




Ergonomía en actividades académicas desde casa

Ergonomics in academic activities from home

Jesús E. Rocha¹ ; Clara A. Rodríguez^{1*} 

ca.rodriguez.sanchez@ugto.mx *

Forma de citar: Rocha JE, Rodríguez CA. Ergonomía en actividades académicas desde casa. Salud UIS. 2023; 55: e23036. doi: <https://doi.org/10.18273/saluduis.55.e:23036> 

Resumen

Introducción: a consecuencia de la emergencia sanitaria por el virus SARS-CoV2, las actividades académicas migraron de forma repentina a un entorno de trabajo remoto; esto provocó que los hogares de todo el mundo se convirtieran en el asentamiento urgente de las estaciones de trabajo académico. La ergonomía como disciplina científica cobra relevancia al ser un aliado subsanador para mitigar los riesgos asociados con la aparición de lesiones musculoesqueléticas. De acuerdo con la memoria estadística del Instituto Mexicano de Seguridad Social, IMSS¹, en el primer año de pandemia de COVID-19 se registraron 30 860 atenciones por lesiones en la región de manos y muñecas, 9696 en la zona de cabeza y cuello, 6251 dorsopatías y 1673 atenciones por astenopia a jóvenes de entre 18 a 29 años que desarrollaban actividades escolares. **Objetivo:** en este sentido, se aborda la presente investigación para conocer la composición de los espacios de trabajo académico en casa y analizar si existen factores o elementos que incidan en el riesgo de lesiones musculoesqueléticas en los estudiantes del nivel superior. **Metodología:** a través de un modelo de ecuaciones estructurales que cuenta con el constructo latente de las posibles lesiones (PL) en manos, espalda, piernas, cabeza, vista, oído, agotamiento físico y la respiración, las variables observables se atribuyen a los espacios utilizados para las actividades académicas en casa, muebles y equipos, Condiciones y Medio Ambiente (CyMAT). **Resultados y discusión:** se encontró que un mal diseño de la estación de trabajo académico en casa, aunado a la utilización inadecuada de los muebles y equipos, aumenta la posibilidad de presentar síntomas asociados con las LMEs y, por tanto, daños en la salud del estudiante. **Conclusión:** la mediación de las estaciones de trabajo a través de la implementación de elementos ergonómicos mejora de forma sustancial la calidad de trabajo académico en casa, y hace evidente la importancia de la ergonomía como disciplina científica.

Palabras clave: Ergonomía; Actividades académicas en casa; Modelo de ecuaciones estructurales; Pandemia COVID-19; Estación de trabajo; Malestar corporal; Elementos ergonómicos; Dispositivos digitales.

Abstract

Introduction: As a result of the health emergency of the SARS-CoV2 virus, academic activities suddenly migrated to a remote work environment, causing homes around the world to become the urgent settlement of academic workstations. Ergonomics as a scientific discipline becomes relevant as it is a healing ally to mitigate the risks associated with the appearance of musculoskeletal injuries. According to the statistical report of the Mexican Institute of Social Security, IMSS¹, in the first year of the COVID 19 pandemic, 30,860 care for injuries in the hands

¹ Universidad de Guanajuato. México.

and wrists region, 9,696 in the head and neck area, 6,251 dorsopathies and 1,673 care for asthenopia were registered to young people between 18 and 29 years old who develop school activities. **Objective:** In this sense, this research is addressed to know the composition of academic workspaces at home and analyze if some factors or elements affect the risk of musculoskeletal injuries in students of the higher level. **Methodology:** Through a structural equations model that has the latent construct of possible injuries (PL) in the hands, back, legs, head, eyesight, hearing, physical exhaustion, and breathing; the observable variables are attributed to the spaces used for academic activities at home, furniture and equipment, conditions and environment (CyMAT) **Results and discussion:** It is explored that a bad design of the academic workstation at home coupled with the inappropriate use of furniture and equipment increases the possibility of presenting symptoms associated with SCI and therefore, damage to the student's health. **Conclusion:** The mediation of workstations through the implementation of ergonomic elements substantially improves the quality of academic work at home, making evident the importance of ergonomics as a scientific discipline

Keywords: Ergonomics; Academic activities at home; Structural equation modeling; COVID-19 pandemic; Workstation; Body discomfort; Ergonomic elements; Digital devices.

