

DOI

<https://doi.org/10.29393/EID7-6PDJY30006>



EVALUACIÓN ERGONÓMICA Y PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE TRABAJO PARA DOCENTES DE OFIMÁTICA EN LA PUCE AMBATO

ERGONOMIC EVALUATION AND DESIGN PROPOSAL FOR A WORKSTATION FOR OFFICE TEACHERS AT PUCE AMBATO

Juan Carlos Palacios-Proaño*
Yesenia Yomara Jiménez-Sánchez**
Diana Carolina Moncayo-Cortés***

Resumen: La investigación surge de la necesidad de evaluar ergonómicamente al puesto de trabajo del docente que imparte asignaturas de ofimática en los laboratorios de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Ambato, es de gran importancia conocer cómo las características del puesto de trabajo actual influyen en el posible rendimiento del educador en el salón de clase, al mismo tiempo cualificar su estado físico y nivel de estrés en largas jornadas de labores. El objetivo de la investigación es evaluar el puesto de trabajo, para lograr una propuesta acorde a las necesidades del usuario. El proceso metodológico se desarrollará con el enfoque cualitativo con alcance descriptivo. Para la obtención de la información se empleará la técnica de investigación de campo, con el uso de métodos ergonómicos de evaluación como son: Valoración rápida del Cuerpo Completo (REBA), Rapid Office Strain Assessment (ROSA) e ISO11226, y obtener el análisis de la situación actual del mobiliario y las posibles consecuencias de un Desorden Músculo Esquelético (DMEs). En el desarrollo de la propuesta se emplea la metodología de Diseño Centrado en el Usuario, donde se busca generar la innovación basada en las personas. Se obtiene como resultado que las condiciones actuales debido a jornadas laborales prolongadas presentan un riesgo alto para los docentes de sufrir un desorden músculo esquelético, de forma especial en la zona lumbar, cuello y muñecas.

Palabras clave: Evaluación ergonómica, estación de trabajo, desorden músculo esquelético.

Abstract: The research arises from the need to ergonomically evaluate the workplace of the teacher who teaches office automation subjects in the laboratories of the Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ambato campus. It is of great importance to understand how the characteristics of the current workplace influence the possible performance of the educator in the classroom, while also qualifying their physical condition and stress level during long working hours. The objective of the research is to assess the workplace in order to propose a solution in line with the user's needs. The

*Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ambato, Ecuador. Correo: jpalacios@pucesa.edu.ec. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0476-5081>.

**Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ambato, Ecuador. Correo: yjimenez@pucesa.edu.ec. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0542-768X>.

*** Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ambato, Ecuador. Correo: dmoncayo@atenas.edu.ec. Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-1800-6896>.

methodological process will be developed with a qualitative approach with a descriptive scope. To obtain the information, the field research technique will be used, along with ergonomic evaluation methods such as: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Rapid Office Strain Assessment (ROSA), and ISO11226, to analyze the current situation of the furniture and the potential consequences of musculoskeletal Disorders (MSDs). In the development of the proposal, the User Centered Design methodology is used, aiming for general innovation based on people. The result shows the current conditions, due to long working hours, present a high risk for teachers to suffer from musculoskeletal disorders, particularly in the lumbar area, neck and wrists.

Keywords: Ergonomic evaluation, workstation, musculoskeletal disorder.

Recepción: 07.03.2025/ Revisión: 18.03.2025 / Aceptación: 29.04.2025

Introducción

Las aulas para impartir clases sobre la enseñanza de la ofimática en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) Sede Ambato han sido diseñadas bajo las necesidades del estudiante, sin embargo, no se considera las necesidades de bienestar físico del docente. Durante largas jornadas de trabajo, el movimiento repetitivo de levantarse del escritorio y la mala postura para indicaciones individuales, se presumen que han ocasionado cansancio físico, fatiga y estrés laboral. El objetivo del trabajo de investigación es realizar un análisis de la estación de trabajo desde el punto de vista ergonómico para docentes de ofimática de la PUCE Ambato, con el cual se puede realizar una propuesta que prevenga el riesgo de sufrir desorden músculo esquelético en los docentes.

Para Lozada (2005) en su artículo “La docencia: ¿un riesgo para la salud?” describe al trabajo docente en relación con actividades de alta exigencia cognitiva y carga física, específicamente de carácter estático debido a los esfuerzos y exigencias posturales y vocal durante el desarrollo presencial de clases, así como la relación con estudiantes, atención sostenida y esfuerzo de complejidad versus rapidez.

Uno de los principales riesgos al no ser conscientes del entorno donde se desenvuelve el trabajador es la disergonomía, para Arenas et al. (2019) corresponde a la desviación de lo ergonómico o confortable para la persona en sus labores, lo que provoca monotonía, fatiga, malas posturas, movimientos repetitivos y sobrecarga física. Para Arnold (1996) la fatiga es un aspecto importante para cuidar al desarrollar un trabajo de forma estática o dinámica, lo que permite detectar y prevenir accidentes de trabajo.

La acumulación de dolencias y errores posturales en el tiempo puede provocar problemas físicos del docente, conocidos como Trastorno Músculo Esquelético (TME), con afectación a: la espalda, cuello, hombros, extremidades superiores y extremidades inferiores; lo que implica daños en las articulaciones y otros tejidos, con pequeñas molestias y dolores, hasta problemas graves que pueden desembocar en discapacidad.

