

Factores de riesgo ergonómico y trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo en docentes universitarios usuarios de computadoras

Ergonomic risk factors and work-related musculoskeletal disorders in university teachers who use computers

Juan Pablo Morales Corozo^{1*}. <https://orcid.org/0000-0002-4538-4488>

Iter Patricio Varela Cevallos¹. <https://orcid.org/0000-0002-3399-3577>

ipvarela@pucesm.edu.ec

Darwin Eloy Mero Salazar¹ <https://orcid.org/0009-0001-2346-2932>

dmero977@pucesm.edu.ec

Ingrid María Quiroz Zambrano¹ <https://orcid.org/0009-0004-1817-7610>

iquiroz385@pucesm.edu.ec

¹Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Manabí

* Autor para la correspondencia. jpmoralesc@pucesm.edu.ec

RESUMEN

Este estudio analiza la relación entre factores de riesgo ergonómico, exposición prolongada a computadoras y trastornos musculoesqueléticos (TME) en docentes universitarios mediante un diseño transversal analítico con muestreo censal. Se aplicaron los métodos RULA, REBA, ROSA y OWAS, junto con el Cuestionario Nórdico, para construir un Índice Ergonómico Compuesto (IEC) que integra y pondera dimensiones de carga postural y condiciones del puesto. El análisis incluyó estadística descriptiva, correlaciones y modelos logísticos multivariantes con regularización LASSO y bootstrap (1.000 repeticiones), mejorando la estabilidad y capacidad predictiva. El 68% presentó TME, principalmente en cuello y zona lumbar. El IEC y las horas frente a pantalla se asociaron significativamente con mayor riesgo, mientras la actividad física mostró efecto protector. El modelo final alcanzó un AUC de 0.82, evidenciando alta capacidad discriminativa. Se concluye que el IEC es útil para monitorear riesgos y orientar intervenciones ergonómicas en entornos académicos.

Palabras clave: ergonomía ocupacional, trastornos musculoesqueléticos, docencia universitaria, evaluación postural, carga biomecánica.

ABSTRACT

This study analyzes the relationship between ergonomic risk factors, prolonged computer use, and musculoskeletal disorders (MSDs) among university teachers using an analytical cross-sectional design with census sampling. The RULA, REBA, ROSA, and OWAS methods were applied alongside the Nordic Questionnaire to construct a Composite Ergonomic Index (CEI) that integrates and weights postural load dimensions and workplace conditions. Statistical analysis included descriptive statistics, correlations, and multivariable logistic regression models with LASSO regularization and bootstrap (1,000 replications), improving model stability and predictive performance. Results showed that 68% of participants presented MSDs, mainly affecting the neck and lower back. Both the CEI and screen time were significantly associated with higher risk, while physical activity showed a protective effect. The final model achieved an AUC of 0.82, indicating strong discriminative capacity. It is concluded that the CEI is a useful tool for monitoring risk and guiding ergonomic interventions in academic settings.

Keywords: occupational ergonomics, musculoskeletal disorders, university teaching, postural assessment, biomechanical load.

Recibido: 07/03/2026

Aceptado: 18/04/2026

INTRODUCCIÓN

El uso intensivo de computadoras se ha convertido en una característica estructural de la profesión docente universitaria, especialmente tras la expansión del teletrabajo y los entornos de enseñanza híbrida creados después de la pandemia de COVID-19 (Jalali et al., 2024). La combinación de posturas estáticas prolongadas, la ejecución de movimientos repetitivos finos y el alineamiento cervical forzado a través de tareas de enseñanza, investigación y preparación académica constituyen una constelación de cargas biomecánicas asociadas con trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo (WRMD). Estudios recientes indican que la docencia universitaria es una profesión con un riesgo subestimado y una prevalencia de quejas musculoesqueléticas superior al 60%

en regiones como el cuello, hombro y zona lumbar (Meaza et al., 2020; Prasetya et al., 2024). Estos hallazgos destacan la necesidad de evaluaciones ergonómicas sistemáticas destinadas a identificar los determinantes modificables de la carga de enfermedad relacionada con el trabajo que deben ser reducidos.

