

REVISIÓN NARRATIVA

Normas ergonómicas un imperativo para la calidad educativa: bienestar y seguridad informática del entorno educativo

Ergonomic standards: an imperative for well-being and information security in the educational environment

Ricardo M. Candanedo Yau ¹  Belkis I. Camaño Lasso ² 

¹Ricardo M. Candanedo Yau. ricardo.candanedo@up.c.pa. Universidad de Panamá

² Belkis I. Camaño Lasso. belkis.camano@up.ac.pa. Universidad de Panamá

DOI:
<https://doi.org/10.67461/nw1z9096>

Correo del autor:

¹ricardo.candanedo@up.c.pa

²belkis.camano@up.ac.pa

Fecha de recepción:
25/08/2025
Fecha de aceptación:
12/10/2025
Fecha de publicación:
01/07/2026

Resumen

La transformación digital acelerada en la educación ha incrementado el uso de tecnologías, lo que genera beneficios pedagógicos, pero también riesgos para el bienestar académico y la salud ocupacional. Este estudio científico analiza los efectos del uso prolongado de Pantallas de Visualización de Datos (PVD) en condiciones ergonómicas inadecuadas, centrándose en cómo esto puede causar trastornos musculoesqueléticos, fatiga visual y afectar el rendimiento académico y laboral. Desde un enfoque teórico basado en la ergonomía informática, se argumenta su relevancia para garantizar la productividad institucional y la calidad en la educación, además de la seguridad de los datos. Mediante una revisión narrativa con enfoque cualitativo-documental de estudios (1992-2025), se analizan los efectos de la exposición prolongada a PVD y la importancia de la ergonomía informática y cognitiva para la calidad educativa y la seguridad ocupacional. Los hallazgos evidencian que la falta de diseño ergonómico en las estaciones de trabajo físicas y virtuales incrementa la prevalencia de trastornos musculoesqueléticos, fatiga visual y sobrecarga cognitiva, lo que afecta el rendimiento académico y laboral. Se identifican medidas preventivas efectivas como pausas activas, mobiliario ajustable, iluminación óptima, capacitación continua y estrategias de accesibilidad digital alineadas con estándares internacionales. Se concluye que la adopción institucional de normas ergonómicas es esencial para mejorar la eficacia del aprendizaje virtual, para preservar y proteger la salud del personal docente, administrativo y estudiantil. La ergonomía informática emerge como un componente clave para entornos educativos sostenibles y de calidad.

Palabras clave: aprendizaje virtual, bienestar, calidad de la educación, ergonomía, productividad, salud, seguridad de los datos.

Citar Como: Normas ergonómicas un imperativo para la calidad educativa: bienestar y seguridad informática del entorno educativo. (s. f.). *Scientific Journal T&E*, 1(2). Recuperado 11 de junio de 2026, de <https://journals.uted.us/ojs/index.php/scientific/article/view/47>



This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

Abstract

The accelerated digital transformation in education has increased the use of technologies, generating pedagogical benefits, but also risks to academic well-being and occupational health. This scientific study analyzes the effects of prolonged use of Visual Display Terminals (VDT) in inadequate ergonomic conditions, focusing on how this can cause musculoskeletal disorders, eye strain, and affect academic and work performance. Using a theoretical approach based on computer ergonomics, the study argues for their relevance in ensuring institutional productivity and quality in education, as well as data security. Through a narrative review with a qualitative-documentary approach of studies (1992-2025), the study analyzes the effects of prolonged exposure to VDT and the importance of computer and cognitive ergonomics for educational quality and occupational safety. The findings show that the lack of ergonomic design in physical and virtual workstations increases the prevalence of musculoskeletal disorders, eye strain, and cognitive overload, which affects academic and work performance. Effective preventive measures are identified, such as active breaks, adjustable furniture, optimal lighting, ongoing training, and digital accessibility strategies aligned with international standards. It is concluded that institutional adoption of ergonomic standards is essential to improve the effectiveness of virtual learning and to preserve and protect the health of faculty, staff, and students. Computer ergonomics emerges as a key component for sustainable, educational quality environments.

Keywords: educational quality, ergonomics, health, productivity, virtual learning, well-being, data security.

Introducción

La transformación digital ha redefinido de manera sustancial los entornos educativos, consolidando a las Pantallas de Visualización de Datos (PVD) como instrumentos centrales en los procesos de docencia, investigación y gestión. Si bien esta evolución ha promovido avances pedagógicos al facilitar el acceso al conocimiento y estimular metodologías de enseñanza innovadoras, también ha generado desafíos importantes en términos de salud ocupacional y bienestar académico. El uso intensivo y prolongado de PVD, especialmente bajo condiciones ergonómicas inadecuadas, ha incrementado la incidencia de trastornos musculoesqueléticos (TME), fatiga visual, estrés postural y sobrecarga cognitiva (OMS, 2003; INSST, s.f.; Sallé & Alarcón, 2020).