Las causas que originan el Trastorno Músculo Esquelético son de diversas índole física o biomecánica como lo describe Asencio & Bastante (2012), ya sean estas por manipulación de cargas, aplicación de fuerzas, realización de movimientos repetitivos, adopción de

posturas forzadas, exceso de posturas estáticas, vibraciones, entre otras. De igual forma se originan por factores de riesgo organizativos y psicosociales como son la alta exigencia psicológica, bajo nivel de satisfacción del trabajador, trabajos monótonos y repetitivos, entre otros factores.

Materiales y métodos

La investigación hace uso del diseño centrado en el usuario, esta metodología se popularizó a través de Dreyfuss (1904-1972) a través de su libro: “Designing for people” en el año 1959; Galeano (2008) que describe al objeto de diseño no útil para algo, sino para alguien, no es la persona quien tendrá que adaptarse a la máquina y sus características, ahora la máquina se torna amigable para provocar la comprensión del usuario.

En cuanto al proceso, el diseño centrado en el usuario involucra al mismo en todas las fases a lo largo del desarrollo de un producto, desde su conceptualización hasta su evaluación, interviniendo incluso en su desarrollo.

Para un análisis veraz es importante los datos reales de usuarios, quienes proveen la información adecuada de sus necesidades, limitaciones y deseos, con ello la aplicación tiene mayor probabilidad de acierto

Etapas de la metodología: La propuesta metodológica se presenta en 5 fases, la primera fase corresponde al análisis, aquí se emplea técnicas como son las entrevistas, encuestas y fichas de observación, se recaba los datos y requisitos necesarios para el diseño; como segunda fase se tiene la conceptualización en la que se plasman las exigencias del usuario en un concepto; en la tercera fase se realiza el prototipado de distintas formas, ya sea en 2 o 3 dimensiones; y la fase de prueba e implementación de la propuesta.

Existe un bucle entre las fases 2 a 4, de existir observaciones negativas por parte del usuario, se retorna a la parte de generar ideas y modificar el concepto, crear nuevos prototipos y someterlos al test del usuario, hasta llegar así a satisfacer completamente sus necesidades y proceder a implementar el objeto.

Figura 1. Diseño Centrado en el Usuario.



Fuente: Diego (2022)

Métodos ergonómicos de evaluación

La evaluación ergonómica de puestos de trabajo lleva a emplear diversos métodos y herramientas que ayuden al análisis de en el rendimiento del trabajador. Generalmente se utiliza el análisis postural, que permite determinar posturas inadecuadas o forzadas, las cuales deriven en trastornos musculoesqueléticos (Bridger, 2017). De igual forma, la recopilación de información del usuario se logra mediante la aplicación de cuestionarios y entrevistas, cuyos resultados reflejen datos subjetivos sobre la percepción de confort y comodidad en el puesto de trabajo (Dul & Neumann, 2017).

Cuestionario Nórdico Estandarizado de Kuorinka

El cuestionario es una herramienta ampliamente utilizada en la evaluación ergonómica de puesto de trabajo, identifica la presencia y nivel de trastornos musculoesqueléticos en diferentes partes del cuerpo (Kuorinka et al., 1987). Consiste en una serie de preguntas estandarizadas para conocer donde se localiza el dolor, con qué frecuencia acontece, cuánto dura y la intensidad de los síntomas (Dickinson et al., 2015). Ha sido demostrada su utilidad para identificar factores de riesgo ergonómico, que permitan elaborar estrategias de prevención de trastornos musculoesqueléticos en el lugar de trabajo (Motamedzade et al., 2019). La aplicación de la misma se realizó a través de la plataforma Google Forms, debido a que por motivos de pandemia del COVID 19 se mantenía restricción de movilidad y contacto. Participaron 16 docentes de ofimática, de la PUCE Ambato de las escuelas de Sistemas, Diseño y Jurisprudencia. La aplicación estuvo a cargo de tres profesionales con formación en ergonomía y diseño industrial. El instrumento permitió identificar niveles de molestia, duración de síntomas, y zonas del cuerpo más afectadas, destacando la espalda baja (78 %), seguida de muñecas/manos (56 %) y cuello (22 %).

Método ROSA (Rapid Office Strain Assessment – Valoración Rápida del Esfuerzo en Oficinas)

Es una técnica de evaluación y de comprobación ergonómica entre varios puntos que posee un puesto de oficina ideal (Sonne et al., 2012) Se realiza mediante observación directa o por fotografías para un posterior análisis. Según Coelho y Dahlman (2019), el método es uno de los más aptos de aplicar en oficinas donde el trabajador se encuentra sentado, frente a una mesa y emplea equipos de computación como una pantalla de visualización de datos, teclado y ratón. Los aspectos generales para evaluar son: la silla, la superficie de trabajo, la pantalla y otros periféricos. De gran eficacia en la aplicación en diferentes entornos laborables como instituciones educativas y centros administrativos (Chiasson et al., 2012; Rodrigues et al., 2017).

Se aplicó para identificar factores de riesgo ergonómico en el puesto de trabajo de los docentes de ofimática, cuya actividad involucra el uso intensivo de pantallas, teclado y ratón. La aplicación se realizó a través de observación directa, registro fotográfico, videograbación y uso de fichas de evaluación impresas, previamente diseñadas con base en la guía oficial del método de forma individual, y con las restricciones de contacto. Al igual que el método anterior, estuvo a cargo de los docentes investigadores, y un estudiante de proyecto de integración curricular.