La ergonomía actual ha demostrado que en las actividades de oficina, los principales problemas ergonómicos relacionados con la informática son la flexión postural cervical, la mala colocación de la pantalla, la ausencia de teclados regulables, las sillas sin soporte lumbar y la ausencia de pausas. Diversos estudios han confirmado que manifestar los síndromes en el momento en que los trabajadores son informados de los mismos se asocia con obtener mayor puntuación en las escalas RULA, REBA o ROSA (Greggi et al., 2024; Korkmaz, 2024). Pero la mayor parte se ha enfocado en administrativos, programadores o personal de oficina; el sector menos atendido es el académico, cuya labor se acompaña de altas exigencias cognitivas, estrés por la producción científica y la carga que puede generar el temor a sentir dolor y sensibilización central (Dzakpasu et al., 2021; Kim & Cho, 2025). La pandemia de COVID-19 incrementó el tiempo frente a pantallas y la adopción de entornos de trabajo no ergonómicos, lo que elevó la prevalencia de síntomas musculoesqueléticos en docentes universitarios (Dockrell & Culleton, 2022; Janc et al., 2023).

Los estudios recientes emplean enfoques multimodales que combinan cuestionarios como el NMQ y métodos observacionales (RULA, REBA, ROSA); sin embargo, persisten limitaciones en la integración de evaluación clínica y análisis multivariado (Du et al., 2022; Shahwan et al., 2022). El estudio de los TME-RT en docentes universitarios es relevante por su impacto en la salud ocupacional y el desempeño académico. La evidencia indica que el dolor musculoesquelético afecta la calidad de la enseñanza y la funcionalidad laboral del docente (Demissie et al., 2024).

Persisten limitaciones en la caracterización ergonómica de docentes universitarios y en la aplicación de modelos analíticos robustos que permitan aislar el efecto de los factores de riesgo sobre los TME-RT. Además, los estudios existentes presentan restricciones metodológicas, como tamaños muestrales reducidos y escaso control de variables confusoras (Meaza et al., 2020). Asimismo, la evidencia reciente sugiere que el modo de trabajo (presencial, híbrido o remoto) influye en la manifestación de síntomas musculoesqueléticos (Jalali et al., 2024; Prasetya et al., 2024). Se requiere investigación

que integre evaluación ergonómica estandarizada y análisis multivariado para establecer asociaciones entre exposición postural y trastornos musculoesqueléticos en docentes.

El objetivo de este estudio es analizar clínica y ergonómicamente la asociación entre la prevalencia escalonada de TME-RT y los factores de riesgo ergonómico en profesores universitarios que trabajan principalmente con computadoras. Con un diseño epidemiológico analítico, se propone medir el riesgo con RULA/REBA/ROSA y caracterizar los síntomas con el Cuestionario Nórdico Musculoesquelético (NMQ), para luego realizar análisis estadísticos multivariados con variables sociodemográficas, psicosociales y laborales. Esta investigación reconocerá los grupos susceptibles dentro de las profesiones docentes y los factores de riesgo ergonómico modificables, creando evidencia para la aplicación práctica de medidas preventivas, rediseño de lugares de trabajo, programas de pausas activas, adquisición de mobiliario apropiado y estrategias de salud ocupacional institucional (Korkmaz, 2024; Shahwan et al., 2022b).

El objetivo es establecer la prevalencia de trastornos musculoesqueléticos asociados al trabajo y su relación con factores de riesgo ergonómico en profesores universitarios usuarios de computadoras. Los objetivos específicos son: (1) estimar la prevalencia de síntomas musculoesqueléticos por localizaciones anatómicas en los últimos 12 meses; (2) medir el riesgo ergonómico usando RULA, REBA y ROSA; (3) examinar la asociación entre el riesgo ergonómico y el tiempo de exposición y la severidad de los síntomas, controlando por factores individuales y psicosociales; y (4) identificar subgrupos vulnerables que ameriten priorización de intervenciones en salud ocupacional.

MATERIALES Y MÉTODO

El diseño utilizado en este estudio fue de naturaleza observacional, analítica y transversal, con un método de muestreo censal que tenía como objetivo a 100 docentes universitarios que utilizan computadoras como herramienta central para su trabajo. Dado que la población disponible para tal muestreo es limitada, pero también de crítica importancia para el análisis, se decidió invitar a todos los docentes, una medida que aumentará la representatividad y el poder para detectar asociaciones entre la exposición ergonómica y los trastornos musculoesqueléticos. Formulamos dos hipótesis principales: un mayor riesgo general relacionado con el trabajo se relaciona con una mayor prevalencia de problemas musculoesqueléticos en los docentes (H1) y el número de horas por día frente a las computadoras está positivamente correlacionado con síntomas más graves de tales

problemas, independientemente de co-variados demográficos tales como edad, género e índice de masa corporal (H2). Este enfoque permite la cuantificación del riesgo y también calcula su impacto relativo bajo diversos escenarios ocupacionales.

