
Optometría y ergonomía visual: aportes estratégicos a la seguridad y salud en el trabajo en la era digital

Mario Andrés Espinosa Acosta

Fundación universitaria del área andina seccional Pereira
mespinosa@areandina.edu.co

Diana Milena Piedrahita

Fundación universitaria del área andina seccional Pereira
dpridrahita@areandina.edu.co

Héctor Aníbal Sánchez Montaña

Fundación universitaria del área andina seccional Pereira
Hsanchez2@areandina.edu.co

El objetivo de este capítulo fue analizar, desde la perspectiva de la optometría y la ergonomía visual, el papel de las intervenciones preventivas en la seguridad y salud en el trabajo. Se realizó una revisión sistemática de literatura aplicando la metodología PRISMA, que incluyó 51 artículos publicados entre 1995 y 2025 en bases de datos internacionales. Los criterios de selección priorizaron estudios originales, revisiones sistemáticas, meta-análisis y ensayos clínicos que abordaran la fatiga visual digital, la iluminación, las intervenciones ergonómicas y las innovaciones tecnológicas aplicadas al entorno laboral. Los resultados mostraron que la fatiga visual digital es un problema de alta prevalencia en trabajadores expuestos de manera prolongada a pantallas, con repercusiones en la productividad y la seguridad. Asimismo, se evidenció que la iluminación y el diseño ambiental influyen de forma decisiva en la salud visual, reduciendo errores y mejorando el bienestar cuando son adecuados. Las intervenciones ergonómicas multicomponente, que integran rediseño de estaciones de trabajo, capacitación y participación de los empleados, demostraron efectos consistentes, aunque moderados en la disminución de síntomas visuales y musculoesqueléticos. Finalmente, la innovación tecnológica, especialmente la realidad virtual y las plataformas digitales de evaluación, emergió como un recurso con gran potencial, pero con riesgos que requieren protocolos de uso seguro. En conclusión, la ergonomía visual aporta un valor estratégico a la seguridad y salud en el trabajo, y la optometría se posiciona como un aliado clave en la construcción de entornos laborales más seguros y sostenibles.

El crecimiento del trabajo digital y el teletrabajo ha incrementado la exposición de los trabajadores a dispositivos de visualización, generando un aumento en los síntomas asociados a la fatiga visual digital (FVD). Revisiones sistemáticas recientes reportan que más del 60 % de los empleados que

trabajan con pantallas refieren molestias visuales o musculoesqueléticas, lo cual repercute en su bienestar y en la productividad organizacional (Weiner Santos et al., 2025). Desde finales del siglo pasado, ya se advertía que la ergonomía visual debía integrarse en la salud ocupacional; Anshel (1998) fue uno de los primeros en describir que la iluminación inadecuada, el deslumbramiento y las demandas excesivas del trabajo con computadoras podían provocar fatiga visual, errores y disminución del rendimiento. Esta visión pionera fue confirmada por intervenciones posteriores que documentaron mejoras significativas en la salud visual tras ajustes ambientales y programas ergonómicos (Aarås et al., 1998; Hemphälä & Eklund, 2012).

El problema central que sustenta esta revisión es la ausencia de lineamientos consistentes que integren la optometría en la gestión de la ergonomía visual dentro de los programas de seguridad y salud en el trabajo (SST). Aunque estudios como el de Cardoso et al. (2023) muestran que programas ergonómicos aplicados en oficinas reducen síntomas visuales y musculoesqueléticos, y el de Barkhordarzadeh et al. (2022) confirma que estos cambios aumentan la productividad, la literatura aún señala una brecha entre la evidencia y su implementación sistemática en políticas de SST. La pregunta que guía este capítulo es entonces: ¿cómo puede la optometría, a través de la ergonomía visual, contribuir a la reducción de riesgos y a la promoción de la salud en los entornos de trabajo contemporáneos?

La justificación de este trabajo se apoya en la solidez de la evidencia encontrada en ensayos clínicos y metaanálisis. Por ejemplo, un metaanálisis realizado por Hoe et al. (2012) demostró que el rediseño ergonómico y la capacitación reducen la incidencia de desórdenes relacionados con la visión y el sistema musculoesquelético, mientras que la revisión sistemática de Heidari Moghadam et al. (2020) enfatiza que las intervenciones multicomponente son las más eficaces, aunque sus efectos dependen de la fidelidad de implementación y del apoyo organizacional. Estos hallazgos consolidan la idea de que la ergonomía visual debe ser vista no solo como una

medida de confort, sino como una estrategia costo-efectiva de prevención de riesgos en SST.

En este sentido, los objetivos de este capítulo fueron: (a) identificar la evidencia científica disponible sobre ergonomía visual en entornos laborales; (b) clasificar los hallazgos en cuatro ejes temáticos: fatiga visual digital, iluminación y diseño ambiental, intervenciones ergonómicas e innovación tecnológica; y (c) analizar el papel estratégico de la optometría en la construcción de entornos laborales más seguros y sostenibles. Como referentes teóricos, se retoman tanto aportes clásicos como los de Anshel (1998) en ergonomía visual, así como contribuciones recientes que vinculan la ergonomía física, organizacional y cognitiva con la salud visual (Rahman et al., 2023; Souchet et al., 2022). Esta perspectiva interdisciplinaria permite reconocer a la optometría no solo como un campo clínico, sino como un actor clave en la prevención de riesgos laborales contemporáneos.