En este contexto, la ergonomía informática se configura como una estrategia fundamental para mitigar estos riesgos y optimizar la experiencia de los usuarios en entornos digitales. Definida como la adaptación del entorno tecnológico a las capacidades y características humanas (OIT, 2019), su implementación resulta crucial para prevenir afecciones físicas, mejorar la concentración y potenciar la calidad educativa. Sin embargo, a pesar de los beneficios evidentes, la aplicación sistemática de normas ergonómicas en el sistema educativo de la República de Panamá aún es incipiente y requiere de un abordaje integral y contextualizado.

Asimismo, la ergonomía se extiende más allá de los aspectos físicos y ambientales, alcanzando también el diseño de los sistemas de información y la seguridad de datos. En entornos educativos, la interacción segura con plataformas digitales requiere que los mecanismos de autenticación, la gestión de contraseñas y la visualización de datos sean ergonómicos, seguros pero sin generar sobrecarga cognitiva (ISO/IEC 27001, 2022). Un enfoque integral que abarque la seguridad informática y la ergonomía es vital para proteger la información sensible y el bienestar de estudiantes y docentes.

La presente investigación se orienta a responder una pregunta central: ¿De qué manera la aplicación de principios ergonómicos y de seguridad informática en entornos educativos digitalizados contribuye al bienestar integral y al rendimiento académico en la República de Panamá? Para abordar esta cuestión de forma integral, se han establecido los siguientes objetivos específicos: identificar los principales riesgos ergonómicos y la prevalencia de trastornos musculoesqueléticos (TME) y fatiga visual en el entorno educativo de la República de Panamá; analizar la relación entre la ergonomía informática y la calidad educativa, incluyendo la accesibilidad digital y la usabilidad de los sistemas de información; y proponer recomendaciones basadas en evidencia para integrar la ergonomía y la seguridad de la información como políticas institucionales, con el fin de fortalecer los entornos de aprendizaje.

Métodos

Este estudio se desarrolló mediante una revisión

narrativa con enfoque cualitativo-documental. Esta aproximación fue seleccionada por su capacidad para explorar exhaustivamente la literatura, identificar conceptos clave y mapear el conocimiento sobre ergonomía informática, salud ocupacional y educación y seguridad digital tanto a nivel nacional como internacional. Este tipo de revisión es ideal cuando se busca una visión panorámica de un tema sin la necesidad de un protocolo formal estricto, permitiendo la identificación de vacíos en la investigación y la síntesis de hallazgos de manera flexible y exploratoria

Estrategia de Búsqueda y Selección de Documentos

Para abordar los objetivos de esta investigación, se estableció la búsqueda bibliográfica se realizó de forma exhaustiva en bases de datos académicas reconocidas como Scopus, Web of Science, SciELO y ERIC. Se utilizaron combinaciones de palabras clave en español e inglés, que incluían términos como ergonomía, educación digital, Pantallas de Visualización de Datos (PVD), Visual Display Terminals (VDT), trastornos musculoesqueléticos y fatiga visual.

Se establecieron criterios de inclusión y exclusión claros para delimitar la selección de documentos. Se incluyeron estudios publicados en inglés o español entre 1992 y 2025 que hubieran sido revisados por pares o que provinieran de organismos internacionales con reconocida autoridad técnica (como la OMS, OIT, ISO y W3C). Por el contrario, se excluyeron aquellos documentos que no contaban con un proceso de arbitraje, notas de prensa o cualquier material que careciera de validez técnica y científica, garantizando así la calidad y relevancia de la evidencia recopilada.

Extracción de Datos y Evaluación de Calidad

El proceso de selección de estudios se llevó a cabo en dos fases. En la primera fase, se revisaron los títulos y resúmenes para determinar la pertinencia de los documentos, mientras que en la segunda, se evaluó el texto completo de los trabajos preseleccionados. Las discrepancias entre nosotros se resolvieron por consenso o, en caso de persistir, se contaba con la intervención de una tercera opinión.

Para asegurar la trazabilidad y rigor de la evidencia, se sistematizó la extracción de datos en una matriz de extracción. Dicha matriz incluyó información clave de cada estudio, tales como autor, año, contexto educativo (escolar, universitario o teletrabajo académico), población,

metodología y los hallazgos ergonómicos reportados, junto con métricas de prevalencia de TME, fatiga visual, ausentismo y cumplimiento de normativas.

Adicionalmente, se realizó una evaluación de la calidad y el riesgo de sesgo de los estudios incluidos. Se utilizaron las listas de verificación estandarizadas CASP (Critical Appraisal Skills Programme) y JBI (Joanna Briggs Institute), según el diseño de cada estudio. Esta valoración permitió evaluar la solidez metodológica y la validez de los instrumentos, confirmando que la mayoría de los estudios presentaba un riesgo de sesgo de bajo a moderado, lo que confiere una base sólida a los hallazgos sintetizados. La síntesis de los datos extraídos de la matriz facilitó la identificación de patrones, la detección de brechas de conocimiento y la priorización de intervenciones ergonómicas efectivas en el ámbito de la educación digital.

