud y seguridad en el trabajo (Herrera Segura & Nuñez Sullcaray, 2023).

Estos avances tecnológicos han transformado la manera en que se aborda la ergonomía y la salud ocupacional, haciendo que los lugares de trabajo sean más seguros y saludables para los empleados, y al mismo tiempo, mejorando la eficiencia operativa de las empresas.

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Autores como Pereira, Alves, Arezes (2023), aportan un avance significativo en el desarrollo de la ergonomía en el contexto de la Industria 4.0 y 5.0, a través de la implementación de la Realidad Aumentada (AR) para mejorar las condiciones de trabajo de los operarios. Los autores desarrollan la metodología RAES-Log (Evaluación de Riesgos para la Ergonomía y la Seguridad en Logística), que tiene como objetivo analizar y definir los requisitos para la implementación de AR, con el fin de mitigar los riesgos existentes y mejorar las condiciones ergonómicas. Esta metodología adopta un enfoque centrado en el ser humano, alineado con el pensamiento Lean y la visión de la Industria 5.0, buscando reducir el esfuerzo humano en la realización de tareas. Además, exploran el potencial de crear espacios de trabajo más eficientes y libres de desperdicios, así como la posibilidad de mejorar las capacidades y sentidos de los trabajadores mediante la Aumentación Humana (HA). El uso de la realidad aumentada ofrece expectativas de una menor prevalencia de trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo, reducción de días perdidos por lesiones, menor gravedad de estas, y un aumento en la eficiencia del proceso, motivación, bienestar y participación de los operarios en procesos de mejora continua.

Por otro lado, Botti y Melloni (2024), realizaron una evaluación exhaustiva de los exoesqueletos ocupacionales y sus efectos sobre los trabajadores, con un enfoque en la salud, la seguridad, el rendimiento y las percepciones subjetivas de los usuarios. El estudio revela que los exoesqueletos pueden tener tanto efectos positivos como negativos en los trabajadores, destacando la importancia de considerar las necesidades y preferencias individuales al seleccionar e implementar estos dispositivos en el lugar de trabajo. Además, los autores ofrecen recomendaciones prácticas para empleadores y profesionales, enfocadas en asegurar un uso efectivo y seguro de los exoesqueletos, consideran también la evaluación de los requisitos laborales, la selección y ajuste de los dispositivos, la optimización del diseño y la ergonomía, y la evaluación del rendimiento.

Otras investigaciones (Paramasivam, Mani, Paneerselvam, 2024) plantean un marco de detección de trastornos musculoesqueléticos (MSD) en el sector de la construcción, basado en técnicas de machine learning (ML) específicas para el género. Este enfoque innovador permite identificar de manera precisa los MSDs que afectan a los trabajadores de la construcción, diferenciando entre hombres y mujeres, lo cual es esencial para mejorar la seguridad y la salud laboral en un entorno tan exigente como el de la construcción. El estudio subraya la importancia de factores como las largas horas de trabajo y las posturas incómodas, identificadas como contribuyentes significativos a los problemas musculoesqueléticos en las trabajadoras del sector. Al aplicar machine learning, este trabajo no solo contribuye al avance de la ergonomía mediante el uso de tecnologías emergentes, sino que también destaca la necesidad de enfoques personalizados que consideren las diferencias de género para prevenir lesiones y mejorar las condiciones laborales en la industria de la construcción.

Otros autores también resaltan el uso de la inteligencia artificial para mejorar la evaluación de posturas seguras e inseguras durante actividades de levantamiento de cargas (Prisco, Romano, Esposito, Cesarelli, Santone, Donisi, Amato, 2024). Además, destacan las bondades de utilizar algoritmos de machine learning (ML) alimentados con características extraídas de señales inerciales (aceleración lineal y velocidad angular) para discriminar automáticamente entre posturas seguras e inseguras en tareas de levantamiento de peso. Los autores también lograron confirmar que, con el algoritmo de regresión logística, se logra una precisión de hasta un 96% y un área bajo la curva ROC de hasta un 99%, superando a otros modelos en la clasificación binaria de posturas seguras e inseguras.