Metodología

Se realizó una revisión sistemática de literatura siguiendo las directrices de la declaración PRISMA 2020 con el objetivo de analizar la evidencia científica disponible sobre ergonomía visual y su relación con la seguridad y salud en el trabajo.

Estrategia de búsqueda: La búsqueda se llevó a cabo en las bases de datos Consensus AI, Scopus, PubMed y Google Scholar, utilizando combinaciones de términos como “visual ergonomics”, “occupational health”, “workplace safety”, “digital eye strain” y “ergonomic interventions”. El rango temporal considerado fue entre 1995 y 2025, priorizando literatura de los últimos cinco años para garantizar actualidad. Se incluyeron estudios publicados en inglés y español.

Criterios de inclusión y exclusión: Se consideraron artículos originales, revisiones sistemáticas, metaanálisis, ensayos clínicos controlados y estudios

experimentales no aleatorizados que abordaran intervenciones o análisis de ergonomía visual en entornos laborales. Se excluyeron duplicados, editoriales sin soporte empírico, estudios en población no laboral y documentos sin acceso al texto completo.

Proceso de selección: La búsqueda inicial identificó 99 artículos. Tras la eliminación de duplicados, se obtuvieron 51 artículos únicos. De estos, 37 contaban con resúmenes completos y fueron evaluados en detalle para determinar su elegibilidad. Finalmente, se incluyeron todos los estudios que cumplían los criterios de inclusión establecidos, clasificándose por diseño metodológico: 11 estudios experimentales no aleatorizados, 7 ensayos clínicos aleatorizados, 9 revisiones sistemáticas, 3 metaanálisis, 2 revisiones narrativas y 1 estudio observacional no aleatorizado.

Síntesis y evaluación de calidad: Para cada estudio se extrajeron datos sobre el tipo de intervención ergonómica, población analizada, resultados principales y aplicabilidad en salud ocupacional. La calidad metodológica se valoró atendiendo al rigor del diseño, la claridad en la descripción de las intervenciones y la relevancia frente a los objetivos de ergonomía visual en contextos laborales.

Resultados

La síntesis de los 51 artículos incluidos en esta revisión sistemática, tras aplicar la metodología PRISMA, permitió organizar los hallazgos en cuatro grandes ejes temáticos que reflejan las dimensiones centrales de la ergonomía visual en el contexto de la seguridad y salud en el trabajo. En términos generales, la literatura identificada combina ensayos clínicos aleatorizados, estudios cuasi-experimentales, meta-análisis y revisiones sistemáticas, lo que ofrece un panorama sólido y equilibrado sobre la pertinencia de la ergonomía visual como estrategia preventiva. La evidencia converge en que los problemas de fatiga visual digital y las condiciones de iluminación ambiental representan riesgos recurrentes en entornos laborales, afectando no solo la salud ocular sino

también la seguridad y la productividad (Anshel, 1998; Hemphälä & Eklund, 2012). Al mismo tiempo, los estudios muestran que las intervenciones ergonómicas estructuradas, cuando se implementan de manera integral y participativa, generan beneficios consistentes, aunque de magnitud moderada, con mejoras sostenidas en el bienestar y el desempeño laboral (Aarås et al., 2001; Robertson et al., 2013).

Finalmente, un grupo creciente de publicaciones examina el papel de la innovación tecnológica, particularmente la realidad virtual y las plataformas digitales, en la formación, la evaluación de riesgos y la personalización de intervenciones, subrayando tanto su potencial como los desafíos que plantea (Souchet et al., 2022; Rahman et al., 2023). A partir de esta clasificación, los resultados se presentan en cuatro apartados que permiten comprender de manera detallada cómo la ergonomía visual, desde una perspectiva interdisciplinaria, contribuye a la construcción de entornos laborales más seguros y sostenibles.

Fatiga visual digital y pantallas

La fatiga visual digital (FVD), también denominada síndrome visual informático, se presenta como un problema emergente en la salud ocupacional moderna, particularmente en trabajos de oficina y contextos de teletrabajo. En la revisión sistemática realizada, se identificaron 15 artículos que abordaron este fenómeno desde diferentes aproximaciones metodológicas, incluyendo ensayos clínicos, estudios cuasi-experimentales y revisiones narrativas. Entre ellos, destacan los trabajos pioneros de Anshel (1998), quien señaló que la ergonomía visual debía considerarse un componente esencial de la seguridad laboral, ya que la exposición continua a pantallas genera cargas fisiológicas que superan la capacidad de compensación del sistema visual. Posteriormente, estudios controlados como los de Aarås et al. (1998) demostraron que la implementación de programas ergonómicos no solo disminuye síntomas oculares y musculoesqueléticos, sino que también mejora la satisfacción laboral, consolidando la relación entre bienestar visual y productividad.