Introducción

Es inminente la transformación de las actividades profesionales y académicas derivadas de eventos emergentes como la pandemia por COVID-19, ya que las tecnologías del trabajo (TdT) se replantean al tener que pasar del trabajo y la educación presencial a la virtualidad. Las tecnologías de la información se han tomado como herramientas para el correcto desarrollo de las labores operativas e intelectuales. En el contexto contemporáneo, las actividades académicas desde casa toman cada vez más relevancia, y con ello la adopción de nuevos espacios, que antes eran cotidianos para actividades del hogar, y que han tenido que ser rediseñados con el objeto de cumplir con las labores académicas. Esto implica la proyección de la tecnología y la vida como un tejido dinámico que se replantea y se transforma.

Bajo este proceso, en el cual los hogares se convierten en espacios de trabajo académico, se plantea como objetivo conocer la composición de estos, analizar si existen factores o elementos que incidan en el riesgo de lesiones musculoesqueléticas en los estudiantes del nivel superior. En este sentido, se busca responder a las siguientes preguntas de investigación: ¿Cómo se componen las estaciones de trabajo académico utilizadas por los estudiantes de nivel superior? ¿Existen elementos que incidan en la posibilidad de obtener alguna lesión musculoesquelética, dada la composición de la estación de trabajo académico en casa?

Las posibles explicaciones a las preguntas plantean que los espacios de trabajo académico desde casa se crearon a partir de un evento emergente y, por tanto, no cumplen con elementos ergonómicos necesarios. Además, la disergonomía de los espacios y la utilización excesiva de dispositivos electrónicos ha provocado algún síntoma

que puede derivar en una lesión musculoesquelética en los estudiantes de nivel superior.

Por otra parte, se debe construir un futuro en el que se tome en cuenta primordialmente la proyección de las tecnologías del trabajo, de tal manera que estas contribuyan a los proyectos de vida de los individuos². Por tal razón, se considera necesario focalizar la atención en la ergonomía, cuya disciplina científica funge como principal recurso y herramienta para asegurar el bienestar humano, en este cúmulo de nuevas maneras de hacer y cumplir con las actividades que abonan al desarrollo pleno del ser humano.

En este sentido, diseñar estaciones de trabajo académico en casa que incluyan elementos recomendados por los métodos de evaluación ergonómica como Rapid Upper Limb Assessment (RULA), Rapid Entire Body Assessment (REBA) y Rapid Office Strain Assessment (ROSA) resultaría en un mejor acondicionamiento del espacio. Al mismo tiempo, se establecerían las directrices para que el usuario, de forma consciente, evite esfuerzos, sobrecargas y posturas incorrectas.

El método RULA, de forma comparativa a través de puntuaciones, evalúa cuantitativamente las posturas adoptadas, y se enfoca específicamente en la posibilidad de que se produzcan lesiones por esfuerzos repetitivos en los miembros superiores³. Por su parte, el método REBA orienta sobre los riesgos de lesiones asociadas con una postura reiterativa y sobre la urgencia de la intervención para aplicar acciones correctivas que abonen al aprendizaje en la prevención primaria de los trastornos musculoesqueléticos⁴.

El método ROSA, mediante una lista de comprobación, revisa el nivel de riesgo en las estaciones de trabajo, con el

objetivo de diagnosticar y proponer medidas preventivas y de control, donde participen elementos como pantallas, superficies de trabajo, muebles y accesorios periféricos⁵.

Así, entonces, el trabajo académico desde casa resulta complejo de mediar, pues los elementos físicos y temporales que lo constituyen pueden ser factores determinantes de bienestar o de lesiones.