Los elementos técnicos utilizados para aplicar el método ROSA incluyeron:

- Cinta métrica ergonómica para medir altura del asiento, respaldo, teclado y monitor.
- Nivel de burbuja digital para verificar la inclinación de superficies.
- Cámara digital y teléfono móvil para el registro fotográfico y en video de las posturas adoptadas por los docentes.
- Fichas de observación impresos del método ROSA para calificar en el momento los ítems evaluados (silla, monitor, escritorio, uso de teclado y mouse).
- Software de análisis de imagen (Photoshop y AutoCAD) para revisar ángulos posturales y posicionamiento del cuerpo a partir de las imágenes capturadas
- Cada elemento fue evaluado con base en su diseño, dimensiones, relación con el cuerpo del usuario y posibilidad de ajuste. En función de las puntuaciones individuales, se obtuvo un puntaje total de 8 puntos, lo cual representa un nivel de riesgo alto.

Método REBA (Rapid Entire Body Assessment)

Realiza el análisis de las posiciones de los miembros del cuerpo al dividirlos en dos grupos, el grupo A incluye tronco, cuello y piernas, el grupo B incluye brazos, antebrazo y muñecas, se analiza de forma sistemática posibles riesgos en posturas forzadas de todo el cuerpo (Hignett & McAtamney, 2000). Ha sido demostrada su validez y confiabilidad para evaluar riesgos ergonómicos en actividades de oficina entre otras (Vignais et al., 2017). El levantamiento de los datos para el análisis se realizó a través del uso de:

- Cinta métrica ergonómica para medir lo correspondiente a tronco, cuello, y piernas. Además, de brazos antebrazos y muñecas en diferentes posturas.
- Nivel de burbuja digital para verificar la inclinación de superficies.
- Cámara digital y teléfono móvil para el registro fotográfico y en video de las posturas adoptadas por los docentes.

Método ISO11226 (Evaluation of static working postures)

Se basa en la normativa internacional de pautas y criterios de evaluación de posturas estáticas que adoptan los trabajadores (ISO, 2000). Mide los ángulos antropométricos correctos del giro e inclinación del tronco, la postura de la zona lumbar al estar sentado, la simetría de giro del cuello, así como su flexión o extensión, la elevación de los brazos en relación con hombros, así como la flexión de rodilla y tobillo al estar de pie o sentado, con el fin de determinar si las posturas realizadas en la jornada de trabajo representan un riesgo de desarrollar trastornos musculo esqueléticos (Bulduk et al., 2017). La aplicación se realizó nuevamente a los 16 participantes, 5 mujeres y 11 hombres. Las herramientas aplicadas fueron:

- Cinta métrica ergonómica para medir altura del asiento, respaldo, teclado y monitor.
- Nivel de burbuja digital para verificar la inclinación de superficies.
- Cámara digital y teléfono móvil para el registro fotográfico y en video de las posturas adoptadas por los docentes.

- Plantillas de evaluación del método ISO11226 diseñadas por los autores con base en la normativa ISO.
- Software de análisis de imagen (Photoshop y AutoCAD) para revisar ángulos posturales y posicionamiento del cuerpo a partir de las imágenes capturadas.

Resultados y discusión

Fase Análisis

Se realizó el análisis al puesto de trabajo del docente mediante la aplicación del Cuestionario Nórdico de Evaluación Ergonómica y de los métodos ROSA; REBA e ISO 11226, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 1. Resultados del Cuestionario Nórdico de Evaluación Ergonómica.

Parte del cuerpo afectada	% de incidencia	Nivel de molestia 1 a 5	Duración (tiempo)
Espalda baja	78%	3 a 5	1 a 7 días
Muñecas o manos	56%	1 a 4	1 a 7 días
Cuello	22%	1 a 4	1 a 7 días
Hombros	11%	1 a 4	1 a 7 días
Codos o antebrazos	11%	1 a 4	1 a 7 días

Ante los resultados del cuestionario, se determina que la espalda baja es la zona más afectada, con la mayor incidencia y los niveles más altos de molestia. La mayoría de las molestias no duran más de una hora, aunque hay casos que llegan hasta 24 horas o varios días.

Los factores atribuidos a estas molestias incluyen: mala postura al sentarse, forma del asiento y mesa de trabajo, altura inadecuada del escritorio y silla, uso prolongado de celular y computadora, posición incorrecta de la mano en relación con el ratón, y tiempo excesivo frente al computador.

Tabla 2. Resultados de niveles de riesgo.

Puesto	Tarea	Método	Nivel de riesgo	Factor de riesgo
Docentes de ofimática	Impartir clases	ROSA	Riesgo Alto	Pantallas de visualización de datos
Docentes de ofimática	Docente al impartir clase	ISO11226	No recomendado	Posturas forzadas
Docentes de ofimática	Impartir clase	REBA	Alto	Posturas forzadas

Con base a los resultados unánimes de riesgo alto y no recomendado en los 3 métodos ergonómicos de evaluación al puesto de trabajo, se determina que se deben identificar los problemas específicos con la participación de los docentes, colaborar con profesionales en salud ocupacional para desarrollar soluciones adaptadas, implementar medidas correctivas y sugerir seguimiento continuo.

Fase Concepto

El concepto inicial se genera a partir de la siguiente información obtenida

Tabla 3. Resultados de entrevista.