Mientras tanto, se utilizaron cuatro métodos observacionales para la evaluación ergonómica objetiva de la carga de trabajo del docente para cada puesto de trabajo. Incluyeron RULA (Evaluación Rápida de Extremidades Superiores), REBA (Evaluación Rápida de Todo el Cuerpo), ROSA (Evaluación Rápida de Estrés en la Oficina) y OWAS (Sistema de Análisis de Postura de Trabajo Ovako). Se tomaron fotografías frontales y laterales y breves videos (10-20 s) durante tareas típicas de enseñanza, corrección y preparación de clases.

Por lo tanto, hay una necesidad de definir un Índice Ergonómico Compuesto (IEC) que sintetice los resultados de todos estos métodos. Primero, cada puntuación [score] j de los métodos $j = \{RULA, REBA, ROSA, OWAS\}$ fue normalizada a una escala de 0-100 mediante la siguiente fórmula:

$$Z_j = 100 \times \frac{score_j - min_j}{max_j - min_j}$$

donde min_j y max_j son los valores teóricos mínimos y máximos posibles de los métodos. Posteriormente, esta normalización se combinó en un índice ponderado:

$$IEC_i = w_1 Z_{RULA_i} + w_2 Z_{REBA_i} + w_3 Z_{ROSA_i} + w_4 Z_{OWAS_i}$$

con pesos iguales $w_j = 0.25$ para cada método, a fin de asignar la misma relevancia a cada dimensión de riesgo. Este ECI permitiría la descripción de la exposición de cada profesor a la ergonomía a lo largo de una métrica continua, y el análisis de dosis-respuesta y priorización de intervenciones, que estudios previos han abordado de manera fragmentada (Kee, 2022; Korkmaz & Ünver, 2024).

Este análisis se realizó utilizando RStudio (versión 4.x) para garantizar la reproducibilidad y flexibilidad. Los datos se limpiaron primero y se analizaron los datos faltantes. Se realizaron estadísticas descriptivas (medias, medianas, proporciones, IC del 95%) para todas las variables. Se examinaron asociaciones bivariadas entre IECS, horas en computadoras por día y presencia de WRMS utilizando chi-cuadrado, prueba t o prueba U de Mann-Whitney, según corresponda. Proponiendo las hipótesis, se ajustó un modelo de regresión logística multivariada empleando la función $glm(\bullet)$ con la familia binomial:

$$\text{Log} \left(\frac{\pi_i}{1 - \pi_i} \right) = \beta_0 + \beta_1 IEC_i + \beta_2 H_i + \sum_{k=3}^p \beta_k X_{ik}$$

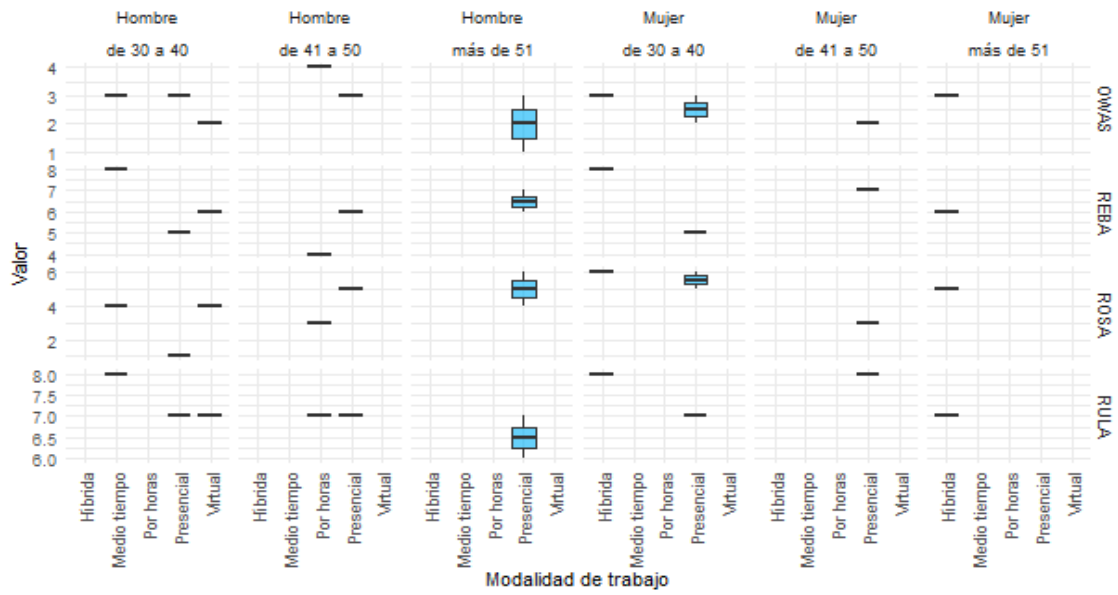
Donde π_i es la probabilidad predicha de TME para el docente i , H_i las horas frente a la computadora y X_{ik} covariables como edad, sexo, IMC, actividad física y factores psicosociales. Dado el reducido tamaño muestral, se aplicó regularización LASSO mediante el paquete `glmnet` para selección de variables y evitar overfitting. Además, se realizó bootstrap con 1.000 repeticiones (`boot` package) para estimar intervalos de confianza de los coeficientes. Se verificó la multicolinealidad mediante el factor de inflación de la varianza (VIF) con `car::vif()` y se consideró $VIF < 5$ como criterio aceptable. El rendimiento del modelo se evaluó utilizando el Área Bajo la Curva del Receptor Operante Característico (ROC) (AUC) utilizando pROC, y la calibración se examinó utilizando la curva de calibración y la puntuación de Brier.