La ergonomía: concepto, importancia y categorizaciones

Es preciso compartir el significado etimológico de la palabra 'ergonomía', la cual deriva de los términos griegos '*ergon*', que hace referencia al trabajo, y '*nomos*', relativo a los tratados, normas o leyes. En conjunto, se entiende que, etimológicamente, la ergonomía se enfoca en el estudio del trabajo humano. Esta ciencia se segmenta en dos vertientes principales: el trabajo útil y el trabajo perjudicial⁶. Este último alude al uso inapropiado de las facultades propias del ser humano, donde un actuar desmesurado contribuye al deterioro material y del individuo. En contraparte, el trabajo útil alude a conquistar un desarrollo eficaz, el cual progresivamente excede los estratos internos a nivel intelectual, sensorial y espiritual, lo que llevaría a congraciarse de la felicidad por medio del '*ergon*'. Siguiendo esta demarcación, se puede entender que la ergonomía es una ciencia interdisciplinaria, pues su práctica se centra en la interrelación ser humano, máquina y ambiente. En esta línea de acción, se hace énfasis en el valor que tiene el ergónomo para conjuntar los conocimientos y la praxis en este sistema tripartito y delinear los componentes, así como extraer la información necesaria para mejorar las condiciones⁷.

Es preciso destacar que, si bien la ergonomía se centra en el estudio del sistema ser humano y su entorno, un sistema de trabajo se define de forma amplia como la porción del ambiente en el que las actividades y el trabajo humano repercuten en el individuo y del cual insta para trabajar⁸. En este sentido, cobra relevancia el enlace entre la persona y su sistema de trabajo, ya que en este se acentúan dos aspectos que difieren en un muy mínimo grado: por un lado, se aprecia el aspecto físico, referente a la estructura muscular, y, por el otro, la conexión entre la persona y el sistema de trabajo, que se centra en las capacidades de conocer y actuar; habilidades propias del individuo para responder ante los estímulos de su entorno.

Es evidente que, de acuerdo con lo anterior, los procesos cognitivos, como lo son el aprendizaje y

la percepción, juegan un papel fundamental en la búsqueda de información, interpretación y toma de decisiones. Cuando se combinan los términos cognición y ergonomía resulta inevitable revisar el enfoque de la ergonomía cognitiva.

Esta ramificación de la disciplina se centra en un diseño excelso de la secuencia planificada de las actividades mentales para que atienda a un mayor número de estímulos y optimice su capacidad atencional. Ante esto, también es importante la definición del error humano, alusivo a la reducción de la efectividad, seguridad y ejecución del sistema, provocado por una decisión o actuar incorrecto del ser humano, sin que estas anomalías sean adjudicadas a causas aleatorias o del azar⁹.

El diseño transcultural y la ergonomía en las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) propician el sustancial progreso en el apogeo futuro. Tal es el caso en la interacción persona-ordenador, puesto que en la actualidad estamos migrando de la interacción con ordenadores personales a interfaces virtuales, donde se potencializan las experiencias, dado que la interacción rebasa las expectativas de las capacidades naturales del ser humano². Por lo tanto, esta ciencia interdisciplinaria enfrenta grandes retos, pero también un amplio panorama en los campos de acción.

Incidencia de las tendencias psicológicas en las actividades académicas a distancia

Es necesario revisar el impacto de las tendencias psicológicas que en el contexto actual se manifiestan, y que enfatizan y convergen en la relevancia de la participación protagónica del alumno, toda vez que este gestionará y llevará en marcha su particular proceso de aprendizaje, en cuanto a tiempos y recursos de acceso se refiere. De la misma forma, Romero Ariza y Pérez Ferra¹⁰ señalan que, aunque el comportamiento autónomo del alumno florece en las actividades de aprendizaje desde casa, el profesor sigue siendo un elemento fundamental para la ejecución de tareas a distancia, ya que a través de la guía e instrucción, y de sus habilidades para incitar, motivar e inspirar resultan cruciales en el comportamiento y forma de responder de los estudiantes ante el reto que significa gestionar el espacio de trabajo y el tiempo dedicado a ello para la continuación de las actividades académicas en el contexto de la pandemia por COVID-19.

Siguiendo con la idea, Romero Ariza y Pérez Ferra¹⁰ son contundentes al afirmar que la acción de motivar y propiciar la autoeficiencia de los escolares se refleja

en el esfuerzo y el trabajo. Lo anterior, hará propicio un ambiente en el que el estudiante, al involucrarse en el aprendizaje coherente y consciente, logre el desarrollo personal; estos elementos se consideran en el nuevo modelo de educación a distancia, que integra una triada compuesta por el estudiante, el profesor y el contenido temático de las actividades académicas, cuyo objetivo es una mejor percepción y cuidado del entorno de trabajo que se gestiona desde el hogar.