En los últimos años, se ha enfatizado el papel de la luz azul emitida por pantallas digitales como factor adicional de fatiga visual y alteraciones del confort ocular. Revisiones sistemáticas han identificado que la exposición prolongada a este espectro lumínico puede inducir síntomas como visión borrosa, dolor de cabeza y dificultad para enfocar, especialmente en usuarios que superan ocho horas diarias frente a dispositivos digitales (Montes et al., 2017). Investigaciones recientes en contextos educativos y administrativos reportan una alta prevalencia de síndrome visual informático asociado a la luz azul, con tasas de hasta 85 % en docentes y más del 50 % en trabajadores administrativos (Aguirre Campoverde & Mariño Andrade, 2024; Ortiz López & Cabezas-Heredia, 2023; Chauca Izurieta & López-Rubio, 2023). Estos resultados sugieren que la fatiga visual moderada o severa puede estar influida por la radiación de corta longitud de onda, lo que refuerza la importancia de la protección ocular mediante filtros, lentes antirreflejo y pausas visuales periódicas como parte de la prevención ergonómica.

En investigaciones más recientes, Cardoso et al. (2023) mostraron que la introducción de programas de intervención ergonómica en oficinas con alta demanda digital reduce significativamente la presencia de síntomas de cansancio ocular y cefalea, resultados coherentes con lo reportado por Barkhordarzadeh et al. (2022) en trabajadores iraníes, donde los ajustes en estaciones de trabajo y la educación en pausas visuales se tradujeron en una mejora percibida en el rendimiento. La relevancia de la alfabetización en ergonomía visual se evidencia en los hallazgos de Long y Richter (2019), quienes sugieren que la formación de los trabajadores en autocuidado visual y uso correcto de dispositivos móviles favorece la sostenibilidad de los programas preventivos. Por su parte, estudios de campo en clasificación postal han documentado que intervenciones específicas sobre la carga visual, como la reorganización de tareas y la optimización del contraste en el área de trabajo, se correlacionan con menos errores y menor fatiga (Hemphälä & Eklund, 2012).

En conjunto, la evidencia revisada permite concluir que la FVD es un fenómeno de alta prevalencia en trabajadores expuestos a pantallas, con

repercusiones no solo en la salud ocular, sino también en la seguridad y la eficiencia del trabajo. Los artículos analizados destacan que el abordaje preventivo debe ser multifactorial: incorporar la corrección optométrica adecuada, mejorar las condiciones de iluminación ambiental, promover pausas visuales programadas y capacitar a los empleados en ergonomía digital. La convergencia de resultados en estudios experimentales y revisiones sistemáticas otorga solidez a la afirmación de que la prevención de la FVD constituye una estrategia costo–efectiva para reducir riesgos en salud y seguridad en el trabajo (Aarås et al., 1998; Cardoso et al., 2023; Long & Richter, 2019).

Iluminación y diseño ambiental

La iluminación y el diseño ambiental emergen como factores decisivos para el confort visual y la seguridad en el trabajo. En esta revisión, se identificaron 8 artículos que abordaron este eje, con predominio de estudios experimentales y revisiones sistemáticas. En uno de los trabajos más influyentes, Hemphälä (2014) evidenció que la mejora en los niveles de iluminación, junto con la corrección óptica adecuada, reduce significativamente las molestias oculares y musculoesqueléticas en tareas de oficina, reforzando la noción de que el entorno lumínico actúa como un modulador de la carga fisiológica. Además, dentro del diseño ambiental también deben considerarse los factores físicos y ambientales que inciden en la salud ocular. La exposición prolongada a radiación ultravioleta y luz azul del espectro visible puede producir daño retiniano acumulativo, fototoxicidad y alteraciones en el ciclo circadiano, afectando el rendimiento visual y el bienestar general (Mañanes Armengol et al., 2016).

En entornos laborales digitales, estos riesgos se intensifican y contribuyen al desarrollo del síndrome de fatiga ocular (SFO) o síndrome visual informático (SVI), que se ha reportado con altas prevalencias en docentes y trabajadores expuestos de forma continua a pantallas (Montes et al., 2017; Zevallos-Cobeña, 2021). Por ello, la prevención ocular y la personalización de filtros ópticos o ayudas visuales se consolidan como estrategias esenciales para

reducir los efectos de la radiación de corta longitud de onda y fortalecer la autogestión de la salud visual en los ambientes laborales modernos.

Complementariamente, Hemphälä y Eklund (2012), en un estudio de intervención con clasificadores de correo, mostraron que ajustes en el contraste, la disposición lumínica y la distancia de trabajo redujeron errores en la tarea y minimizaron la fatiga ocular, lo que vincula directamente las condiciones de iluminación con la precisión y seguridad del desempeño.

De acuerdo con el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), adoptado en Colombia mediante la Resolución 40150 de 2024, los espacios laborales deben cumplir con condiciones mínimas de iluminancia que garanticen la seguridad visual y la precisión en las tareas. En el caso de los consultorios optométricos, laboratorios de diagnóstico o áreas administrativas, los niveles recomendados oscilan entre 500 y 1000 lux, dependiendo del grado de detalle requerido (Ministerio de Minas y Energía, 2024). Además, el RETILAP establece parámetros técnicos relacionados con la temperatura de color, el índice de reproducción cromática (IRC) y la uniformidad luminosa, factores que contribuyen al confort visual y a la reducción de la fatiga ocular. La aplicación de estos lineamientos no solo responde a una exigencia normativa, sino que constituye una medida preventiva de salud laboral y de control de riesgos ergonómicos, al promover entornos visualmente estables y seguros.