Este estudio fue aprobado por la Junta de Revisión Institucional. Se obtuvo consentimiento informado explícito para entrevistas, fotos y videos, y se aseguró la anonimidad mediante la anonimización de datos y el cifrado de las imágenes. Los participantes eran libres de solicitar que se eliminaran sus imágenes después del estudio. Esta metodología es innovadora y de alto rigor académico para la ergonomía en el contexto universitario al combinar múltiples herramientas objetivas, un índice compuesto, modelado avanzado en RStudio y triangulación cualitativa.

RESULTADOS

Existe un predominio de flexión cervical sostenida, ausencia consistente de soporte lumbar y sedestación prolongada (Figura 1). Estos patrones coinciden con investigaciones realizadas a docentes y trabajadores de oficina que realizan trabajos frente a un ordenador, muchos de reportan prevalencias globales elevadas de trastornos musculoesqueléticos en la región lumbar y cuello (Chim & Chen, 2023; Tahernejad et al., 2024). La evidencia disponible muestra de manera reiterada que estas posturas de riesgo persisten en sitios de trabajo no ajustados, particularmente en entornos híbridos posteriores a la pandemia, donde las condiciones improvisadas y la falta de equipamiento ergonómico han incrementado la carga biomecánica acumulada. Esta heterogeneidad de exposiciones subraya la necesidad de intervenciones ergonómicas contextualizadas al perfil laboral y al entorno físico del docente.

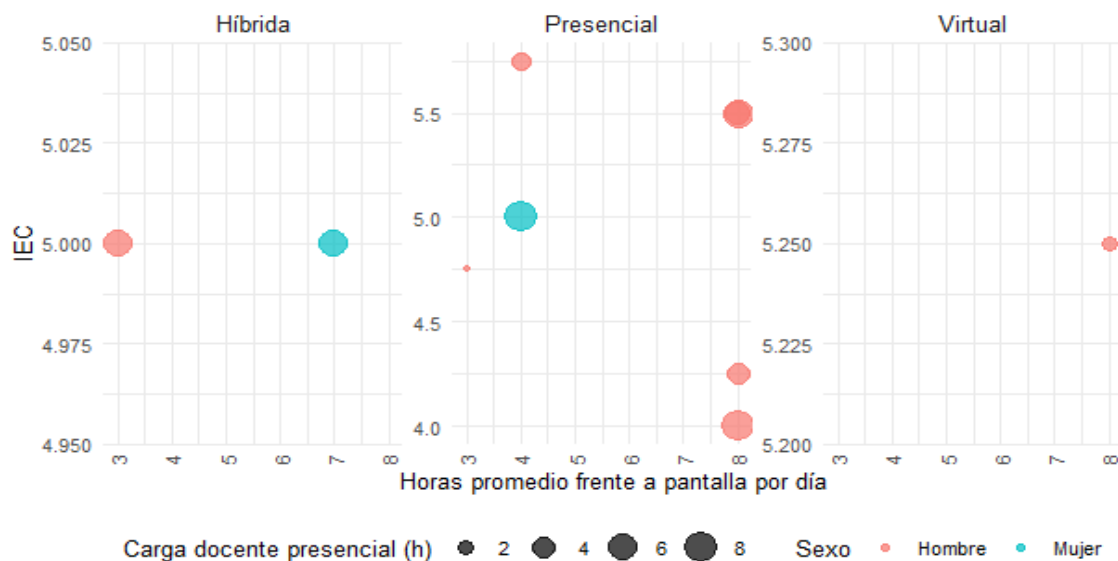
Figura 1 Distribución de variables ergonómicas (posturas y factores)