## AVANCES CIENTÍFICOS

En la tabla 1 se presenta el creciente interés y aplicación de tecnologías emergentes en el campo de la ergonomía y la salud ocupacional. En particular, los estudios recientes se enfocan en la implementación de inteligencia artificial (IA), realidad aumentada (RA) y realidad virtual (RV) como herramientas clave para la mejora de prácticas ergonómicas en diversas industrias, desde la manufactura hasta el trabajo remoto. La tendencia hacia la personalización y adaptación en tiempo real de estaciones de trabajo, impulsada por la IA, destaca cómo la tecnología no solo facilita la detección de riesgos ergonómicos, sino que también ofrece soluciones proactivas y ajustables, como se observa en las investigaciones de Möckel et al. (2023) y Somaraju et al. (2024). Esto sugiere un cambio hacia un enfoque más preventivo y centrado en el bienestar del empleado en la Industria 5.0, donde la tecnología juega un papel fundamental en la creación de entornos laborales más seguros y saludables.

Además, la tabla subraya la importancia de la ergonomía cognitiva y su aplicación en entornos virtuales de aprendizaje, un tema emergente que se ve reflejado en el trabajo de Meneses (2023). Esta área de estudio es crucial en un contexto donde la digitalización del aprendizaje se acelera, planteando la necesidad de diseñar contenidos que no solo sean interactivos, sino también ergonómicamente eficientes para mejorar la experiencia educativa. A su vez, el estudio de Kuru (2023) sobre el bienestar en la Industria 5.0 resalta la conexión entre la ergonomía y el bienestar integral de los empleados, indicando que las prácticas ergonómicas deben ir más allá de la prevención de lesiones físicas, abordando también factores psicológicos y cognitivos para crear entornos de trabajo más inclusivos y sostenibles. Estos estudios en conjunto reflejan una evolución en el campo de la ergonomía, integrando avances tecnológicos y consideraciones holísticas para enfrentar los desafíos del trabajo moderno.

Temática del Artículo	Aporte	Año	País
The use of emerging technologies in occupational health and safety (Möckel, Mohammadi and Farhang, 2023)	Implementación de IA y machine learning para la predicción y prevención de riesgos laborales.	2023	Alemania
Ergonomic risk factors and work-related musculoskeletal disorders in clinical physiotherapy (Fan, Liu, Jin, Gan, Wang, Wang and Lin, 2022)	Evaluación de factores de riesgo ergonómicos en fisioterapia clínica y su relación con trastornos musculoesqueléticos.	2022	China
2023 Top Ergonomic Trends: Office and Hybrid Workers (Brown, 2022)	Adaptación de prácticas ergonómicas a entornos de trabajo híbridos y remotos, con recomendaciones para la configuración adecuada de estaciones de trabajo en el hogar.	2022	Estados Unidos
Sistema electrónico para la detección de posición angular y ergonomía de ciclistas empleando visión artificial (Briseño, 2023)	Desarrollo de un sistema electrónico basado en visión artificial para mejorar la ergonomía en ciclistas, detectando y corrigiendo la posición angular.	2023	México
Ergonomía cognitiva o de cómo pensar contenidos para la interacción y la mediación en ambientes virtuales de aprendizaje (Meneses, 2023)	Propuestas de diseño de contenidos interactivos en entornos virtuales considerando la ergonomía cognitiva para mejorar la experiencia de aprendizaje.	2023	España
Understanding employee wellness in industry 5.0: A systematic review (Kuru, 2023)	Revisión sistemática sobre el bienestar de los empleados en la Industria 5.0, con énfasis en la ergonomía y la tecnología emergente.	2023	Turquía
Considerations Regarding the Application of the Occupational Injury and Illness Risk Assessment Method at Workplaces/Workstations, in Relation to the ISO 45001 Standard (Bejinariu, Darabont, Burduhos-Nergis, Cazac & Chiriac-Moruzzi, 2023)	Uso de la norma ISO 45001 para mejorar la gestión de riesgos ergonómicos en la industria manufacturera, reduciendo lesiones laborales.	2020	Rumania
The use of augmented reality and virtual reality in ergonomic applications for education, aviation, and maintenance (Brown, Hicks, Rinaudo & Burch, 2023)	Aplicación de realidad aumentada y virtual en ergonomía para mejorar la educación, aviación y mantenimiento, optimizando la formación y seguridad en estas áreas.	2023	Estados Unidos
Artificial Intelligence and Mobile Computing: Role of AI in Ergonomics. In International Conference on Human-Computer Interaction (Somaraju, Kulkarni, Duffy & Kanade, 2024)	Creación de herramientas impulsadas por IA para la evaluación ergonómica en oficinas, permitiendo ajustes personalizados en tiempo real basados en el comportamiento y las posturas de los empleados.	2024	India

Tabla 1. Algunos avances científicos en relación con la seguridad y salud en el trabajo en los últimos años.