Información	Fuente	Descripción
Entrevista a profesionales de ergonomía	Magister Joselyn Cevallos	Consideraciones ergonómicas generales y específicas para tener en cuenta e incorporar en la estación de trabajo
Espacio físico	Instalaciones de la PUCESA	Medidas físicas del espacio disponible para la estación y su entorno
Información general del usuario	Departamento médico y administrativo correspondiente de la PUCESA	Cantidad de docentes, género y medidas generales
Flujo de actividades	Docente de ofimática de la PUCESA	Método y forma como se imparten clases
Evaluación ergonómica 1	Docentes de ofimática de la PUCESA	Medición de un posible desorden musculoesquelético presente o futuro en el docente
Encuesta personal	Docentes de ofimática de la PUCESA	Recolección de información, sugerencias y criterios personales
Fichas de observación	Docente de ofimática de la PUCESA	Condiciones ergonómicas actuales del entorno
Evaluación ergonómica 2	Espacio físico, mobiliario actual, condiciones de trabajo	Nivele de riesgo ergonómico actual
Conceptualización de ideas	Investigador	Comparativa de necesidades ergonómicas con relación a objetos existentes de compra o producción
Sugerencias de docentes	Docentes de ofimática de la PUCESA	Sugerencias de equipos necesarios al impartir clase
Antropometría general	Docentes de ofimática de la PUCESA	Cuadro antropométrico básico

Fase Prototipo

Para el prototipado de la estación de trabajo se emplea el método descrito en el libro Laboratorio de Ergonomía (Dasí et al., 2004), para modelar los objetos se emplea el software 3Ds Max, la simulación de movimientos y posturas de personas se representan mediante Bipedos articulados, que son escalados para adaptarse a las medidas antropométricas del docente, generando una propuesta personalizada. La utilidad de estos modelos desde el

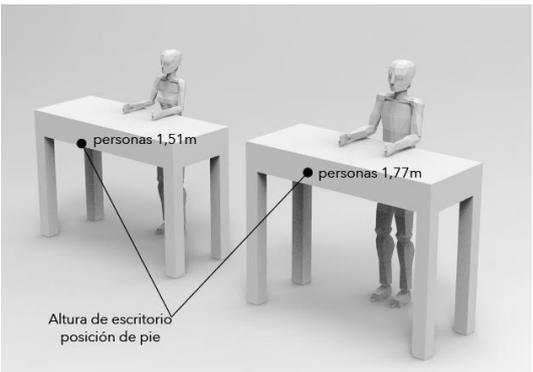
punto de vista ergonómico es clara: es posible comprobar la adecuación de un producto a distintos tipos de usuarios sin disponer físicamente del mismo. Los datos antropométricos varían en altura de 1,51 m y 1,77 m.

Las decisiones de diseño que se consideraron son alturas específicas y rangos de alcance, como, por ejemplo:

- Altura de trabajo (escritorio): diseñada para ubicarse 5 cm por debajo del codo en posición neutral, permitiendo mantener los antebrazos alineados y las muñecas en posición neutra
- Altura poplítea: tomada en cuenta para el diseño de sillas ajustables que garanticen el apoyo total de los pies en el suelo y un ángulo de rodilla cercano a los 90 grados, tal como se observa en los prototipos probados
- Campo visual: la parte superior del monitor se colocó aproximadamente 5 cm por debajo del nivel de los ojos para minimizar la flexión cervical, en concordancia con las normas ISO y recomendaciones de Daub et al. (2018)
- Alcance de mano: se optimizó la disposición del área de trabajo para que los objetos de uso frecuente se encuentren dentro del radio de acceso sin esfuerzo significativo, reduciendo la necesidad de extensión repetitiva del brazo

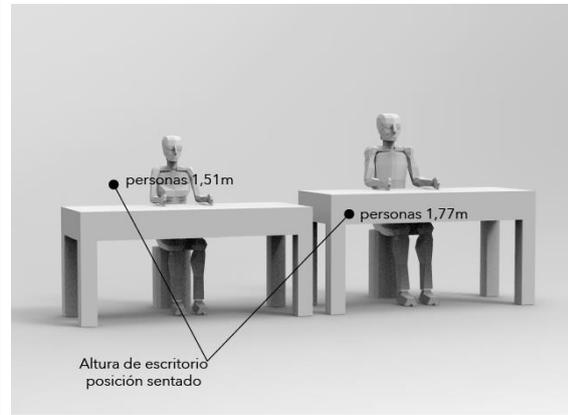
También se acoplaron elementos complementarios como apoya brazos ajustables, porta teclado regulable y sillas giratorias, con el fin de facilitar el movimiento fluido y la personalización del entorno de trabajo. Estas decisiones se fundamentaron tanto en las medidas físicas reales de los docentes como en estudios de campo y entrevistas realizadas durante la investigación.

Tabla 5. Propuesta y análisis del prototipo.

<p>Adaptabilidad escritorio</p>	 <p>El diagrama ilustra dos escritorios de diferentes alturas. El escritorio a la izquierda es más bajo y está etiquetado como 'personas 1,51m'. El escritorio a la derecha es más alto y está etiquetado como 'personas 1,77m'. Una línea con una flecha apunta desde el texto 'Altura de escritorio posición de pie' hacia la base de los escritorios, indicando el punto de ajuste de la altura.</p>
<p>Se ilustra la importancia de la adaptabilidad en el diseño de estaciones de trabajo ergonómicas. Se muestran dos usuarios: uno de 1,51 metros y otro de 1,77 metros de altura, ambos utilizando escritorios en posición de pie. Cada escritorio ha sido ajustado a una altura específica para adaptarse a la antropometría de cada usuario. Esta comparación visual demuestra cómo la altura del escritorio debe variar significativamente para acomodar las diferencias de estatura, asegurando que ambos usuarios mantengan una postura ergonómica</p>	