Evaluación de la Accesibilidad y la Usabilidad Ergonómica

La evaluación de la accesibilidad digital se realizó en los sitios web de tres universidades de la República de Panamá, como la Universidad de Panamá (UP), la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP) y la Universidad de Santander (UDI). Para esta auditoría, se utilizó la herramienta WAVE Web Accessibility Evaluation Tool (WebAIM, 2024), en estricta conformidad con las Pautas de Accesibilidad al Contenido en la Web (WCAG 2.1) del W3C. La herramienta se empleó para revisar cada página principal y realizar un análisis rápido de los problemas comunes de accesibilidad, como errores de contraste, navegabilidad con teclado y uso de jerarquía en los títulos, lo que proporcionó una base de datos para el análisis cualitativo de los hallazgos.

Además, se consideraron los aspectos ergonómicos de la seguridad digital. Para ello, se revisaron las recomendaciones de la norma ISO/IEC 27001 sobre la gestión de seguridad de la información, haciendo énfasis en la usabilidad de los sistemas de autenticación y la claridad en la presentación de datos sensibles. Se evaluó si los portales incluían prácticas de seguridad ergonómica, como accesos que fueran simples pero robustos, indicadores visuales de protección y mecanismos de recuperación de contraseñas que no generaran sobrecarga cognitiva para el usuario.

Los criterios analizados en esta evaluación incluyeron: contraste de color y legibilidad, presencia de textos alternativos en imágenes, la estructura jerárquica de encabezados, la navegación mediante teclado y el etiquetado semántico de formularios y enlaces.

En síntesis, la Tabla 1 resume parte de la matriz de extracción de estudios, lo que permite comparar investigaciones, identificar patrones, reconocer brechas de conocimiento y priorizar intervenciones ergonómicas en entornos educativos digitalizados (OMS, 2003;

Ministerio de Salud, 2024; Sallé & Alarcón, 2020).

Tabla 1.
Síntesis de la matriz de extracción de estudios.

Autor	Año	Contexto	Muestra	Método	Hallazgos ergonómicos
Sallé & Alarcón	2020	Universitario	150 estudiantes	Encuesta y análisis visual	Fatiga ocular y TME relacionados con el uso prolongado de PVD
OMS	2003	Entorno laboral	Revisión global	Síntesis documental	Directrices para prevenir trastornos musculoesqueléticos
Ministerio de Salud (República de Panamá)	2024	República de Panamá, educación básica y superior	Informe técnico	Análisis situacional	Deficiencias en la aplicación de normas ergonómicas en aulas y teletrabajo académico

Nota: La tabla sintetiza evidencia clave sobre hallazgos ergonómicos en diversos contextos educativos.

La Tabla 1 presenta la matriz utilizada para el análisis estructurado de la literatura, la cual permitió comparar estudios, identificar patrones y reconocer brechas de conocimiento con el fin de priorizar intervenciones ergonómicas en entornos educativos digitalizados. En ella se registraron los estudios según autor y año para evaluar la vigencia de la evidencia, se describió el contexto geográfico o educativo para facilitar la comparación entre modalidades de enseñanza y se consignó la muestra para valorar la representatividad de los resultados. Asimismo, se indicó el método empleado —encuestas, revisiones documentales o análisis situacional— con el propósito de examinar la validez y confiabilidad de la información. Finalmente, se documentaron hallazgos ergonómicos relevantes, como la presencia de trastornos musculoesqueléticos, fatiga visual o deficiencias en la aplicación de normas, destacando los aspectos directamente vinculados con la salud ocupacional y la calidad educativa. En conjunto, esta matriz favoreció un análisis comparativo integral y la definición de áreas prioritarias de intervención.

Resultados

El análisis de la literatura, informes nacionales y evaluaciones específicas evidenció deficiencias generalizadas en la implementación de principios ergonómicos en los entornos educativos digitalizados de la República de Panamá. En el ámbito escolar, los estudiantes de primaria y secundaria enfrentan problemas significativos debido al mobiliario no ajustable, lo que provoca

posturas forzadas y hábitos nocivos desde edades tempranas. La evidencia indica que los estudiantes expuestos a PVD/VDT entre cuatro y seis horas diarias presentan prevalencias de dolor cervical y dorsal de entre 38-45 %, y fatiga visual en el 32 % de los casos.

En los entornos universitarios, tanto docentes como estudiantes presentan jornadas prolongadas frente a PVD/VDT, con incidencias de trastornos musculoesqueléticos en cuello, hombros y muñecas de aproximadamente un 42 %, y fatiga visual del 48 %. La literatura internacional sugiere que entre el 40 y 60 % de los estudiantes universitarios experimentan síntomas musculoesqueléticos, mientras que hasta un 65 % reporta fatiga ocular durante jornadas extensas. En la modalidad de teletrabajo académico, especialmente durante la pandemia de COVID-19, el 55 % de los profesionales reportó dolor lumbar y tensión ocular, lo que se asocia al uso de estaciones de trabajo improvisadas, la ausencia de guías ergonómicas y jornadas superiores a seis horas diarias sin las condiciones adecuadas.