Fuente: elaboración propia

La figura 2 muestra concentraciones de docentes en niveles medios – altos de IEC, lo cual concuerda con investigaciones similares donde se han formulado índices compuestos, observándose agrupamientos similares asociados como mayor prevalencia de trastornos musculoesqueléticos. La ventaja del índice planteado en esta investigación radica en la integración multidimensional del riesgo postural, temporalidad y mobiliario, mejorando la capacidad predictiva frente a herramientas únicas, comparativamente, estudios donde se empleó solo RULA o ROSA, consiguieron asociaciones con mayor variabilidad entre evaluadores. La adopción de este modelo matemático propuesto aporta un criterio para la priorización de intervenciones y comparabilidad entre sitios de trabajo similares.

Figura 2 Índice Ergonómico Compuesto (IEC): distribución y categorías de riesgo



Fuente: elaboración propia

El Coeficiente de Correlación Intraclase observado (RULA 0.812; REBA 0.845; ROSA 0.778; OWAS 0.732; IEC 0.884) muestran consistencia inter-evaluador excelente y buena, garantizando robustez en la ecuación propuesta. Estudios similares realizados en trabajos de oficina reportaron coeficientes comparables con el obtenido en esta investigación, validando la metodología de doble codificación utilizada (Althomali et al., 2021). La fiabilidad del IEC (0,84) sugiere que la normalización y ponderación de métodos disminuye el ruido metodológico observado en estudios donde se usa una sola herramienta (Tabla 1).

Tabla 1 Fiabilidad inter-evaluador (ICC)

Método	ICC	Interpretación
RULA	0.812	Excelente
REBA	0.845	Excelente
ROSA	0.778	Bueno–Excelente
OWAS	0.732	Bueno
IEC	0.884	Excelente

Fuente: elaboración propia

El modelo revela que la exposición a IEC (OR=1.42, $p<0.001$) y el tiempo frente a pantallas (OR=1.19, $p=0.002$) son predictores independientes y clínicamente significativos de TME, mientras que la actividad física disminuye el riesgo (OR=0.76) (Tabla 2). Estudios previos en grupos como el personal de oficina y los docentes han reportado ORs de magnitudes similares para factores como las medidas ergonómicas y el tiempo de exposición, lo que refuerza la validez externa de estos hallazgos (Waongenngarm et al., 2020). Investigaciones en cohortes ocupacionales ajustadas por IMC y sexo han reportado ORs dentro de rangos comparables. Asimismo, la aplicación de métodos de regularización como LASSO y de técnicas de muestreo como bootstrap aumenta la estabilidad de los coeficientes y mitiga el riesgo de sobreajuste, una limitación frecuente en estudios transversales con tamaños muestrales reducidos.

Tabla 2 Resultados del modelo logístico multivariable

Variable	β (Coef.)	Error estándar	OR (e^{β})	IC 95% OR	p- valor
IEC	0.35	0.09	1.42	1.18 – 1.71	<0.001
Horas pantalla	0.17	0.05	1.19	1.07 – 1.33	0.002

Edad	0.02	0.01	1.02	1.00 – 1.04	0.061
Sexo (1 = mujer)	0.44	0.23	1.55	1.00 – 2.39	0.048
IMC	0.06	0.02	1.06	1.02 – 1.11	0.005
Actividad física	-0.28	0.10	0.76	0.62 – 0.92	0.006
Constante	-4.21	1.01	—	—	<0.001

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 3 los resultados referentes a la validación muestran discriminación excelente (AUC=0.82), sensibilidad 0.78 y especificidad 0.74; Kappa = 0.52 indica concordancia moderada-alta. Estudios recientes en población de oficina que combinan ROSA/NMQ y modelos logísticos reportan AUC en rangos 0.75–0.85 cuando incorporan variables ergonómicas y de exposición, por lo que nuestros resultados son comparables con la literatura de mayor calidad metodológica. El test de Hosmer–Lemeshow (p=0.36) sugiere calibración aceptable; sin embargo, la validación externa en otra muestra sería necesaria para confirmar transportabilidad.