Estos avances reflejan cómo la tecnología está revolucionando la ergonomía y la salud ocupacional, haciendo que los lugares de trabajo sean más seguros y eficientes para los empleados de todo el mundo.

## DISEÑO DE EQUIPOS

En los últimos años, se han diseñado varios equipos innovadores para mejorar la ergonomía en el trabajo de oficina, respondiendo a la creciente necesidad de adaptar el entorno laboral a las exigencias del trabajo moderno y la salud de los empleados. Entre los avances más destacados se encuentran los escritorios ajustables en altura, especialmente los motorizados, que permiten a los trabajadores alternar entre posiciones de sentado y de pie, lo que ayuda a reducir la tensión en la espalda, mejora la circulación y disminuye el riesgo de problemas musculoesqueléticos.

Otro avance significativo es el ratón vertical ergonómico, diseñado para colocar la mano en una posición neutral, reduciendo la tensión en los músculos, tendones y nervios de la mano y la muñeca, y previniendo lesiones por movimientos repetitivos, como el síndrome del túnel carpiano. Las sillas de oficina con soporte lumbar adaptativo también han ganado popularidad, ya que se ajustan automáticamente a la curvatura de la columna del usuario, proporcionando un soporte personalizado que ayuda a mantener una postura correcta durante largas horas de trabajo.

Además, los teclados ergonómicos divididos, como el Microsoft Sculpt Ergonomic, están diseñados para posicionar las manos en una postura más natural, reduciendo la tensión en las muñecas y los hombros, lo cual es especialmente útil para quienes pasan muchas horas escribiendo. Los soportes ajustables para portátiles permiten elevar la pantalla del ordenador a la altura de los ojos, ayudando a mantener una postura ergonómica adecuada y reduciendo la tensión en el cuello y los hombros.

En cuanto a los muebles de oficina, los módulos de mobiliario flexibles permiten reconfigurar fácilmente el espacio de trabajo para crear zonas colaborativas o privadas según las necesidades, fomentando un entorno de trabajo más dinámico y adaptable. También se han popularizado los gimnasios de oficina, que son equipos compactos de ejercicio diseñados para su uso en el entorno de trabajo, permitiendo a los empleados realizar actividad física ligera sin salir de la oficina, lo que contribuye a reducir la fatiga y el estrés.

Las sillas de juego ergonómicas, originalmente diseñadas para gamers, han sido adoptadas por trabajadores remotos debido a su robusto soporte lumbar, diversas opciones de ajuste y comodidad superior durante largas sesiones de trabajo. Los kits de convertidor de sentado a pie permiten convertir cualquier escritorio estándar en un escritorio de pie ajustable, proporcionando flexibilidad sin necesidad de reemplazar el mobiliario existente. Finalmente, los sistemas de soporte para múltiples monitores permiten ajustar la altura, el ángulo y la distancia de varias pantallas, mejorando la postura visual y reduciendo el esfuerzo ocular y la tensión en el cuello. Estos avances subrayan un enfoque creciente en la creación de entornos de trabajo más saludables y adaptativos, mejorando no solo la comodidad física, sino también la productividad y el bienestar general de los empleados.



## CRITERIOS POR CONSIDERAR PARA EL DISEÑO ERGONÓMICO

En esta sección se muestran los principales criterios que se deben considerar para un apropiado diseño ergonómico, que ofrezca una promoción de la salud (Figura 1), seguridad y bienestar en el usuario en su entorno de trabajo y en su vida diaria.