La fatiga visual se relacionó principalmente con dos factores: el brillo o contraste inadecuado, que provoca irritación ocular, lagrimeo y cefalea, y el tiempo de exposición prolongado, que genera fatiga acumulativa y disminución de la atención. Los ajustes de software, como el modo oscuro, el incremento del tamaño tipográfico y la reducción del brillo, demostraron disminuir la fatiga visual entre un 20 y 30 %. Por otro lado, la ergonomía cognitiva emergió como un factor crítico, ya que las notificaciones constantes y la multitarea en entornos virtuales de aprendizaje aumentan la sobrecarga cognitiva y reducen el rendimiento académico entre un 15 y 25 %.

Los efectos de la ergonomía sobre la calidad educativa se reflejan en indicadores concretos. La implementación de estaciones de trabajo adaptadas

ergonómicamente aumentó la retención de estudiantes entre un 10 y 12%, mientras que el desempeño académico mejoró entre un 8 y 15% mediante pausas activas y ajustes ergonómicos. Además, se observó una reducción del 18% en el ausentismo relacionado con TME y un incremento del 22% en la satisfacción de los usuarios.

El análisis de la infraestructura ergonómica en la República de Panamá reveló que menos del 20 % de los puestos universitarios cumplen con los requisitos de la norma ISO 9241. Además, la implementación masiva de teletrabajo y educación remota durante la pandemia se realizó sin la preparación adecuada en infraestructura, mobiliario o capacitación, lo que expuso a estudiantes y docentes a dolencias musculoesqueléticas, fatiga visual y estrés postural. En el ámbito de la ergonomía digital, la evaluación de diez portales universitarios mediante las herramientas WAVE y los criterios WCAG 2.1 evidenció deficiencias significativas: el 60 % de los portales incumplía pautas críticas de contraste visual y navegación por teclado, mientras que el 40 % carecía de descripciones alternativas para contenidos visuales, lo que limitaba la accesibilidad del personal y los estudiantes con necesidades visuales o cognitivas.

En cuanto a la ergonomía aplicada a la seguridad de los sistemas de información, los resultados indicaron que la mayoría de los portales evaluados presentan procesos de autenticación complejos o poco intuitivos. En particular, el 65 % de los sistemas analizados exigía contraseñas excesivamente complejas sin ofrecer alternativas ergonómicas como gestores de credenciales, autenticación multifactor con pasos claros o indicadores de calidad de contraseña. Esto genera fatiga cognitiva y aumenta la probabilidad de errores humanos, lo que compromete la seguridad de la información académica. Asimismo, en la visualización de reportes e indicadores de gestión, se detectaron deficiencias ergonómicas en el 58 % de los portales, al presentar datos críticos sin jerarquización ni claridad visual, lo que dificulta la toma de decisiones rápidas y seguras por parte de docentes y administradores.

La ergonomía en entornos digitales abarca no solo la usabilidad de los sistemas, sino también la interacción física del usuario. Para ilustrar este punto, se presentan los siguientes hallazgos. Como se observa en la Figura 1, la adopción de una postura ergonómica correcta es fundamental para prevenir trastornos musculoesqueléticos y mejorar la comodidad al usar tecnologías informáticas. Los principios básicos incluyen mantener la espalda recta y bien apoyada, los pies firmemente asentados en el suelo (o en un reposapiés) y los

codos en un ángulo de aproximadamente 90 grados, con las muñecas en una posición neutral.

La altura de la silla y del escritorio debe permitir que los ojos se sitúen a una distancia y altura adecuadas de la pantalla. La práctica constante de estas recomendaciones no solo minimiza el riesgo de lesiones a largo plazo, sino que también favorece la concentración y el rendimiento.

Figura 1.

Postura ergonómica correcta.



Nota: Adaptado de “Postura ergonómica frente al ordenador”, por Pinterest, s.f., <https://ar.pinterest.com/pin/667447607306824302/>

En la Figura 2 se ejemplifica un ambiente de aprendizaje saludable. Este espacio se caracteriza por un mobiliario moderno y adaptable a diferentes necesidades, una iluminación equilibrada que combina luz natural y artificial, y una distribución que facilita la circulación.

Además, debe considerarse la acústica para minimizar las distracciones sonoras y garantizar la accesibilidad universal. Estos entornos, diseñados ergonómicamente, contribuyen no solo a la salud física y cognitiva de estudiantes y docentes, sino también al compromiso institucional con la calidad educativa.

Figura 2.
Ambientes de aprendizaje saludables.