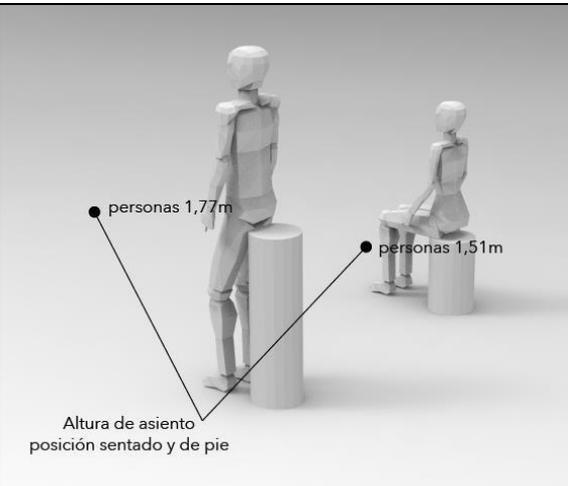
adecuada. Se subraya la necesidad de mobiliario ajustable en entornos de trabajo compartidos. Esta adaptación personalizada permite a que los usuarios mantengan una posición neutral de los brazos y las muñecas, con los codos aproximadamente a 90 grados, minimizando así el riesgo de tensión muscular y mejorando la comodidad durante tareas prolongadas de pie.

Adaptabilidad silla

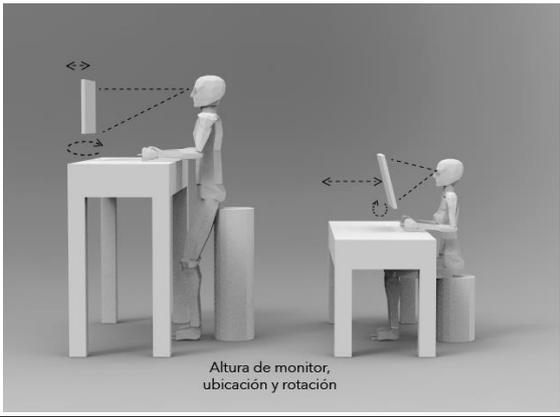
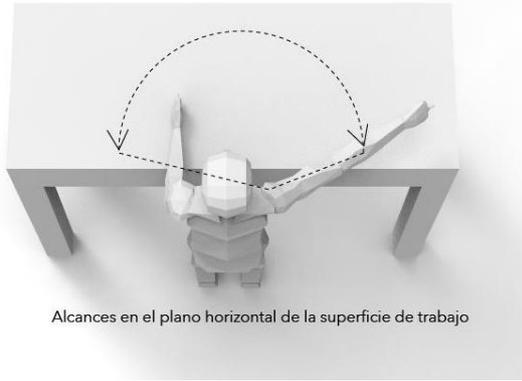


El prototipo ilustra la ergonomía comparativa de dos usuarios sentados en escritorios ajustados a sus respectivas alturas. Asimismo, se aprecia que las sillas están ajustadas para que los pies de los dos usuarios descansen firmemente en el suelo, manteniendo las rodillas en un ángulo cercano a los 90 grados. Esta comparación visual resalta la importancia de contar con mobiliario ajustable en entornos de trabajo compartidos, promoviendo así una postura correcta y reduciendo el riesgo de molestias musculoesqueléticas.

Altura posición sedente

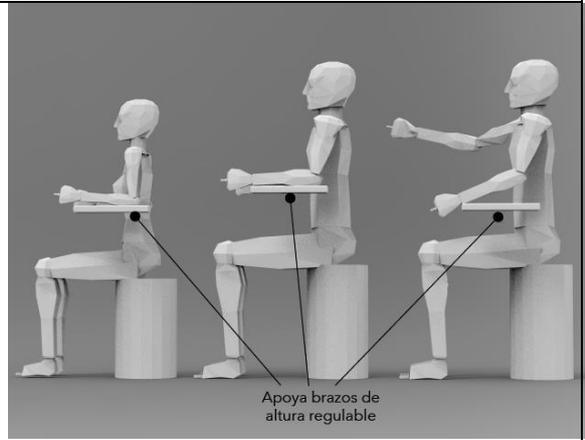


En la imagen se observa a un individuo de 1,51 metros de estatura en posición completamente sentada, mientras que otro de 1,77 metros se encuentra en una posición semisentada. Las sillas se ajustaron a la altura de cada usuario y a la actividad que realizan. El usuario más bajo, en posición sentada convencional, mantiene una postura erguida con los pies apoyados firmemente en el suelo y las rodillas formando un ángulo cercano a los 90 grados. En contraste, el usuario más alto adopta una posición semisentada, con una silla más elevada que permite una postura intermedia entre sentado y de pie. Esta configuración facilita una mayor libertad de movimiento y una transición más fluida entre tareas que requieren estar sentado y de pie.

<p>Campo Visual</p>	 <p>Altura de monitor, ubicación y rotación</p>
<p>Se ilustra dos escenarios ergonómicos distintos para el uso de monitores. En el primer caso, se observa a un usuario completamente sentado interactuando con un monitor ubicado en el escritorio. El monitor está posicionado para que el usuario realice diferentes ángulos de giro vertical de la cabeza para visualizar partes de la pantalla. Esta configuración permite evaluar los rangos de movimiento cervical en el plano sagital, crucial para determinar la comodidad y el estrés potencial en el cuello durante tareas prolongadas. En el segundo escenario, se muestra a un usuario en posición semisentada, interactuando con un monitor que requiere diferentes ángulos de giro horizontal de la cabeza. Este arreglo facilita el análisis de los movimientos cervicales en el plano transversal. En ambos casos, los monitores han sido ajustados en altura y ángulo para adaptarse a la antropometría y postura de cada usuario, enfatizando la importancia de la personalización en el diseño de estaciones de trabajo. Esta comparación visual resalta cómo las diferentes configuraciones de monitores y posturas de trabajo pueden afectar los patrones de movimiento del cuello y la cabeza, subrayando la necesidad de considerar tanto los movimientos verticales como horizontales en el diseño ergonómico.</p>	
<p>Alcance de mano</p>	 <p>Alcances en el plano horizontal de la superficie de trabajo</p>
<p>En la simulación realizada, se analizó el alcance de la mano de un usuario promedio sobre el plano horizontal del escritorio. Los bípedos articulados, escalados según los percentiles necesarios, permitieron evaluar las diferentes zonas de acceso dentro del área de trabajo. El análisis reveló que el diseño del escritorio permite acceder cómodo a los elementos esenciales de la zona óptima, dentro del radio de alcance sin esfuerzo significativo. Sin embargo, elementos ubicados más allá de este radio requieren una</p>	