Desde un enfoque conceptual, Anshel (1998) propuso que el confort visual en el lugar de trabajo depende no solo de la cantidad de luz, sino también de su calidad, distribución y relación con el tipo de tarea. Esta perspectiva ha sido confirmada por revisiones más recientes, como la de Heidarimoghadam et al. (2020), quienes sistematizaron evidencias de intervenciones ergonómicas e identificaron que la iluminación deficiente constituye un factor de riesgo recurrente en la aparición de fatiga visual y estrés ocupacional. La revisión de Liao et al. (2023), por su parte, enfatiza que el diseño ambiental debe contemplar variables complementarias como la ventilación, el color del entorno

y la reducción del deslumbramiento, configurando un enfoque holístico para entornos sostenibles y saludables.

La literatura revisada también resalta la interacción entre la iluminación y los factores psicosociales. Un estudio de campo sugiere que entornos con luz insuficiente o con reflejos excesivos aumentan la percepción de estrés y disminuyen la motivación laboral, lo cual se traduce en menor adherencia a las medidas de seguridad (Hemphälä, 2014; Hemphälä & Eklund, 2012). Estos hallazgos coinciden con revisiones sistemáticas que señalan que la iluminación adecuada no solo previene la fatiga ocular, sino que también actúa como un determinante de bienestar subjetivo y rendimiento sostenido (Heidarimoghadam et al., 2020; Liao et al., 2023). En conjunto, los estudios analizados consolidan la idea de que la iluminación debe considerarse una medida de prevención primaria dentro de los sistemas de gestión en SST, tanto por su influencia en la salud visual como por su papel en la reducción de errores y accidentes laborales.

Intervenciones ergonómicas (programas y entrenamiento)

Las intervenciones ergonómicas constituyen uno de los enfoques más documentados y evaluados en la literatura revisada. En total, se identificaron 20 artículos que exploraron la implementación de programas de ergonomía orientados a la reducción de síntomas visuales, musculoesqueléticos y psicosociales en diversos entornos laborales. Entre los estudios de mayor rigor se encuentran los ensayos clínicos aleatorizados de Aarås et al. (1998, 2001), quienes demostraron que la aplicación de programas integrales —que incluían rediseño de estaciones de trabajo, pausas activas y formación en ergonomía— logró disminuir significativamente el estrés visual y musculoesquelético, consolidando evidencia de causalidad entre intervención ergonómica y mejora de la salud ocupacional.

En la misma línea, Robertson et al. (2013) reportaron que la capacitación en ergonomía de oficina, combinada con la implementación de escritorios ajustables, produjo mejoras sostenidas en la percepción de confort y en la

productividad de los trabajadores. Estos hallazgos se ven reforzados por intervenciones no aleatorizadas, como la de Hemphälä (2014), que resaltan la importancia de la ergonomía visual como parte integral de los programas de prevención en SST. En entornos de oficina contemporáneos, Cardoso et al. (2023) demostraron que un programa de intervención ergonómica redujo de forma notable la prevalencia de síntomas de fatiga ocular y cefalea, validando la aplicabilidad práctica de estas estrategias en la era digital.

Las revisiones sistemáticas de Heidarimoghadam et al. (2020) y Liao et al. (2023) ofrecen una visión panorámica de los programas ergonómicos, subrayando que aquellos que combinan rediseño físico del puesto, educación continua y participación de los trabajadores tienen mayor impacto en la reducción de síntomas. Por su parte, los meta-análisis de Hoe et al. (2012) y Weiner Santos et al. (2025) confirman que las intervenciones ergonómicas presentan efectos consistentes, aunque de magnitud moderada, en la disminución de molestias visuales y musculoesqueléticas, sugiriendo que su efectividad depende de la fidelidad en la implementación y de la integración con políticas organizacionales más amplias.

En conjunto, la literatura revisada muestra que las intervenciones ergonómicas no deben ser entendidas como acciones aisladas, sino como programas multicomponente que integran educación, rediseño de estaciones de trabajo, seguimiento y apoyo gerencial. Esta perspectiva participativa permite no solo mejorar indicadores de salud visual y seguridad, sino también promover una cultura organizacional preventiva y sostenible. Los resultados son consistentes al señalar que la prevención de síntomas a través de programas ergonómicos constituye una estrategia costo-efectiva y replicable en distintos sectores laborales (Robertson et al., 2013; Weiner Santos et al., 2025).

Innovación tecnológica (VR y herramientas digitales) Potencial formativo y de evaluación con realidad virtual (VR)

La literatura identificada en este eje (6 artículos) muestra que la realidad virtual (VR) se consolida como un recurso para entrenamiento inmersivo y

evaluación de riesgos con componente visual, permitiendo recrear tareas críticas, registrar métricas objetivas y ensayar decisiones seguras sin exposición directa al peligro. En una propuesta aplicada a evaluación de riesgos, Barkokebas y Li (2023) describen un enfoque VR capaz de captar indicadores en tiempo real útiles para mapear demandas sensoriales y posturales en tareas de alto costo visual, con potencial de transferencia a oficinas de alta carga digital (Barkokebas & Li, 2023).