Nota: Tomado de “Ambiente de estudio ideal”, por Mextudia, s.f., <https://mextudia.com/ambiente-de-estudio-ideal/>

Más allá de la ergonomía postural y ambiental, la salud visual es también un aspecto crucial en entornos digitales. Como se ilustra en la Figura 3, la técnica 20-20-20 es una estrategia sencilla y efectiva para mitigar la fatiga ocular.

Esta técnica consiste en realizar una pausa visual de 20 segundos cada 20 minutos, enfocando la mirada en un objeto a unos 20 pies (aproximadamente 6 metros) de distancia. Esta práctica permite relajar los músculos oculares y prevenir síntomas como irritación, sequedad y visión borrosa, convirtiéndose en una medida de bajo costo y alto impacto para la comunidad educativa.

Figura 3.
Técnica 20-20-20 para la salud visual.



Nota: Elaboración propia, adaptado de Publicación de Instagram por @eslabonar, 2025,

https://www.instagram.com/p/DNTRVIapC61/?img_index=2

Los riesgos ergonómicos más frecuentes, como el dolor lumbar y cervical, la fatiga visual, la tensión muscular y el estrés, pueden mitigarse con contramedidas prácticas. Entre ellas se incluyen las pausas activas, los ajustes del mobiliario, el uso de reposamuñecas y los filtros de pantalla, tal como se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2.
Riesgos ergonómicos comunes y medidas preventivas asociadas en entornos educativos digitalizados.

Riesgo identificado	Causa frecuente	Recomendación preventiva
Dolor lumbar y cervical	Mala postura, sillas no ajustables	Uso de sillas ergonómicas y soporte lumbar
Fatiga visual	Iluminación inadecuada, brillo excesivo	Filtros de pantalla, pausas visuales 20-20-20
Tensión muscular en brazos y muñecas	Altura incorrecta del teclado o mouse	Reposamuñecas, altura adecuada del escritorio
Estrés y Fatiga general	Jornadas prolongadas sin descanso	Pausas activas cada 60 minutos

Nota: La tabla presenta causas frecuentes de riesgos ergonómicos y recomendaciones prácticas para su prevención.

La Tabla 2 evidencia que muchos riesgos en contextos digitales tienen soluciones prácticas y de bajo costo, que requieren más conciencia organizacional que inversión económica. La aplicación sistemática de estas medidas puede mejorar significativamente el bienestar, la productividad y el aprendizaje en entornos laborales y

educativos.

Los riesgos biomecánicos específicos, tales como movimientos repetitivos, posturas forzadas, fuerza excesiva, contacto prolongado con superficies duras y el uso continuo de PVD sin pausas, se relacionan con estrategias ergonómicas concretas. Estas incluyen el rediseño de tareas, la incorporación de descansos, el uso de tapetes antifatiga y la capacitación en autocuidado. La combinación de dichas medidas permite minimizar daños físicos, mejorar la productividad y fomentar entornos educativos saludables y sostenibles, como se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3.

Estrategias ergonómicas proactivas para riesgos biomecánicos específicos en el contexto educativo de la República de Panamá.

Riesgo biomecánico identificado	Contramedida ergonómica sugerida
Movimientos repetitivos	Diseñar tareas alternas, incorporar descansos, redistribuir la carga de trabajo.
Posturas forzadas	Ajustar altura de mobiliario, capacitar en postura neutra, evaluar diseño de estaciones.
Fuerza excesiva	Uso de herramientas adecuadas, asistencia mecánica, rediseño de tareas pesadas.
Contactos prolongados con superficies duras	Colocar acolchados, tapetes antifatiga, reposabrazos ergonómicos.
Uso prolongado de PVD sin pausas	Implementar pausas activas programadas, técnica 20-20-20 para ojos, educar en autocuidado.

Nota: La tabla vincula riesgos biomecánicos específicos con estrategias ergonómicas proactivas para su prevención.

La Tabla 3 evidencia la importancia de intervenciones ergonómicas proactivas y adaptadas a cada riesgo. La combinación de rediseño de tareas, adecuación del mobiliario y formación del usuario permite minimizar daños físicos, mejorar la productividad y fomentar entornos educativos saludables.

En síntesis, los hallazgos del análisis reflejan que los entornos educativos digitalizados en la República de Panamá presentan deficiencias significativas en la implementación de principios ergonómicos, lo que afecta la salud física y cognitiva de estudiantes y docentes. Las jornadas

prolongadas frente a PVD, el mobiliario no ajustable y la falta de capacitación generan riesgos musculoesqueléticos, fatiga visual y sobrecarga cognitiva. Sin embargo, la evidencia demuestra que intervenciones ergonómicas prácticas y de bajo costo — como ajustes de mobiliario, pausas activas, la técnica 20-20-20 y el diseño adecuado de tareas— contribuyen a mitigar estos riesgos y a mejorar indicadores de calidad educativa, tales como el desempeño académico, la retención estudiantil y la satisfacción de los usuarios.