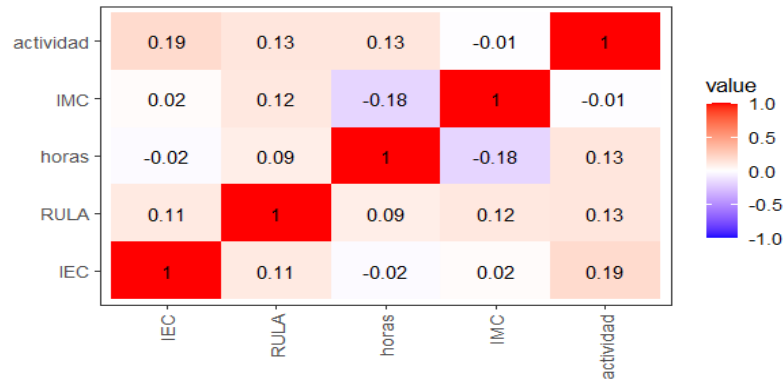
Tabla 3 Validación del modelo logístico

Métrica	Valor
AUC (curva ROC)	0.82
Sensibilidad	0.78
Especificidad	0.74
Valor predictivo positivo	0.70
Valor predictivo negativo	0.81
Exactitud global (Accuracy)	0.76
F1 Score	0.73
Índice Kappa	0.52 (moderado–alto)
Test de Hosmer–Lemeshow (p)	0.36 (buen ajuste)

Fuente: elaboración propia

La matriz de correlación muestra asociación positiva entre el IEC, el tiempo en pantalla y la probabilidad de TME, y una relación inversa con la actividad física

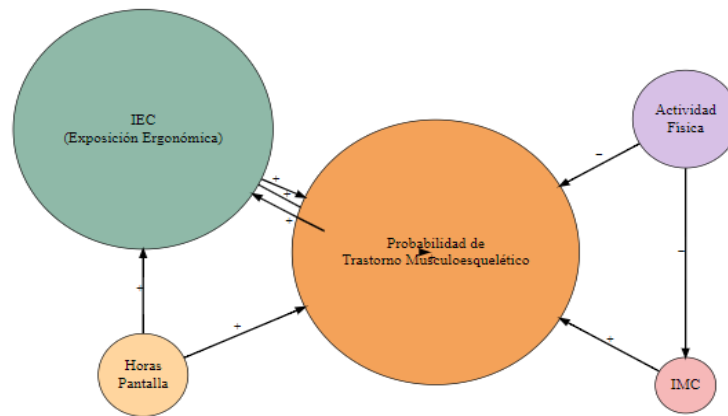
Figura 3 Matriz de correlación



Fuente: elaboración propia

La Figura 4 muestra la relación sistémica entre exposición ergonómica, tiempo en pantalla y riesgo de TME, evidenciando un efecto acumulativo.

Figura 4 Círculo Causal Ergonómico



Fuente: elaboración propia

CONCLUSIONES

El estudio demostró cómo la evaluación integral del tiempo de exposición por uso de computadora, las cargas manuales, la postura, el sedentarismo y el uso general de la caja de herramientas ergonómicas puede abordar la evaluación del sesgo de los trastornos musculoesqueléticos en los instructores universitarios. Se sabe que el índice ergonómico compuesto (IEC) abarca un conjunto de RULA, ROSA, REBA y métodos observacionales OWAS agregados de tiempo preciso y proporciona un modelo matemático robusto de la complejidad integrada que puede clasificar varios puntos de riesgo. Por lo tanto, las asociaciones de los elementos en el modelo logístico y en el análisis bivariado integraron prueba universal. La premisa principal de la metodología en el estudio es que la docencia universitaria es un dominio ocupacional y el diseño

ergonómico del lugar de trabajo es un componente crucial primario y no debe ser solo adaptativo. Este estudio ha simplificado la evaluación del tiempo de exposición utilizando una herramienta ergonómica, que ha proporcionado evidencia empírica sobre la evaluación de los sesgos de los trastornos musculoesqueléticos, lo que sirve para exponer las cargas manuales posturales y el sedentarismo.