A nivel de síntesis narrativa, Souchet et al. (2022) documentan beneficios de la VR para capacitación y diseño de puestos, pero advierten efectos adversos como ciber-mareo, disconfort ocular y fatiga, lo que exige protocolos de uso (límites de exposición, pausas y parámetros de visualización) y criterios de elegibilidad visual antes de su implementación. En paralelo, una revisión sistemática sobre tecnologías emergentes reporta que plataformas inmersivas y simuladores, combinadas con analítica digital, facilitan la detección temprana de puntos de sobrecarga visual y la personalización de intervenciones, siempre que se integren a procedimientos formales de SST y se validen con tareas representativas (Rahman et al., 2023). En conjunto, la evidencia de este grupo indica que la VR es una herramienta prometedora para acelerar aprendizaje y evaluación, pero su adopción debe regirse por ergonomía visual aplicada y controles operativos para evitar introducir nuevas fuentes de riesgo (Souchet et al., 2022; Rahman et al., 2023).

Sensórica, analítica y marcos de adopción organizacional

Más allá de la VR, las revisiones y estados del arte señalan un ecosistema de sensores, plataformas móviles y analítica orientadas a cuantificar la carga visual y operacionalizar la mejora continua en el puesto, con beneficios cuando se combinan con enfoques participativos y rediseño iterativo (Liao et al., 2023). En términos de gobernanza, Cahyani y Ramadhani (2024) sintetizan que la efectividad de las soluciones digitales depende menos del gadget y más de su inserción en sistemas de gestión con liderazgo, capacitación y seguimiento, de modo que los datos recolectados se traduzcan en cambios sostenidos del entorno (Cahyani & Ramadhani, 2024).

Esta lectura converge con la evidencia de síntesis cuantitativa sobre intervenciones ergonómicas, que reporta efectos consistentes pero moderados y subraya la importancia de la fidelidad de implementación y de la alineación con políticas organizacionales para lograr impactos clínicos y operativos significativos (Weiner Santos et al., 2025).

A nivel estratégico, la editorial de Hon y Bergamaschi (2025) sitúa estas innovaciones dentro de una agenda de prevención proactiva, resaltando que tecnología y salud laboral solo rinden cuando se articulan con cultura preventiva, métricas claras y participación del trabajador. Así, los hallazgos apuntan a un marco de adopción en tres capas: validez ergonómica (qué mide y cómo reduce la carga visual), seguridad de uso (umbral de exposición, pausas, parámetros de visualización) y gobernanza (integración a SST, indicadores y mejora continua), condición necesaria para que la tecnología potencie y no reemplace las intervenciones ergonómicas probadas (Liao et al., 2023; Cahyani & Ramadhani, 2024; Weiner Santos et al., 2025).

Conclusiones

La revisión sistemática realizada con metodología PRISMA permite concluir que la ergonomía visual constituye un componente esencial e inaplazable en la gestión de la seguridad y salud en el trabajo (SST). La síntesis de 51 artículos demuestra, en primer lugar, que la fatiga visual digital es un problema de alta prevalencia en trabajadores expuestos de manera prolongada a pantallas, y que sus repercusiones trascienden el discomfort ocular para impactar la productividad, la precisión y la seguridad operativa. Esta evidencia refuerza la necesidad de estrategias preventivas integrales que incluyan corrección óptica, pausas visuales programadas y educación en ergonomía digital como parte de la cultura organizacional.

En segundo lugar, los estudios revisados evidencian que la iluminación y el diseño ambiental influyen de manera determinante en la salud visual y en

la reducción de errores laborales. Intervenciones relativamente simples —como mejorar la uniformidad de la luz, reducir deslumbramientos y ajustar niveles de luminancia al tipo de tarea— muestran efectos positivos tanto en la disminución de la fatiga ocular como en la percepción de bienestar y motivación de los trabajadores. Estos hallazgos subrayan que el confort visual no puede considerarse un lujo, sino una medida primaria de seguridad y prevención.

En tercer lugar, los programas de intervención ergonómica multicomponente se consolidan como la estrategia más eficaz y sostenible. La combinación de rediseño del puesto, capacitación continua, participación de los trabajadores y acompañamiento organizacional genera efectos consistentes en la reducción de síntomas visuales y musculoesqueléticos. Aunque los meta-análisis señalan que la magnitud de estos efectos es moderada, la evidencia apunta a que se trata de intervenciones costo-efectivas y escalables a diferentes contextos laborales, siempre que exista fidelidad en su implementación.

Finalmente, la innovación tecnológica emerge como un campo promisorio, especialmente a través de la realidad virtual y las plataformas digitales de evaluación ergonómica. Estas herramientas ofrecen nuevas posibilidades para la formación inmersiva y el diagnóstico en tiempo real de riesgos visuales; sin embargo, también introducen desafíos relacionados con la seguridad ocular y la gestión organizacional de la información. Por ello, su adopción debe estar guiada por criterios de ergonomía visual aplicada, protocolos de uso seguro y una integración efectiva en los sistemas de gestión de SST.

En conjunto, los resultados de esta revisión permiten afirmar que la optometría, a través de la ergonomía visual, aporta un valor estratégico a la SST contemporánea, ofreciendo soluciones basadas en evidencia que mejoran la salud, la productividad y la sostenibilidad de los entornos laborales. Integrar este enfoque en las políticas organizacionales no solo responde a los desafíos actuales de la digitalización, sino que constituye un pilar para anticipar y

gestionar los riesgos emergentes de un mundo del trabajo en constante transformación.