1. **Diseño centrado en el usuario:** Este elemento se enfoca en diseñar productos y entornos que se adapten a las necesidades, habilidades y limitaciones del usuario. La ergonomía busca crear soluciones que mejoren la comodidad y la eficiencia al tener en cuenta las características individuales de los usuarios.
2. **Antropometría (medidas corporales):** La antropometría se refiere al estudio de las dimensiones y proporciones del cuerpo humano. En el diseño ergonómico, se utilizan estos datos para asegurar que los productos y espacios sean adecuados para diferentes tipos de cuerpos, permitiendo un uso seguro y cómodo.
3. **Biomecánica (movimiento y fuerza):** La biomecánica estudia cómo se mueve el cuerpo y cómo se aplican fuerzas durante estas acciones. En ergonomía, este conocimiento se aplica para diseñar productos que reduzcan el esfuerzo físico y minimicen el riesgo de lesiones, mejorando la eficiencia del movimiento.
4. **Soporte postural:** El soporte postural se refiere al diseño de muebles y equipos que promueven una buena postura, reduciendo la tensión en el cuerpo. Esto es crucial para prevenir problemas como el dolor de espalda y otras afecciones musculoesqueléticas.
5. **Reducción de movimientos repetitivos:** Este elemento busca minimizar las acciones repetitivas que pueden llevar a lesiones por esfuerzo repetitivo, como el síndrome del túnel carpiano. La ergonomía propone soluciones que distribuyen la carga de trabajo y evitan la repetición excesiva.
6. **Factores ambientales (iluminación, ruido, temperatura):** Considera cómo las condiciones ambientales afectan el bienestar y el rendimiento del usuario. Una iluminación adecuada, niveles de ruido controlados y una temperatura confortable son esenciales para crear un entorno de trabajo saludable.
7. **Diseño de la interfaz (controles fáciles de usar):** Este aspecto se refiere a la creación de interfaces que sean intuitivas y accesibles, facilitando la interacción del usuario con máquinas y sistemas, y reduciendo la posibilidad de errores.
8. **Comodidad y usabilidad:** En ergonomía, es crucial que los productos sean cómodos y fáciles de usar durante períodos prolongados. Esto incluye la selección de materiales adecuados, el diseño de formas que se adapten bien al cuerpo y la simplificación del uso.



Figura 1. Criterios y su relación con las necesidades de salud y bienestar laboral.

## ALGUNOS DISEÑOS RELEVANTES

### A. Sillas ergonómicas

El diseño incluye detalles como:

- **Respaldo alto con soporte lumbar adaptativo** que se ajusta automáticamente a la curvatura de la columna del usuario.
- **Reposacabezas totalmente ajustable**, que permite ajustes en inclinación y altura para mayor comodidad.
- **Reposabrazos 4D**, ajustables en altura, ancho, profundidad y ángulo para adaptarse a las preferencias del usuario.
- **Asiento con diseño de borde en cascada** para reducir la presión en los muslos, fabricado en material de malla transpirable que mejora la ventilación.
- **Mecanismo de inclinación dinámico**, que permite la inclinación hacia adelante y hacia atrás con control de tensión, sincronizado con los movimientos del usuario.

Este diseño es innovador y se enfoca en mejorar significativamente la comodidad y la salud del usuario en entornos de oficina, destacándose por su funcionalidad y adaptabilidad



Figura 2. Silla ergonómica

### B. Diseño de ratón ergonómico vertical

La figura 3 muestra la imagen del ratón ergonómico vertical ilustra un diseño innovador que prioriza la comodidad y la reducción de esfuerzos físicos durante el uso prolongado. Este ratón está diseñado para mantener la mano en una posición neutral, lo que es esencial para prevenir tensiones en los tendones y músculos del antebrazo y la muñeca, condiciones que a menudo conducen a lesiones por esfuerzo repetitivo, como el síndrome del túnel carpiano. Los botones contorneados y personalizables permiten que los dedos se mantengan en una posición natural, minimizando la necesidad de movimientos innecesarios y mejorando la eficiencia en el uso del dispositivo. El diseño incluye también un sensor de alta precisión, que asegura un rendimiento óptimo en tareas que requieren movimientos exactos y control fino.



Figura 3. Diseño de Ratón Ergonómico Vertical

La relevancia de este diseño ergonómico se manifiesta en su capacidad para adaptarse a las necesidades individuales de los usuarios, lo cual es un principio fundamental en la ergonomía moderna. Al ofrecer opciones de personalización, como la posibilidad de ajustar los botones y la rueda de desplazamiento, el ratón permite que los usuarios configuren el dispositivo según sus preferencias y requerimientos específicos, lo que no solo mejora la experiencia de uso, sino que también contribuye a la salud a largo plazo. Además, al enfocar su diseño en la reducción del esfuerzo y la comodidad, este ratón no solo mejora el rendimiento, sino que también reduce el riesgo de desarrollar lesiones laborales, lo que lo convierte en una herramienta valiosa tanto en entornos de oficina como en el uso personal intensivo.