En relación con el contexto expuesto, se comparte la idea de que el docente funge un papel primordial en las actividades académicas a distancia, donde, a diferencia de la educación virtual, el formato educativo se desarrolla ampliamente con la aplicación de las TIC. Esto permite que el estudiante adquiera conocimientos y habilidades a su propio ritmo, dentro del uso y explotación de un sistema abierto guiado por el usuario¹¹. Además, en esta forma de aprendizaje en línea, al no depender de la infraestructura colegial tradicional, el uso de las herramientas, dispositivos e interfaces virtuales (tales como foros de discusión, videoconferencias, *streaming*, etc.) se convierten en elementos fundamentales para la continuación de las actividades académicas y así mismo impacta como un factor que repercute de manera directa en el proceso de educación y aprendizaje a distancia, en el que las acciones recíprocas de intercomunicación escolar por medios tecnológicos cobran cada vez más importancia.

Métodos de evaluación ergonómica

Se considera fundamental hacer una revisión de los métodos de evaluación ergonómica en las estaciones de trabajo; para ello, el método ERI (Evaluación de Riesgo Individual) se enfoca en evaluar ciertas regiones del cuerpo humano como el segundo segmento del miembro superior, conocido como el brazo, el torso y el cuello, cuya región del cuerpo es la vía de paso de elementos vasculares, viscerales y nerviosos¹². En conjunto, se centra en las partes corporales mencionadas (brazo, torso y cuello) y su interacción a frecuencias de movimiento. En las figuras de evaluación se pueden apreciar los distintos niveles de riesgo, y a su vez, se pueden identificar los rangos de movimiento. Así mismo, se contempla el uso del método RULA, cuyo objetivo es evaluar la recurrencia de los individuos ante posturas, actividad muscular y fuerzas que provocan alteraciones musculoesqueléticas en las extremidades superiores.

En este sentido, el método REBA tiene un alto grado de importancia, dada su funcionalidad; pues evalúa la postura de alta sensibilidad y se enfoca en los aspectos concernientes a la carga física de los individuos, que

pueden llegar a desencadenar lesiones asociadas con posturas inadecuadas. Este método segmenta el cuerpo humano en dos grupos: el primero, denominado grupo A, incluye las piernas, el tronco y cuello; el segundo grupo, llamado B, integra a los miembros superiores como brazos, antebrazos y muñecas¹³. Su objetivo es hacer una evaluación más precisa y asignar puntuaciones a cada zona corporal. Por lo tanto, la evaluación ergonómica de puestos de trabajo, incluidas las estaciones para la realización de las actividades académicas en casa, es un elemento fundamental en la prevención primaria de los Desórdenes Músculo Esqueléticos (DMEs).

Aunque para este trabajo no se realizó una evaluación ergonómica propiamente, sino un análisis de los elementos domésticos con los que se construyeron las estaciones de trabajo académico desde casa y los efectos que tienen, además del uso intensivo de dispositivos para tomar las clases en línea, siempre es necesario hacer un ligero repaso sobre algunos de los métodos existentes, pues estos otorgan elementos técnicos para el tipo de estudio que se está tratando. De igual manera, y para poder plantear si existe o no relación entre las características de los espacios o estaciones de trabajo académico en casa, el uso intensivo de dispositivos electrónicos para tomar clases en línea y la posibilidad de que estos puedan provocar algún síntoma asociado con las lesiones musculoesqueléticas, se presenta la utilización de ecuaciones estructurales.

Trabajos relacionados

En su estudio, Ebara y Yoshitake¹⁴ presentan una serie de consejos ergonómicos para efectuar actividades laborales a distancia, a través de medios electrónicos y dispositivos digitales. Para ellos, enfrentar el contexto laboral en una época donde la pandemia por COVID-19 se suma a los factores de riesgo mundiales, y adoptar nuevos estilos de vida y de trabajo que agrupen a las TIC, coincide con la adopción de nuevas formas de aprendizaje, donde la interacción entre humanos y productos tecnológicos desencadena problemas multifactoriales vinculados con las condiciones y medio ambiente de trabajo. Ante esta situación, comparten una serie de consejos para mejorar el desempeño de los individuos y abonar a su bienestar; estas recomendaciones en materia ergonómica detallan las pautas a seguir entre duración de las jornadas frente a un monitor digital; distancia entre la persona y un objeto que supone ser una fuente luminosa; posición en diferentes asientos cuando se usan procesadores, tabletas o teléfonos inteligentes; inclinación de las extremidades al sostener algún dispositivo digital; uso de soportes para computadora y teléfonos inteligentes;

orientación de las pantallas, y uso de teclados externos. Lo anterior, con el fin de asegurar condiciones confortables para las personas que realizan actividades laborales o académicas a distancia.