Recomendaciones prácticas para la ergonomía visual en SST

1. Prevención de la fatiga visual digital
 - Implementar la regla 20-20-20 (cada 20 minutos, descansar 20 segundos mirando a 6 metros).
 - Promover pausas visuales breves y frecuentes integradas a la jornada laboral.
 - Garantizar que los trabajadores tengan acceso a evaluaciones optométricas periódicas y a la corrección óptica adecuada (gafas para pantallas, filtros antirreflejo).
 - Desarrollar campañas de alfabetización en ergonomía visual para fomentar hábitos saludables en el uso de dispositivos digitales.
2. Iluminación y diseño ambiental
 - Asegurar niveles de iluminancia adecuados según el tipo de tarea (ej. ≥ 500 lux en oficinas).
 - Minimizar deslumbramientos y reflejos mediante persianas, difusores o luminarias indirectas.
 - Regular la temperatura de color y el contraste visual para mejorar el confort y reducir la fatiga ocular.
 - Realizar auditorías periódicas de iluminación como parte de los programas de SST.
3. Intervenciones ergonómicas multicomponente
 - Implementar programas estructurados que combinen rediseño de estaciones de trabajo, capacitación y pausas activas.
 - Involucrar a los trabajadores en el diseño y evaluación de las intervenciones (ergonomía participativa).
 - Asegurar la fidelidad de la implementación y dar seguimiento a mediano plazo para evaluar sostenibilidad.
 - Incorporar métricas de salud visual y productividad en la evaluación del impacto de los programas.

4. Innovación tecnológica y digitalización

- Usar realidad virtual (VR) y simuladores de manera controlada para formación y evaluación de riesgos, aplicando protocolos que limiten la exposición y reduzcan el riesgo de fatiga ocular.
- Integrar sensores y plataformas digitales que permitan medir la carga visual y personalizar intervenciones en tiempo real.
- Establecer criterios de seguridad visual y usabilidad antes de adoptar tecnologías inmersivas o dispositivos inteligentes.
- Alinear la innovación tecnológica con la cultura preventiva y los sistemas de gestión de SST para garantizar beneficios sostenibles.

Referencias

- Aarås, A., Horgen, G., Bjørset, H., Ro, O., & Thoresen, M. (1998). Musculoskeletal, visual and psychosocial stress in VDU operators before and after multidisciplinary ergonomic interventions. *Applied Ergonomics*, 29(5), 335–354. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(97\)00079-3](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(97)00079-3)
- Aarås, A., Horgen, G., Bjørset, H., Ro, O., & Walsøe, H. (2001). Musculoskeletal, visual and psychosocial stress in VDU operators before and after multidisciplinary ergonomic interventions: A 6-year prospective study—Part II. *Applied Ergonomics*, 32(6), 559–571. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(01\)00030-8](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(01)00030-8)
- Aghamohammadi, A., Beheshti Shirazi, S. A., Banihashem, S., Shishechi, S., Ranjbarzadeh, R., Jafarzadeh Ghouschi, S., & Bendeche, M. (2023). A deep learning model for ergonomics risk assessment and sports and health monitoring in self-occluded images. *Signal, Image and Video Processing*, 17(8), 3751–3764. <https://doi.org/10.1007/s11760-023-02830-6>
- Aghilinejad, M., Soleimanvandiazar, N., Ghasemi, M., Dehghan, N., &

Mokamelkhah, E. K. (2016). An ergonomic intervention to reduce musculoskeletal discomfort among semiconductor assembly workers. *Work*, 55(4), 905–912.

<https://doi.org/10.3233/WOR-162325>

Aguirre Campoverde, E., & Mariño Andrade, R. (2024). Síndrome visual informático y exposición a pantallas digitales en docentes universitarios. *Revista Científica de Salud Visual*, 18(1), 55–66.

Bazaluk, O., Tsopa, V., Cheberiachko, S., Deryugin, O., Radchuk, D., Borovytskyi, O., & Lozynskyi, V. (2023). Ergonomic risk management process for safety and health at work. *Frontiers in Public Health*, 11, 1253141.

<https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1253141>

Boatca, M., Draghici, A., Irimie, S.-I., & Gajšek, B. (2024). Safety, health and comfort in the workplace: An innovative framework to support implementation of ergonomic interventions. *Human Systems Management*, 43(3), 395–408.

<https://doi.org/10.3233/HSM-230159>

Cahyani, A. P., & Ramadhani, S. H. (2024). Optimizing workplace and employee safety through ergonomics: Scoping review. *SHS Web of Conferences*, 189, 01007.

<https://doi.org/10.1051/shsconf/202418901007>

Cardoso, B., Mateus, C., Magalhães, R., & Rodrigues, M. A. (2023). Ergonomic intervention program for office workers: A case study about its effect in computer vision syndrome and musculoskeletal discomfort. *Ergonomics*, 66(12), 1691–1706.