extensión adicional del brazo, lo que podría generar incomodidad o fatiga en el uso prolongado. Por lo tanto, se recomienda reorganizar la disposición de los objetos para minimizar movimientos repetitivos y facilitar el acceso a los materiales más utilizados, optimizando así la ergonomía del puesto de trabajo.

Altura apoya brazos



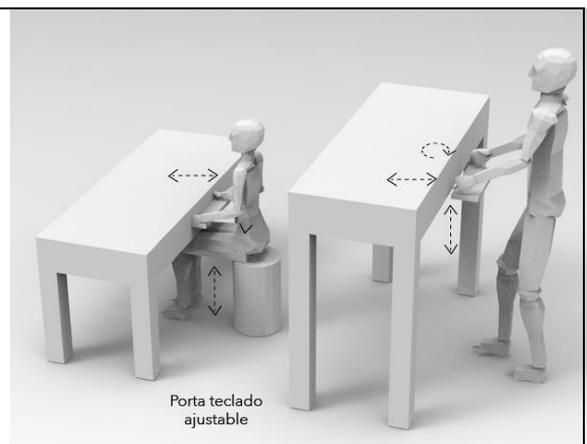
Se presentan tres usuarios de diferentes alturas, sentados completamente y utilizando sillas ajustables en altura. En análisis anteriores se mostró que, al adaptar la altura de la silla a la estatura del usuario, se logra una postura correcta y ergonómica. Sin embargo, también observa la necesidad crítica de contar con apoyabrazos ajustables en altura. Estos deben adaptarse de manera adecuada para permitir que los brazos descansen cómodamente, alineados con la altura del escritorio, sin elevar ni tensar los hombros. La ausencia de apoyabrazos o el uso de apoyabrazos no ajustables podría generar tensión en el cuello y los hombros, comprometiendo la salud postural a largo plazo.

Movimiento de silla



La simulación incluyó el análisis de los movimientos y giros realizados por un usuario en una silla giratoria, tanto sentado como de pie junto a ella. Se observó que la capacidad de giro de la silla facilita el acceso a diferentes áreas del escritorio sin necesidad de forzar movimientos corporales, lo que reduce la tensión en la columna vertebral y minimiza la fatiga. Además, los desplazamientos laterales, frontales y posteriores realizados con la silla permiten al usuario cubrir un mayor espacio de trabajo con menor esfuerzo, mejorando la eficiencia en las tareas. No obstante, se identificó que los movimientos repetitivos, especialmente cuando la silla no cuenta con un adecuado soporte lumbar y estabilidad, pueden llevar a posturas incorrectas o movimientos forzados.

Postura de manos. Uso de teclado.



En esta simulación, se evaluó la interacción entre el usuario y uno de los periféricos de la computadora, se incluyó una porta teclado regulable, que demostró ser esencial para adaptarse a las distintas posiciones de trabajo. Este dispositivo permite mantener las muñecas en una posición neutral y los antebrazos alineados con el teclado, independientemente de si el usuario está sentado o de pie. La posibilidad de ajustar la porta teclado, mejora significativamente el confort del usuario, reduciendo la tensión en las muñecas y hombros, y adaptando el entorno de trabajo a diversas situaciones y preferencias personales.

Discusión

1. Al analizar los datos del Cuestionario Nórdico de Evaluación Ergonómica aplicado a los profesores de ofimática de la institución, se identificó que las áreas del cuerpo más impactadas son la región lumbar (78%), seguida de las manos y muñecas (56%), el cuello (22%), los hombros (11%) y los codos junto con los antebrazos (11%). Estos hallazgos están en línea con estudios previos en el ámbito de la ergonomía, particularmente en contextos educativos y de uso de mobiliario, donde los docentes suelen enfrentar fatiga acumulada y tensiones posturales. Esto se atribuye principalmente a factores como jornadas laborales prolongadas, movimientos repetitivos y una escasa aplicación de soluciones ergonómicas en su entorno de trabajo. Además, la evaluación postural realizada a través de los métodos ROSA, REBA e ISO 11226 confirmó que los docentes adoptan posturas forzadas con un nivel de riesgo ergonómico elevado, lo que incrementa la probabilidad de desarrollar trastornos musculoesqueléticos con el tiempo. Entre las posturas más problemáticas se encuentran:

- Flexión excesiva del cuello y la espalda se evidencia con Método ISO11226: Se identificaron ángulos de inclinación del tronco superiores a 60° y del cuello entre 25° y 85°, categorizados como “no recomendados”, de acuerdo a la referencia que brinda Buduk et al (2017) en la cual destaca que una inclinación superior a 25° en el cuello aumenta significativamente el riesgo de TME.
- Posición inadecuada de las muñecas y antebrazos al manejar el teclado y el ratón, se evidencia con el método ROSA, el cual registró flexión de muñeca mayor a 150, brazos alejados del cuerpo y antebrazos no alineados, en función a la referencia de Hignett & McAtamney (2000) relaciona posturas forzadas en muñecas con el uso prolongado de periféricos sin soporte ergonómico.