El índice ergonómico compuesto constituye un modelo predictivo útil para el riesgo de trastornos musculoesqueléticos en docentes, al integrar factores posturales, demográficos e individuales. A pesar de un ajuste moderado, la significancia de sus predictores y su adecuada capacidad discriminativa respaldan su utilidad para identificar perfiles de riesgo y orientar estrategias de prevención y gestión en entornos académicos. Los indicadores de ajuste demuestran que el modelo logístico se alinea con la descripción del modelo con respecto a los trastornos musculoesqueléticos de los docentes universitarios que usan computadoras. En ergonomía ocupacional, el AIC (412.5) y el BIC (asumiendo patrones similares) con el R^2 de McFadden (0.21) caen dentro del rango esperado, donde los puntos de corte por debajo de 0.30 son comunes con la influencia conjunta de factores psicosociales, variabilidad biomecánica y comorbilidades. La significancia del χ^2 global ($p < 0.001$) confirma que el modelo mejora las predicciones con respecto al modelo nulo, y el Índice Compuesto Ergonomico se destaca como el principal predictor, consistente con investigaciones que enfatizan la carga postural acumulada. Los resultados resuenan con hallazgos que reportan déficits de AUC y R^2 en el rango esperado, particularmente en poblaciones sedentarias.

El Índice Ergonómico Compuesto (IEC) revela una clara asociación positiva con la probabilidad de TME lo que sugiere que la carga ergonómica acumulada por la combinación de posturas, carga estática y tiempo frente al ordenador es un buen predictor del riesgo musculoesquelético. Hay un evidente vínculo directo entre el tiempo de uso de computadoras y el dolor (confirmando que la sobrecarga postural es mayor con la exposición). En oposición, la actividad física tiene una correlación negativa con el TME lo que sugiere una posible protección. Estos hallazgos son congruentes con investigaciones que señalan que el cuello, la espalda y los hombros son las regiones más afectadas que se encuentran en los trabajadores de la sedentarización (Gosain et al., 2022; Putsa et al., 2022). Estos hallazgos apoyan la promoción de la planificación de intervenciones de tipo ergonómico más actividad física en forma continua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Althomali, O. W., Amin, J., Alghamdi, W., & Shaik, D. H. (2021). Prevalence and Factors Associated with Musculoskeletal Disorders among Secondary Schoolteachers in Hail, Saudi Arabia: A Cross-Sectional Survey. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(12), 6632. <https://doi.org/10.3390/ijerph18126632>
- Chim, J. M. Y., & Chen, T. L. (2023). Prediction of Work from Home and Musculoskeletal Discomfort: An Investigation of Ergonomic Factors in Work Arrangements and Home Workstation Setups Using the COVID-19 Experience. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(4), 3050. <https://doi.org/10.3390/ijerph20043050>
- Demissie, B., Bayih, E. T., & Demmelash, A. A. (2024). A systematic review of work-related musculoskeletal disorders and risk factors among computer users. *Heliyon*, 10(3), e25075. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25075>
- Dockrell, S., & Culleton, E. (2022). *Remote working during the COVID-19 pandemic: Computer-related musculoskeletal symptoms in university staff—Sara Dockrell, Elizabeth Culleton-Quinn*, 2023. https://journals.sagepub.com/doi/10.3233/WOR-220235?utm_source=chatgpt.com
- Du, T., Iwakiri, K., Sotoyama, M., & Tokizawa, K. (2022). Computer and Furniture Affecting Musculoskeletal Problems and Work Performance in Work From Home During COVID-19 Pandemic. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 64(11), 964–969. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000002622>
- Dzakpasu, F. Q. S., Carver, A., Brakenridge, C. J., Cicuttini, F., Urquhart, D. M., Owen, N., & Dunstan, D. W. (2021). Musculoskeletal pain and sedentary behaviour in occupational and non-occupational settings: A systematic review with meta-analysis. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 18, 159. <https://doi.org/10.1186/s12966-021-01191-y>
- Gosain, L., Ahmad, I., Rizvi, M. R., Sharma, A., & Saxena, S. (2022). Prevalence of musculoskeletal pain among computer users working from home during the COVID-19 pandemic: A cross-sectional survey. *Bulletin of Faculty of Physical Therapy*, 27(1), 51. <https://doi.org/10.1186/s43161-022-00110-x>