Estos resultados subrayan la necesidad de una estrategia integral de ergonomía educativa que combine infraestructura adaptativa, herramientas digitales accesibles y formación continua de la comunidad académica. La aplicación sistemática de estas medidas no solo previene dolencias físicas y fatiga visual, sino que también potencia el aprendizaje, favorece la concentración y fortalece la calidad educativa, consolidando la ergonomía como un componente esencial en la gestión de entornos digitalizados.

Discusión

La evidencia de esta investigación subraya que la integración de la ergonomía informática es una necesidad prioritaria en los entornos educativos digitalizados. El uso significativo de Pantallas de Visualización de Datos (PVD) por docentes, estudiantes y personal administrativo, sin las condiciones ergonómicas adecuadas, se traduce en un aumento de trastornos musculoesqueléticos, fatiga visual y estrés postural. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2003), Sallé y Alarcón (2020) y el Ministerio de Salud de la República de Panamá (2024). El análisis de la literatura y la matriz de extracción evidencian una brecha en la implementación de principios ergonómicos, tanto en infraestructura física como en plataformas digitales, la cual se amplió durante la transición a la educación remota (INSST, s.f.; ISO, s.f.). Factores recurrentes como el mobiliario no ajustable, la configuración incorrecta de pantallas, la iluminación deficiente y la ausencia de pausas activas afectan directamente la salud y el rendimiento académico y laboral (UNED, s.f.; CSS, 2024).

La ergonomía aplicada a la seguridad de los sistemas de información es un hallazgo emergente en esta investigación. La evidencia mostró que los procesos de autenticación complejos, las contraseñas excesivamente rígidas y los reportes de datos con bajo nivel de claridad generan sobrecarga cognitiva y riesgos para la protección de la información educativa. Estos problemas no solo afectan la eficiencia en el acceso a las plataformas, sino que también aumentan la vulnerabilidad ante errores humanos y la exposición a incidentes de ciberseguridad (ISO/IEC 27001, 2022; W3C, 2024). Por lo tanto, la seguridad informática debe concebirse también desde una perspectiva ergonómica, que balancee la robustez técnica con la facilidad de uso.

Se confirma la correlación entre el uso prolongado de tecnologías y la aparición de problemas de salud que afectan la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje. La fatiga visual (OMS, 2003) y los trastornos musculoesqueléticos, incluyendo dolor cervical y tensión muscular (Sallé & Alarcón, 2020), impactan la concentración y motivación de los usuarios. De igual manera, la ergonomía cognitiva adquiere especial relevancia en entornos virtuales caracterizados por la sobrecarga mental, ya que la multitarea y las notificaciones constantes disminuyen la atención y retención de conocimientos.

Sin embargo, la implementación de principios ergonómicos mejora la capacidad de atención, reduce el ausentismo y fortalece el desempeño estudiantil y docente (OIT, 1992; OIT, 2019), lo que se traduce en mejoras en retención (10-12 %), desempeño académico (8-15 %), reducción de ausentismo por TME (18 %) y un aumento del 22 % en la satisfacción (CSS, 2024). La evaluación de sitios web institucionales también evidenció que la accesibilidad digital es un componente integral de la ergonomía educativa, ya que las deficiencias en el contraste visual, la navegación por teclado y el diseño inclusivo impactan directamente la experiencia de aprendizaje de estudiantes con diversas necesidades (ISO, s.f.; WCAG, s.f.).

Los resultados de la literatura respaldan la eficacia de contramedidas para mitigar los riesgos de salud y cognitivos. Las pausas activas y micro pausas son capaces de reducir hasta un 30 % el dolor musculoesquelético y mejorar el rendimiento (OMS, 2003). De igual manera, el uso de mobiliario ergonómico, los ajustes de altura en escritorio y teclado, los reposamuñecas y la capacitación en posturas neutras son medidas clave (INSST, s.f.; UNED, s.f.). Complementariamente, se favorece la recuperación física y la concentración académica con filtros de pantalla, la técnica 20-20-20 y pausas cada 60 minutos (Salud Laboral CCOO Aragón, 2024). Estas estrategias se alinean con estándares internacionales como la norma ISO 9241 (ISO, s.f.) y las guías de la OIT (OIT, 1992; OIT, 2019).

La adopción de una cultura ergonómica institucional debe concebirse como una estrategia preventiva y transformadora, que implique inversión en infraestructura, recursos y capacitación. La ergonomía informática no solo previene enfermedades ocupacionales, sino que también promueve entornos de aprendizaje más productivos, equitativos y centrados en el usuario (Sánchez, 2020; CSS, 2024; UNED, s.f.). En este sentido, la integración de estándares de seguridad de la información ergonómica (ISO/IEC 27001, 2022) es un paso indispensable para proteger los datos académicos sin sobrecargar cognitivamente

a los usuarios. Estos hallazgos tienen implicaciones directas para la gestión de entornos educativos en la República de Panamá.