<https://doi.org/10.1080/00140139.2023.2288543>

Castaño Cárdenas, D. (2023). Health and safety at work: Importance of the ergonomic workplace. *SCT Proceedings in Interdisciplinary Insights and Innovations*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.56294/piii202383>

- Chauca Izurieta, P., & López-Rubio, J. (2023). Prevalencia de fatiga visual digital en trabajadores administrativos. *Revista Latinoamericana de Ergonomía*, 9(2), 77–88.
- Chintada, A., & U., V. (2021). Improvement of productivity by implementing occupational ergonomics. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 38(7), 536–546. <https://doi.org/10.1080/21681015.2021.1958936>
- Choobineh, A., Shakerian, M., Faraji, M., Modaresifar, H., Kiani, J., Hatami, M., Akasheh, S., Rezagholian, A., & Kamali, G. (2021). A multilayered ergonomic intervention program on reducing musculoskeletal disorders in an industrial complex: A dynamic participatory approach. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 85, 103221. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2021.103221>
- Dainoff, M., Cohen, B., & Dainoff, M. H. (2005). The effect of an ergonomic intervention on musculoskeletal, psychosocial and visual strain of VDT data entry work: The United States part of the international study. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 11(1), 49–63. <https://doi.org/10.1080/10803548.2005.11076630>
- Dale, A. M., Jaegers, L., Welch, L., Gardner, B. T., Buchholz, B., Weaver, N., & Evanoff, B. (2016). Evaluation of a participatory ergonomics intervention in small commercial construction firms. *American Journal of Industrial Medicine*, 59(7), 549–560. <https://doi.org/10.1002/ajim.22586>
- Doğan, O. (2024). Assessment of employees' ergonomic issues in the workplace in terms of occupational health and safety practices: A meta-analysis study. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(90), 1000–1016. <https://doi.org/10.17755/esosder.1507310>
- Esmailzadeh, S., Ozcan, E., & Capan, N. (2012). Effects of ergonomic intervention on work-related upper extremity musculoskeletal disorders among computer workers: A

randomized controlled trial. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 85(3), 273–280. <https://doi.org/10.1007/s00420-012-0838-5>

Felekoğlu, B., & Tasan, S. O. (2020). Interactive ergonomic risk mapping: A practical approach for visual management of workplace ergonomics. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 26(3), 418–431.

<https://doi.org/10.1080/10803548.2020.1712127>

Ghosh, T. (2024). O-154 Enhancing work processes and health safety in India's informal sectors: An ergonomic intervention study. *Occupational Medicine*, 74(Suppl 1), A140. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqae023.0856>

Golabchi, A., Han, S., & AbouRizk, S. (2018). A simulation and visualization-based framework of labor efficiency and safety analysis for prevention through design and planning. *Automation in Construction*, 96, 353–366. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.10.001>

Heidarimoghadam, R., Mohammadfam, I., Babamiri, M., Soltanian, A., Khotanlou, H., & Sohrabi, M. (2020). What do the different ergonomic interventions accomplish in the workplace? A systematic review. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 26(4), 842–855. <https://doi.org/10.1080/10803548.2020.1811521>

Hemphälä, H. (2014). How visual ergonomics interventions influence health and performance—with an emphasis on non-computer work tasks. [Revista no especificada].

Hemphälä, H., & Eklund, J. (2012). A visual ergonomics intervention in mail sorting facilities: Effects on eyes, muscles and productivity. *Applied Ergonomics*, 43(6), 1109–1116. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2011.05.006>

Hon, C., & Bergamaschi, E. (2025). Editorial: Innovative prevention strategies for occupational health hazards. *Frontiers in Public Health*, 13, 1584770.

<https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1584770>

Horowitz, J. M., Choe, M. J., Kelahan, L. C., Deshmukh, S., Agarwal, G., Yaghmai, V., & Carr, J. C. (2021). Role of ergonomic improvements in decreasing repetitive stress

injuries and promoting well-being in a radiology department. *Academic Radiology*, 29(7), 1021–1028.

<https://doi.org/10.1016/j.acra.2021.11.009>

Jeganathan, B. (2025). AI-powered ergonomics: Enhancing workplace safety through posture detection. *International Journal of Research and Scientific Innovation*, 12(2), 37–42.

<https://doi.org/10.51244/ijrsi.2025.12020037>

Jin, X., Dong, Y., Yang, L., Huang, W., Cao, L., Zhang, Z., & He, L. (2025).

Ergonomic interventions to improve musculoskeletal disorders among vehicle assembly workers: A one-year longitudinal study. *BMC Public Health*, 25, 21798.

<https://doi.org/10.1186/s12889-025-21798-1>

Liao, L., Liao, K., Wei, N., Ye, Y., Li, L., & Wu, Z. (2023). A holistic evaluation of ergonomics application in health, safety, and environment management research for

construction workers. *Safety Science*, 167, 106198.

<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2023.106198>

Long, J., & Richter, H. (2019). The pitfalls of the traditional office ergonomics model in the current mobile work environment: Is visual ergonomics health literacy the remedy? *Work*, 64(2), 351–361.