- Falta de movilidad durante las horas de trabajo, se detectó con la observación directa y Cuestionario Nórdico: Se evidenció que más del 44 % de los docentes permanece sentado entre 3 a 4 horas continuas frente al monitor. Según Lozada (2005) y Ethosurce (2016) advierten que la carga física estática prolongada sin pausas activas puede generar fatiga, disfunción circulatoria y deterioro postural.
- La elevada frecuencia de molestias físicas entre los docentes, de acuerdo al Cuestionario Nórdico: 78 % reportó dolor en la espalda baja, 56 % en muñecas/manos y 22 % en cuello, según estudio de Vera et al. (2017) encontraron que el 41 % de docentes en Ecuador presenta fatiga al final de la jornada, y molestias en espalda, piernas y pies.

2. La evaluación de las estaciones de trabajo mostró que el mobiliario actual fue pensado únicamente para estudiantes, sin tener en cuenta los requerimientos ergonómicos de los docentes. Esta situación presenta una serie de dificultades posturales y operativas, estudios previos en diseño centrado en el usuario destacan que el mobiliario debe adaptarse a las medidas antropométricas y a las funciones específicas de quienes lo utilizan, con el fin de minimizar el riesgo de fatiga y problemas musculoesqueléticos. En resumen, este estudio plantea que hay que repensar las estaciones de trabajo de los docentes. Hace falta incorporar ajustes en altura y diseño que les permitan trabajar de manera más cómoda y eficiente, sin tanto desgaste físico.

3. La combinación de diferentes herramientas de evaluación ergonómica permitió realizar un análisis completo del problema. Para ello, se utilizaron: El Cuestionario Nórdico Estandarizado de Kuorinka, el método ROSA (Rapid Office Strain Assessment), el método REBA (Rapid Entire Body Assessment), y el método ISO 11226. Los resultados obtenidos con estas herramientas fueron consistentes y se complementaron entre sí, confirmando que existe un alto nivel de riesgo ergonómico en el entorno de trabajo. Esta información coincide con investigaciones previas realizadas en entornos de oficina y docencia, donde el uso prolongado de computadoras y la falta de mobiliario adaptado se han relacionado con un aumento en los casos de fatiga y problemas musculoesqueléticos. Además, la metodología aplicada no solo permitió diagnosticar el problema, sino también involucrar a los docentes en la búsqueda de soluciones. Este enfoque refuerza la propuesta de un diseño centrado en el usuario y asegura una mayor aceptación de las mejoras ergonómicas que se implementen. Esto es comparar con estudios realizados como el de García, Mariscal, Justo y Navarro (2019), en la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) en la que encontró que el 76% de los docentes presentaban dolores musculares luego de una jornada de clase y el 100% atribuía estas molestias a un diseño inadecuado del mobiliario, particularmente en las mesas, de igual forma el 41% de los participantes adaptaron por cuenta propia el área de trabajo, según su estatura, postura y capacidades físicas, evidenciando una falta de adecuación ergonómica institucional. En el contexto sudamericano, Lozada (2005) en un estudio en la Universidad Nacional de Colombia, identificó que las alteraciones osteomusculares, eran la causa principal del ausentismo docente, producto del esfuerzo postural, vocal y la alta exigencia cognitiva asociada a su labor, bajo la misma línea Pérez et al (2009) concluyeron que no existe una postura ideal mantenida en largos periodos, debido a que las actividades

docentes imponen ritmos acelerados, con escaso tiempo de recuperación, provocando fatiga muscular generalizada, ya en Ecuador, Vera et al (2017), reportaron el 41% de los docentes de la Universidad Autónoma de los Andes, provincia de Babahoyo, manifestaron fatiga al finalizar la jornada, siendo las zonas más afectadas la espalda media con el 20%, pies con el 26% y las piernas con el 11%.

Conclusiones

La aplicación de los métodos ROSA, REBA e ISO11226 permitió identificar un alto riesgo ergonómico en los docentes que imparten asignaturas de ofimática en la universidad, con especial incidencia en la zona lumbar, el cuello y las muñecas. Estos hallazgos ponen de manifiesto la urgente necesidad de rediseñar las estaciones de trabajo, con el objetivo de mejorar la comodidad, el bienestar y el desempeño académico del personal docente.

El diseño de mobiliario adaptado a la antropometría del usuario contribuirá a reducir el riesgo de Trastornos Musculo - Esqueléticos. La creación de prototipos en 3D evidencia la necesidad de personalizar elementos como escritorios, sillas, coderas y soportes, ajustándolos a las características y requerimientos específicos de cada docente.

La aplicación de la Metodología Centrada en el Usuario evidencia que la participación de los docentes en el proceso de diseño es clave para desarrollar soluciones efectivas y adaptadas a sus necesidades específicas. Se recomienda a la universidad implementar los cambios propuestos y llevar a cabo evaluaciones ergonómicas periódicas para garantizar la mejora continua de las condiciones de trabajo.

Para futuras investigaciones, se sugiere ampliar el tamaño de la muestra a docentes de otras facultades y universidades, lo que permitiría obtener una visión más completa y representativa del contexto ergonómico en el ámbito educativo superior. Asimismo, sería pertinente considerar variables individuales como la edad, el género, el índice de masa corporal (IMC), el nivel de experiencia laboral y los hábitos posturales, ya que estos pueden influir significativamente en la percepción de molestias musculoesqueléticas y en la vulnerabilidad ante los riesgos ergonómicos. Este tipo de investigaciones contribuirían no solo al rediseño funcional de estaciones de trabajo, sino también a la formulación de políticas institucionales preventivas, programas de pausas activas y capacitaciones dirigidas a la salud postural docente, con una visión integral a mediano y largo plazo.