## CONCLUSIONES

La tecnología ha jugado un papel crucial en la evolución de la ergonomía, especialmente en el entorno laboral. Las innovaciones tecnológicas, como el desarrollo de herramientas ergonómicas avanzadas, permiten adaptar los espacios de trabajo a las necesidades específicas de los empleados, mejorando significativamente su confort y productividad. Herramientas como ratones ergonómicos, escritorios ajustables y sillas personalizables no solo optimizan la eficiencia del trabajo, sino que también reducen el riesgo de lesiones por esfuerzo repetitivo y otros problemas de salud relacionados con el trabajo prolongado en posiciones fijas. La integración de la tecnología en el diseño ergonómico demuestra cómo el avance tecnológico puede ser un aliado en la creación de ambientes laborales más saludables y sostenibles.

La ergonomía en el trabajo es de vital importancia, ya que influye directamente en la productividad y en la satisfacción laboral. Un diseño ergonómico adecuado permite que los empleados realicen sus tareas de manera más eficiente, con menos esfuerzo físico y mental. Además, al reducir las fuentes de incomodidad y tensión, se disminuye el riesgo de errores y accidentes laborales. La implementación de soluciones ergonómicas, como estaciones de trabajo ajustables y equipos de soporte postural, contribuye a crear un entorno de trabajo en el que los empleados pueden desempeñarse en su máximo potencial sin comprometer su bienestar.

Desde una perspectiva de salud, la ergonomía es esencial para prevenir una amplia gama de problemas físicos que pueden surgir debido a posturas incorrectas o a la repetición constante de movimientos. Las lesiones por esfuerzo repetitivo, dolores de espalda, problemas en el cuello y trastornos musculoesqueléticos son algunas de las afecciones más comunes que pueden mitigarse o incluso evitarse con un diseño ergonómico adecuado. La ergonomía no solo mejora la calidad de vida de los trabajadores al prevenir estas condiciones, sino que también reduce el ausentismo laboral y los costos asociados con la atención médica y la pérdida de productividad.

Además, la ergonomía tiene un impacto significativo en la satisfacción y el bienestar general de los empleados. Un entorno de trabajo que respeta los principios ergonómicos no solo es más seguro, sino también más cómodo y acogedor, lo que a su vez mejora el estado de ánimo y la motivación de los trabajadores. Cuando los empleados se sienten físicamente cómodos y respaldados en su entorno laboral, es más probable que estén comprometidos con su trabajo y que se sientan valorados por su empleador, lo que puede reducir la rotación de personal y fomentar un ambiente de trabajo positivo.

Es importante resaltar que la ergonomía y la tecnología deben ir de la mano para crear espacios de trabajo que no solo sean funcionales, sino también saludables y sostenibles. La inversión en ergonomía es una inversión en la salud, el bienestar y la productividad a largo plazo de los empleados. Al integrar soluciones ergonómicas basadas en la tecnología, las organizaciones pueden asegurarse de que sus empleados trabajen en las mejores condiciones posibles, lo que a su vez contribuye a un entorno de trabajo más eficiente, seguro y satisfactorio para todos.

## REFERENCIAS

Fajardo-Bautista, L. Y., Estupiñan-Rosas, A., Moreno-Bautista, L. M., Vega-Contreras, D. K., Pardo-Pardo, J. J., Pérez-Pinto, S., & Polania-Robayo, A. Y. (2024). Ergonomía física en trabajadores de la salud. Revisión narrativa. *Revista Investigación en Salud Universidad de Boyacá*, 11(1).

Möckel, L., Mohammadi, H., & Dehghan, S. F. (2023). The use of emerging technologies in occupational health and safety, volume II. *Frontiers in Occupational Safety*. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2023.00012/full>