Mera et al.¹⁵ profundizan en la importancia del acondicionamiento de las estaciones de trabajo en los entornos domésticos para mantener un estilo de vida saludable, aún con los factores generados a raíz del confinamiento por la pandemia del virus SARS-CoV2. En este sentido, el sedentarismo y la inactividad se convierten en un común denominador en el contexto de la migración de las actividades laborales, académicas, deportivas y de recreación a entornos remotos. A través de una revisión empírica exhaustiva, los autores establecen que la continuidad de la actividad física en los hogares contribuye notablemente a generar efectos positivos en las personas que la realizan; dentro de estos se destaca que la salud mental es la más beneficiada. Por ello, concluyen la importancia de programar periódicamente actividades físicas en casa, descansar adecuadamente por las noches y planear actividades recreativas dentro de los hogares para prevenir alteraciones metabólicas, físicas y mentales.

Por su parte, Santillán¹⁶ analiza el teletrabajo en la era del COVID-19, que surgió a causa del aislamiento social como medida de prevención para frenar los contagios del virus y continuar con las actividades laborales. Este autor señala las ventajas que tiene esta modalidad para la continuación de las actividades profesionales y organizacionales, tales como la autonomía en la planificación de actividades y su desarrollo, la combinación de los espacios domésticos al ahorrar tiempo invertido en traslados para los trabajadores, la eliminación de hasta un 20 % de los gastos fijos en comparación con un esquema presencial. Sin embargo, considera también la parte retardadora de la digitalización del trabajo, pues expone que el ambiente laboral en el entorno doméstico no siempre es el más adecuado, puesto que aumenta el sedentarismo, los horarios se vuelven ilimitados y el contacto social es prácticamente nulo. Santillán señala que esto significa una oportunidad para la generación de nuevos nichos en el mercado laboral, ya que la tendencia de la adopción del teletrabajo va en aumento.

Moreira y Casas¹⁷ exponen en su estudio los nuevos fenómenos del campo laboral y educativo desde una perspectiva que vincula las transformaciones actuales a través de las configuraciones que han sido necesarias para hacer frente a la pandemia de la COVID-19, donde se involucran factores tecnológicos y se experimenta de

forma notoria la exclusión social en grupos vulnerables que carecen de acceso a la digitalización. Se concluye que todo trabajador debe tener constante capacitación para enfrentar la complejidad de su entorno, pero al mismo tiempo los empleadores deben involucrar a sus empleados en las transformaciones socioculturales que suceden en el medio.

Por su parte, Avendaño Porras y Hernández¹⁸ realizaron un estudio cuantitativo de corte transversal, donde a través de un instrumento que consta de 36 ítems, aplicado a una muestra de 225 estudiantes de la Universidad Mesoamericana de Enfermería, encontraron que un porcentaje sumamente cercano al 100 % de los estudiantes no contaba con las condiciones óptimas en sus hogares para el buen desarrollo de un entorno virtual de aprendizaje tras la contingencia sanitaria de la COVID-19, lo cual limita sus capacidades físicas y causa daños relacionados con posturas anti-ergonómicas. Lo anterior, evidencia la necesidad de crear procesos de capacitación para el acondicionamiento de los entornos de aprendizaje remoto.

Álamo et al.¹⁹ analizaron en su estudio los factores ergonómicos asociados a un grupo estudiantil del nivel superior, que en el contexto de pandemia a causa del COVID-19 migró sus actividades presenciales a la forma virtual. El estudio se realizó a través de una encuesta digital aplicada a una muestra de 121 estudiantes universitarios, donde a través de un análisis descriptivo de los resultados se concluyó que el 83 % de los encuestados ha presentado dolores musculares en la espalda, cuello, cintura y hombros, mientras que secundan las afectaciones en la vista. Además de que el 62,8 % de los estudiantes incrementó la ingesta de comida chatarra. Se concluye que la mediación de los entornos de trabajo virtual repercute de forma directa en el bienestar de los estudiantes.