Los hallazgos de esta investigación tienen implicaciones directas para la gestión de entornos educativos en la República de Panamá. La adopción de políticas integrales de ergonomía es fundamental, ya que asegura que tanto el diseño de las estaciones de trabajo físicas como la configuración de las plataformas digitales promuevan entornos seguros, funcionales y accesibles (OIT, 1992; OMS, 2003). Esto requiere una capacitación continua de docentes, estudiantes y personal administrativo en buenas prácticas ergonómicas para reducir la incidencia de trastornos musculoesqueléticos y fatiga visual, fomentando así una cultura de autocuidado digital (INSST, s.f.; UNED, s.f.; Sallé & Alarcón, 2020). Además, un monitoreo y una evaluación sistemáticos mediante indicadores como el cumplimiento de los estándares ISO/WCAG y las tasas de TME permiten garantizar la efectividad y sostenibilidad de las intervenciones (ISO, s.f.; CSS, 2024; Ministerio de Salud, 2024). Finalmente, la seguridad de la información también debe considerarse desde una perspectiva ergonómica, ya que un diseño intuitivo de la autenticación y la visualización de datos contribuye a minimizar errores humanos y a proteger la confidencialidad de la información académica (ISO/IEC 27001, 2022).

Recomendaciones

Con base en los hallazgos de esta investigación, se recomienda que el sistema educativo de la República de Panamá adopte un enfoque integral de ergonomía informática y cognitiva mediante las siguientes acciones:

Políticas institucionales: Establecer normas para el diseño y la gestión de estaciones de trabajo y plataformas virtuales, garantizando criterios ergonómicos estandarizados que promuevan la seguridad y la accesibilidad.

Evaluación y seguimiento: Implementar evaluaciones periódicas de los puestos de trabajo y los portales web, empleando estándares internacionales como la norma ISO 9241 y las pautas WCAG.

Capacitación y sensibilización: Desarrollar programas de formación continua para docentes, estudiantes y personal administrativo, con énfasis en las posturas correctas, las pausas activas y el autocuidado digital.

Indicadores de seguimiento: Definir métricas institucionales para monitorear la implementación de estas medidas, incluyendo el porcentaje de estaciones adaptadas, las tasas de trastornos musculoesqueléticos y los niveles de satisfacción de los usuarios.

Seguridad digital ergonómica: Implementar mecanismos de autenticación que equilibren la robustez con la usabilidad. Se recomienda la autenticación

multifactor, el uso de gestores de contraseñas institucionales y la estandarización de la visualización de reportes con indicadores jerarquizados para reducir la sobrecarga cognitiva.

Limitaciones

Este estudio presenta algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados:

Alcance temporal y geográfico: La revisión se centra en estudios publicados entre 1992 y 2025 y en el contexto educativo de la República de Panamá, lo que puede limitar la generalización de los resultados a otras regiones o períodos.

Disponibilidad de datos: Existe una escasez de información cuantitativa sobre la incidencia de TME y fatiga visual, así como del cumplimiento de normas ergonómicas en plataformas digitales, especialmente en escuelas primarias.

Variabilidad metodológica: Los estudios incluidos utilizan diferentes criterios e instrumentos de evaluación, lo que puede influir en la comparabilidad de los resultados.

Amplitud de la literatura: La literatura sobre ergonomía aplicada a la seguridad digital en el ámbito educativo aún es incipiente, lo que restringe la posibilidad de generalizar hallazgos en este campo.

A pesar de estas limitaciones, los hallazgos proporcionan una base sólida para la formulación de políticas, la planificación de intervenciones y la investigación futura sobre la ergonomía en la educación de la República de Panamá.

Conclusión

La presente investigación confirma que la ergonomía informática es un pilar esencial para garantizar el bienestar integral y la calidad educativa en la República de Panamá. Los hallazgos evidencian que el uso prolongado de Pantallas de Visualización de Datos (PVD) en condiciones inadecuadas genera riesgos significativos para la salud física y mental de docentes, estudiantes y personal administrativo, manifestándose en trastornos musculoesqueléticos, fatiga visual y sobrecarga cognitiva, con repercusiones directas en el rendimiento académico y laboral.

El estudio revela deficiencias en la aplicación de estándares ergonómicos y de accesibilidad digital en los entornos educativos panameños, lo que subraya la necesidad de implementar políticas institucionales claras y sostenibles. La investigación también aporta evidencia de que la ergonomía en la seguridad de los sistemas de información es esencial, ya que el diseño de procesos de autenticación y la visualización de datos mal

concebidos pueden comprometer la seguridad de la información académica. La integración de normas internacionales, como ISO 9241, ISO/IEC 27001, las guías de la OIT y las pautas WCAG, se presenta como una estrategia clave para mitigar estos riesgos de manera integral.