Referencias

- Arenas, G. N., Reascos, R. R. A., Heredia, E. B. C., & Rey, J. F. J. (2019). Riesgos disergonómicos: Biometría postural de los trabajadores de plantas industriales en Ecuador. *Revista de ciencias sociales*, 25(1), 415-428.
- Arnold, K. M. Osborne David J. (1996). *Industrial, Work & Organizational Psychology*, 1336.
- Asencio-Cuesta, S., Bastante-Ceca, M. J., & Diego-Más, J. A. (2012). *Ergonomic Evaluation of Jobs*. Madrid, Spain: Editions Paranifo.
- Bridger, R. (2017). *Introduction to human factors and ergonomics*. CRC press.
- Bulduk, E. Ö., Bulduk, S., Süren, T., & Ovalı, F. (2017). Assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders using Quick Exposure Check (QEC) in taxi drivers. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 60, 60-65. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2014.10.002>
- Chiasson, M. È., Imbeau, D., Aubry, K., & Delisle, A. (2012). Comparing the results of eight methods used to evaluate risk factors associated with musculoskeletal disorders. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 45, 147-158. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2012.07.003>
- Chiasson, M. E., Imbeau, D., Major, J., Aubry, K., & Delisle, A. (2015). Influence of musculoskeletal pain on workers' ergonomic risk-factor assessments. *Applied ergonomics*, 49, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2014.12.011>
- Coelho, D. A., & Dahlman, S. (2019). The Rapid Office Strain Assessment (ROSA) – A new ergonomic assessment tool for computer-based office work. *International Journal of Human Factors and Ergonomics*, 6(1), 69-88.
- Dasí, M. C., Más, J. A. D., & Marzal, J. A. (2004). *Laboratorio de ergonomía*. Alfaomega.
- Daub, U., Gawlick, S., & Blab, F. (2018). *Ergonomic Workplace Design*. Stuttgart: Fraunhofer Institute for Manufacturing.
- Dickinson, C. E., Champion, K., Foster, A. F., Newman, S. J., O'Rourke, A. M., & Thomas, P. G. (2015). Questionnaire development: an examination of the Nordic Musculoskeletal questionnaire. *Applied Ergonomics*, 26(3), 223-230.
- Dreyfuss, H. (1959). *Designing for people*. Design.
- Dul, J., & Neumann, W. P. (2017). Ergonomics contributions to company strategies. *Applied Ergonomics*, 63, 10-17.
- Ethosurce. (agosto de 2016). Recuperado el 05 de abril de 2021, de Ethosurce: <https://www.ethosource.com>
- Galeano, R. (2008). Diseño centrado en el usuario. *Revista q*.
- García, M., Mariscal, J., Justo, A., & Navarro, C. (2019). Importance of the application of ergonomics in education to increase school productivity. En E. De la Vega Bustillos, & G. Martínez de la Teja, *Ergonomía Ocupacional - Investigacion y Aplicaciones* (págs. 419-425). México: Sociedad de Ergonomistas de México A.C. (SEMAM).
- 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)
- ISO 11226:2000. *Ergonomics - Evaluation of static working postures*. International Organization for Standardization.
- Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering-Sørensen, F., Andersson, G., & Jørgensen, K. (1987). Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied Ergonomics*, 18(3), 233-237. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(87\)90010-X](https://doi.org/10.1016/0003-6870(87)90010-X)

- Lozada, M. A. (2005). La docencia: ¿un riesgo para la salud? *Avances en enfermería*, 23(1), 18-30.
- Motamedzade, M., Mohammadi, H., Golmohammadi, R., & Mahjoob, H. (2019). Ergonomic Assessment of Exposure to Musculoskeletal Risk Factors in a Manufacturing Plant. *Health Promotion Perspectives*, 9(1), 80-87.
- Pérez, B., Atencio, W., Leiva, M., & Sánchez, M. (2009). Factores ergonómicos y daños físicos derivados de la actividad docente. *Revista venezolana de tecnología y sociedad*, 39-54.
- Rodrigues, M. S. A., Leite, R. D. V., Lelis, C. M., & Chaves, T. C. (2017). Differences in ergonomic and workstation factors between computer office workers with and without reported musculoskeletal pain. *Work*, 57(4), 563-572. <https://doi.org/10.3233/WOR-172582>
- Sonne, M., Villalta, D. L., & Andrews, D. M. (2012). Development and evaluation of an office ergonomic risk checklist: ROSA – Rapid Office Strain Assessment. *Applied Ergonomics*, 43(1), 98-108. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2011.03.008>
- Vera Díaz, F., Galarza Villalba, M., & Galarza Bravo, F. (2017). La ergonomía y su aplicación en las aulas universitarias. *Polo del Conocimiento*, 44-62.
- Vignais, N., Miezal, M., Bleser, G., Mura, K., Gorecky, D., & Marin, F. (2017). Innovative system for real-time ergonomic feedback in industrial manufacturing. *Applied Ergonomics*, 59, 317-326. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2012.11.008>



Todos los contenidos de la revista **Ergonomía, Investigación y Desarrollo** se publican bajo una [Licencia Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) y pueden ser usados gratuitamente, dando los créditos a los autores y a la revista, como lo establece la licencia