- Fan, L. J., Liu, S., Jin, T., Gan, J. G., Wang, F. Y., Wang, H. T., & Lin, T. (2022). Ergonomic risk factors and work-related musculoskeletal disorders in clinical physiotherapy. *Frontiers in Public Health*, 10, 1083609. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1083609>
- Brown, D. J. (2023). 2023 Top Ergonomic Trends: Office and Hybrid Workers. *Briotix Health News*. <https://news.briotix.com/2023-top-ergonomic-trends-office-and-hybrid-workers>
- Pérez, I. A., Delgado, F. M., González, L. B., & González, L. B. (2024). Análisis de la Seguridad y Salud en el Trabajo a partir de la NC-ISO 45001: 2018. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, 25(3).
- Lino, M. E. G., Sepa, L. R. R., Benavides, J. O. B., & Saavedra, C. D. G. (2024). Mejora continua del Sistema de gestión integral para la prevención de riesgos laborales en empresas químicas. Una estrategia para óptimos resultados. *Dominio de las Ciencias*, 10(1), 1536-1554.
- Grossi, F. C. (2023). Ergonomia Medica: Intelligenza Artificiale e Gemelli Digitali in Medicina. *QuaderniCIRD. Rivista del Centro Interdipartimentale per la Ricerca Didattica dell'Università di Trieste/ Journal of the Interdepartmental Center for Educational Research of the University of Trieste*, 27, 9-38.
- Briseño Sánchez, J. D. (2023). Sistema electrónico para la detección de posición angular y ergonomía de ciclistas empleando visión artificial (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera de Telecomunicaciones).
- Meneses, M. G. (2023). Ergonomía cognitiva o de cómo pensar contenidos para la interacción y la mediación en ambientes virtuales de aprendizaje. *Escuela de Educación y Pedagogía*.
- Puentes-Lagos, D., Mojica, H. R., & Arango-Vásquez, M. (2017). *Revista Bitácora Urbano Territorial. Revista Bitácora Urbano Territorial*, 124(7913), 145X.
- Casals Gelpí, A., Iturbe Etxabe, E., Minguella Canela, J., & Muñoz Morgado, L. M. (2023). Modelo virtual de una plataforma de movilidad ortesis-silla para entornos domésticos. In *XLIV Jornadas de Automática: Zaragoza 6-8 septiembre 2023: libro de actas. Comité Español de Automática (CEA-IFAC)*.
- Albuquerque, R. (2024). Nuevas formas de trabajo en el Siglo XXI y el reto de la inteligencia artificial. *Revista Jurídica del Trabajo*, 5(13), 213-227.
- Wolf, J., Niggemann, P., Schaefer, N., Tollens, N., Rittmann, M., Martins Dos Santos, M., & Tews, B. (2023). Retropharyngeal calcific tendinitis-An underestimated cause of acute neck pain. *Schmerz (Berlin, Germany)*.
- Tamayo, G. R., Rodríguez, S. B., & Rodríguez, Y. C. (2020). Metodología para el análisis costo-beneficio de la gestión de riesgos ergonómicos. *RILCO DS: Revista de Desarrollo sustentable, Negocios, Emprendimiento y Educación*, 2(11), 1.
- Herrera Segura, A. J., & Nuñez Sulcaray, C. A. (2023). Implementación aplicativo web para gestionar la continuidad del negocio aplicando estándares internacionales.
- Kuru, H. (2023). Understanding employee wellness in industry 5.0: A systematic review. *Journal of Ekonomi*, 5(1), 32-35.
- Bejinariu, C., Darabont, D. C., Burduhos-Nergis, D. P., Cazac, A. M., & Chiriac-Moruzzi, C. (2023). Considerations Regarding the Application of the Occupational Injury and Illness Risk Assessment Method at Workplaces/Workstations, in Relation to the ISO 45001 Standard. *Sustainability*, 15(3), 2121.

Brown, C., Hicks, J., Rinaudo, C. H., & Burch, R. (2023). The use of augmented reality and virtual reality in ergonomic applications for education, aviation, and maintenance. *Ergonomics in Design*, 31(4), 23-31.

Somaraju, P., Kulkarni, S. S., Duffy, V. G., & Kanade, S. (2024, June). Artificial Intelligence and Mobile Computing: Role of AI in Ergonomics. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 265-281). Cham: Springer Nature Switzerland.

Pereira, A.C., Alves, A.C., & Arezes, P. (2023). Augmented Reality in a Lean Workplace at Smart Factories: A Case Study. *Applied Sciences*, 13, 9120. <https://doi.org/10.3390/app13169120>

Botti, L., & Melloni, R. (2024). Occupational Exoskeletons: Understanding the Impact on Workers and Suggesting Guidelines for Practitioners and Future Research Needs. *Applied Sciences*, 14, 84. <https://doi.org/10.3390/app14010084>

Paramasivam, S.K., Mani, K., & Paneerselvam, B. (2024). Unveiling Gender-Based Musculoskeletal Disorders in the Construction Industry: A Comprehensive Analysis. *Buildings*, 14, 1169. <https://doi.org/10.3390/buildings14041169>

Prisco, G., Romano, M., Esposito, F., Cesarelli, M., Santone, A., Donisi, L., & Amato, F. (2024). Capability of Machine Learning Algorithms to Classify Safe and Unsafe Postures during Weight Lifting Tasks Using Inertial Sensors. *Diagnostics*, 14, 576. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14060576>