<https://doi.org/10.3233/WOR-192937>

- Ministerio de Minas y Energía. (2024). Resolución 40150 de 2024. Por la cual se adopta el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP). Diario Oficial de la República de Colombia.
- Mohd Nizan, N. I., Ali, N. F., & Hussain, S. A. (2024). Managing ergonomic risk assessment among assembly operators in the small-scale fabrication sector. *Process Safety Progress*, 43(3), e12585. <https://doi.org/10.1002/prs.12585>
- Montes, L., Caballero, A., & Navor Molle Cassia, J. (2017). Síndrome de fatiga ocular y su relación con el medio laboral. *Revista Colombiana de Salud Visual*, 10(2), 85– 96.
- Niu, S. (2010). Ergonomics and occupational safety and health: An ILO perspective. *Applied Ergonomics*, 41(6), 744–753. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2010.03.004>
- Odujobi, O., Onyekwe, F. O., Ozobu, C. O., Adikwu, F. E., & Nwulu, E. O. (2024). A conceptual model for integrating ergonomics and health surveillance to reduce occupational illnesses in the Nigerian manufacturing sector. *International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation*, 5(1), 1425–1437. <https://doi.org/10.54660/ijmrge.2024.5.1.1425-1437>
- Ortiz López, M., & Cabezas-Heredia, G. (2023). Factores asociados al síndrome visual informático en docentes ecuatorianos. *Revista de Ciencias de la Salud*, 21(2), 233– 242.
- Punnett, L., Chermiack, M., Henning, R., Morse, T., & Faghri, P. (2009). A conceptual framework for integrating workplace health promotion and occupational ergonomics programs. *Public Health Reports*, 124(Suppl 1), 16–25. <https://doi.org/10.1177/00333549091244S103>
- Putri, N. K., & Isma Putra, B. (2024). Revolutionizing workplace safety through innovative ergonomic solutions in Indonesia. *Indonesian Journal of Law and Economics Review*, 19(4), 1–10. <https://doi.org/10.21070/ijler.v19i4.1165>

- Rahman, M. H., Ghasemi, A., Dai, F., & Ryu, J. (2023). Review of emerging technologies for reducing ergonomic hazards in construction workplaces. *Buildings*, 13(12), 2967. <https://doi.org/10.3390/buildings13122967>
- Rivilis, I., Van Eerd, D., Cullen, K., Cole, D. C., Irvin, E., Tyson, J., & Mahood, Q. (2008). Effectiveness of participatory ergonomic interventions on health outcomes: A systematic review. *Applied Ergonomics*, 39(3), 342–358. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2007.08.006>
- Robertson, M., Ciriello, V. M., & Garabet, A. (2013). Office ergonomics training and a sit–stand workstation: Effects on musculoskeletal and visual performance of office workers. *Applied Ergonomics*, 44(1), 73–85. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2012.05.001>
- Robertson, M., Huang, Y.-H., & Lee, J. (2017). Improvements in musculoskeletal health and computing behaviors: Effects of a macroergonomics office training intervention. *Applied Ergonomics*, 62, 182–196. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.02.017>
- Samsuddin, N., & Daruis, D. (2013). A study of musculoskeletal disorders among visual display terminal workers. *Advanced Engineering Forum*, 10, 300–305. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AEF.10.300>
- Shikdar, A., & Sawaqed, N. M. (2003). Worker productivity, and occupational health and safety issues in selected industries. *Computers & Industrial Engineering*, 45(4), 563–572. [https://doi.org/10.1016/S0360-8352\(03\)00074-3](https://doi.org/10.1016/S0360-8352(03)00074-3)
- Souchet, A. D., Lourdeaux, D., Pagani, A., & Rebenitsch, L. (2022). A narrative review of immersive virtual reality’s ergonomics and risks at the workplace: Cybersickness, visual fatigue, muscular fatigue, acute stress, and mental overload. *Virtual Reality*, 26(5), 1601–1621. <https://doi.org/10.1007/s10055-022-00672-0>
- Sultan-Taieb, H., Parent-Lamarche, A., Gaillard, A., Stock, S., Nicolakakis, N.,

- Hong, Q., Vézina, M., Coulibaly, Y., Vézina, N., & Berthelette, D. (2017). Economic evaluations of ergonomic interventions preventing work-related musculoskeletal disorders: A systematic review of organizational-level interventions. *BMC Public Health*, 17, 935.
<https://doi.org/10.1186/s12889-017-4935-y>
- Swinton, P., Cooper, K., & Hancock, E. (2017). Workplace interventions to improve sitting posture: A systematic review. *Preventive Medicine*, 99, 197–209.
<https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2017.06.023>
- Troper, K., Mestre, P. M., Pinela, A. S., & Martinho, T. (2024). P-587 Main measures for ergonomic improvements in the workplace—What can be improved for the visually impaired? *Occupational Medicine*, 74(Suppl 1), A354.
<https://doi.org/10.1093/occmed/kqae023.1404>
- Vicente, D., Schwarz, M., & Meixner, G. (2023). Improving ergonomic training using augmented reality feedback. In *Lecture Notes in Computer Science* (pp. 236–247). https://doi.org/10.1007/978-3-031-35741-1_20
- Weiner Santos, W., Rojas, C., Isidoro, R., Lorente, A., Dias, A., Mariscal, G., Benlloch, M., & Lorente, R. (2025). Efficacy of ergonomic interventions on work-related musculoskeletal pain: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 14(9), 3034.
<https://doi.org/10.3390/jcm14093034>
- Wong, S. B., Richardson, S., & Yeow, P. H. (2010). An ergonomics study of a semiconductors factory in an IDC for improvement in occupational health and safety. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 16(2), 215–227.
<https://doi.org/10.1080/10803548.2010.11076849>

- Wurzelbacher, S., Lampl, M., Bertke, S., & Tseng, C.-Y. (2020). The effectiveness of ergonomic interventions in material handling operations. *Applied Ergonomics*, 87, 103139. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2020.103139>
- Zevallos-Cobena, C. (2021). Síndrome visual informático en estudiantes universitarios y su relación con el uso de pantallas digitales. *Revista de Investigación en Ciencias de la Salud*, 15(1), 67–79.