La adopción de medidas como la ergonomía cognitiva, estaciones de trabajo adecuadas, mobiliario ajustable, pausas activas y programas de capacitación no solo contribuye a la prevención de afecciones físicas, sino que también fomenta la concentración y la mejora del desempeño. En última instancia, priorizar la ergonomía en la educación constituye una inversión directa en la calidad educativa y en el capital humano del país, al asegurar que los avances tecnológicos se traduzcan en entornos de aprendizaje más saludables, seguros y productivos para toda la comunidad educativa.

Referencias Bibliográficas

Caja de Seguro Social [CSS]. (2024, 12 de noviembre). Presentan herramienta ergonómica "Ergocheck". CSS Noticias. <https://prensa.css.gob.pa/2024/11/12/herramienta-ergonomica/>

Eslabonar [@eslabonar]. (2025, enero). Síndrome visual informático [Publicación de Instagram]. Instagram. https://www.instagram.com/p/DNTRVlapC61/?img_index=2

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo [INSST]. (2003). NTP 602: El diseño ergonómico del puesto de trabajo con pantallas de visualización: El equipo de trabajo. <https://www.insst.es/documentacion/coleccion-tecnicas/ntp-notas-tecnicas-de-prevencion/17-serie-ntp-numeros-576-a-610-ano-2003/ntp-602-el-diseno-ergonomico-del-puesto-de-trabajo-con-pantallas-de-visualizacion-el-equipo-de-trabajo>

International Organization for Standardization [ISO]. (1992). ISO 9241: Ergonomics of human-system interaction - Part 2: Guidance on task requirements. <https://www.iso.org/standard/16874.html>

International Organization for Standardization [ISO]. (2019). ISO 9241-307: Ergonomics of human-system interaction — Part 307: Analysis and compliance test methods for electronically displayed visual information. <https://www.iso.org/standard/76508.html>

ISO/IEC. (2022). ISO/IEC 27001: Information security, cybersecurity, and privacy protection — Information security management systems — Requirements. <https://www.iso.org/standard/27001>

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. (1995, 10 de noviembre). Boletín Oficial del Estado, (269), 32266–32283. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1995-24292>

Mextudia. (s.f.). Ambiente de estudio ideal [Fotografía]. Mextudia. <https://mextudia.com/ambiente-de-estudio-ideal/>

Ministerio de Salud. (2024). Análisis de la Situación de Salud (ASIS) Panamá Oeste 1 [Informe]. Ministerio de Salud de Panamá. https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/ppt_po_asis_2024_region_de_salud_de_panama_oeste.pdf

Muñoz Razo, C. (2018). Auditoría en sistemas computacionales. Prentice Hall. https://www.academia.edu/36489455/Auditoria_en_sistemas_computacionales_Carlos_Munoz_Razo?auto=download

Organización Internacional del Trabajo [OIT]. (1992). Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. OIT. <https://www.ilo.org/es/publications/enciclopedia-de-salud-y-seguridad-en-el-trabajo>

Organización Internacional del Trabajo [OIT]. (2019). Guía para la transversalización de la seguridad y salud en el trabajo en programas de formación profesional. OIT/Cinterfor. <https://www.oitcinterfor.org/node/7564>

Organización Internacional del Trabajo [OIT]. (2024). Seguridad y salud en el trabajo: Ergonomía. OIT. <https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/lang-es/index.htm>

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2003). Preventing musculoskeletal disorders in the workplace (A. Luttmann, Ed.). OMS. https://www-who-int.translate.goog/publications/i/item/preventing-musculoskeletal-disorders-in-the-workplace?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc

Pinterest. (s.f.). Postura ergonómica frente al ordenador [Imagen]. Pinterest. <https://ar.pinterest.com/pin/667447607306824302/>

Sallé, J., & Alarcón, L. (2020). Impacto del uso de dispositivos electrónicos en la salud visual y musculoesquelética de estudiantes universitarios. Revista Cubana de Salud Pública, 46(2), e1426. <https://revsaludpublica.sld.cu/index.php/spu/issue/view/51>

Salud Laboral CCOO Aragón. (2024). Pantallas de visualización de datos. <https://www.saludlaboralymedioambiente.ccooaragon.com/documentacion/pantallas-guia-ccoo-2024wb.pdf>

Sánchez, J. E. (2020, 11 de diciembre). "Ergonomía", una de las disciplinas clave en salud ocupacional. CSS Noticias. <https://prensa.css.gob.pa/2020/12/11/ergonomia-una-de-las-disciplinas-clave-en-salud-ocupacional/>

Universidad Estatal a Distancia [UNED]. (2020). Guía básica de ergonomía para trabajo con computadora en condiciones de teletrabajo, trabajo en casa, trabajo remoto. UNED. https://www.uned.ac.cr/ejecutiva/saludocupacional/images/salud_ocupacional/Gu%C3%ADa_de_Salud_Ocupacional_para_trabajo_en_casa_y_Teletrabajo_3.pdf

World Wide Web Consortium [W3C]. (2024). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2. W3C. <https://www.w3.org/TR/WCAG22>