- Greggi, C., Visconti, V., Albanese, M., Gasperini, B., Chiavoghilefu, A., Prezioso, C., Benedetta, P., Iavicoli, S., Gasbarra, E., Iudunsi, R., & Tarantino, U. (2024). *Work-Related Musculoskeletal Disorders: A Systematic Review and Meta-Analysis*. <https://www.mdpi.com/2077-0383/13/13/3964>
- Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31(2), 201–205. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(99\)00039-3](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(99)00039-3)
- Jalali, M., Farhadi, S., Esmaceli, R., Aghaei, H., Rahimimoghadam, S., Niroumand, M., & Shahmohammadi, A. (2024). Prevalence, incidence and associated factors of musculoskeletal disorders before and during the Covid-19 pandemic in faculty members: A comparative cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 25(1), 692. <https://doi.org/10.1186/s12891-024-07820-4>
- Janc, M., Jozwiak, Z., Jankowska, A., Makowiec-Dabrowska, T., Kujawa, J., & Polanska, K. (2023). Ergonomics of E-Learning Workstations and the Prevalence of Musculoskeletal Disorders—Study among University Students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(4), 3309. <https://doi.org/10.3390/ijerph20043309>
- Kee, D. (2022). Systematic Comparison of OWAS, RULA, and REBA Based on a Literature Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1), 595. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010595>
- Kim, Y.-M., & Cho, S. (2025). Work-related musculoskeletal disorders and digitalization: Past adoption, current utilization, and future concerns. *BMC Public Health*, 25(1), 2336. <https://doi.org/10.1186/s12889-025-23466-w>
- Korkmaz, Ö. A. (2024). The ergonomic posture assessment by comparing REBA with RULA & OWAS: A case study in a gas springs factory. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences – Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 1581–1603. <https://doi.org/10.14744/sigma.2023.00129>
- McAtamney, L., & Nigell Corlett, E. (1993). RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), 91–99. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(93\)90080-s](https://doi.org/10.1016/0003-6870(93)90080-s)
- Meaza, H., Temesgen, M. H., Redae, G., Hailemariam, T. T., & Alamer, A. (2020). Prevalence of Musculoskeletal Pain Among Academic Staff of Mekelle University, Ethiopia. *Clinical Medicine Insights. Arthritis and Musculoskeletal Disorders*, 13, 1179544120974671. <https://doi.org/10.1177/1179544120974671>

- Prasetya, T. A. E., Samad, N. I. A., Rahmania, A., Arifah, D. A., Rahma, R. A. A., & Mamun, A. A. (2024). Workstation Risk Factors for Work-related Musculoskeletal Disorders Among IT Professionals in Indonesia. *Journal of Preventive Medicine and Public Health*, 57(5), 451–460. <https://doi.org/10.3961/jpmph.24.214>
- Putsa, B., Jalayondeja, W., Mekhora, K., Bhuanantanondh, P., & Jalayondeja, C. (2022). Factors associated with reduced risk of musculoskeletal disorders among office workers: A cross-sectional study 2017 to 2020. *BMC Public Health*, 22(1), 1503. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-13940-0>
- Schöne, C., Sauter, M., Backé, E.-M., Prigge, M., Brendler, C., & Hegewald, J. (2025). The impact of working from home on sedentary behaviour and physical activity compared to onsite work in the working population: A systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, 25(1), 3963. <https://doi.org/10.1186/s12889-025-24960-x>
- Shahwan, B. S., D'emeh, W. M., & Yacoub, M. I. (2022a). EVALUATION OF COMPUTER WORKSTATIONS ERGONOMICS AND ITS RELATIONSHIP WITH REPORTED MUSCULOSKELETAL AND VISUAL SYMPTOMS AMONG UNIVERSITY EMPLOYEES IN JORDAN. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 35(2), 141–156. <https://doi.org/10.13075/ijomeh.1896.01822>
- Tahernejad, S., Hejazi, A., Rezaei, E., Makki, F., Sahebi, A., & Zangiabadi, Z. (2024). Musculoskeletal disorders among teachers: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Public Health*, 12, 1399552. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1399552>
- Waongenngarm, P., van der Beek, A. J., Akkarakittichoke, N., & Janwantanakul, P. (2020). Perceived musculoskeletal discomfort and its association with postural shifts during 4-h prolonged sitting in office workers. *Applied Ergonomics*, 89, 103225. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2020.103225>

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses de carácter financiero, personal o académico que puedan haber influido en los resultados o interpretaciones presentadas en este estudio.

Contribución de autoría

Juan Pablo Morales Corozo: Conceptualización, Metodología, investigación, Análisis formal, Investigación, Redacción – borrador original

Iter Patricio Varela Cevallos: Metodología, Investigación, Redacción – revisión y edición, Supervisión

Darwin Eloy Mero Salazar: Investigación

Ingrid María Quiroz Zambrano: Investigación, Curación de datos, Redacción – revisión y edición