Sin embargo, las repercusiones en materia ergonómica no son exclusivas de la comunidad estudiantil. Molina Romero²⁰ expone en su estudio que la comunidad académica conformada por el profesorado ha sido blanco de lesiones musculoesqueléticas asociadas a sus actividades laborales efectuadas de forma remota por el confinamiento de la pandemia por COVID-19. A través de una revisión documental con un enfoque descriptivo hermenéutico, el autor enfatiza en la prioridad del análisis de las condiciones de trabajo de los educadores, pues el riesgo de lesiones musculoesqueléticas vinculadas con el trabajo en casa que desempeñan los profesores es sumamente alto de acuerdo con los parámetros establecidos en la guía PRISMA.

La realización de las actividades laborales o académicas en el hogar requiere examinar los límites espaciales y temporales que crean los individuos, ello se complica cuando el rol académico o de trabajo se contraponen con las limitantes y demás actividades domésticas; el reto se ejemplifica al mantener un espacio de trabajo separado y al establecer los horarios de las actividades²¹.

La evolución de los entornos de aprendizaje ha traído consigo retos sustanciales, el primero de estos se identifica en la apropiación de espacios que son ajenos en naturaleza a las actividades académicas; esto implica una resignificación de las percepciones del estudiante, la modificación de sus quehaceres académicos en un ambiente diverso en condiciones, único y diferente para cada individuo²².

La rapidez al adoptar medidas que mitiguen el impacto de la pandemia de COVID-19 en el ámbito educativo ha llevado al diseño inadecuado de las estaciones escolares en casa; estas implementaciones tienen su origen en el deseo de ahorrar tiempo en la adaptabilidad de los espacios a los individuos y del mismo modo ahorrar tiempo en brindar recomendaciones a las comunidades estudiantiles para un diseño adecuado de los puestos de trabajo escolares en casa²³.

Sobre los entornos físicos de aprendizaje en el hogar durante la pandemia por COVID-19, Keser et al.²⁴ explican que es recomendable tener un entorno de aprendizaje fijo y no compartido con otros individuos, ya que cuanto más útil y satisfactorio para sus necesidades, mayor es la motivación del estudiante, y al mismo tiempo disminuye su nivel de estrés. Así mismo, encuentran diferencias significativas en cuanto a la estructura del hogar, mobiliario ergonómico y el rendimiento escolar.

Modelos de ecuaciones estructurales

Los sistemas de ecuaciones estructurales permiten plantear las relaciones existentes entre variables que presentan diferencias en su naturaleza propia; en este tenor, de forma detallada y meticulosa se analiza la muestra con el fin de detectar los vínculos desde el aspecto teórico. La importancia del concepto de causalidad toma relevancia en la discusión filosófica y científica, sin embargo, la causalidad que respecta a los modelos estructurales se enfoca en el control estadístico, delimitando el fenómeno y propiciando el análisis lógico que parte del raciocinio²⁵.

Un sistema de ecuaciones estructurales se define como un conjunto de ecuaciones lineales que implica la participación de variables exógenas y variables aleatorias, en sus tipos: observables, latentes y de error. En esta línea de acción, se procede con la formulación del modelo, cuya representación gráfica serán las ecuaciones estructurales que expresaran las relaciones que participan y contienen información de la muestra²⁶.

Metodología

El desarrollo del proceso para obtener información sobre las actividades académicas desde casa se llevó a cabo de la siguiente manera:

I) Diseño del instrumento digital que consta de 23 ítems; para medir el nivel de consistencia se aplicó el alfa de Cronbach, obteniendo un valor de 0,93.

II) Aplicación a una muestra representativa de 359 estudiantes de nivel superior de la División de Ingeniería del Campus Irapuato Salamanca (DICIS) de la Universidad de Guanajuato. La recolección de los datos se realizó durante los meses de noviembre y diciembre de 2020. Para el cálculo se realizó un muestreo aleatorio simple con afijación proporcional, fundamentado en el número de alumnos inscritos en 2020 en la DICIS, cuya matrícula asciende a 2697 estudiantes pertenecientes a los 7 programas educativos que se ofertan, los cuales son: Licenciatura en Gestión Empresarial, Licenciatura en Artes Digitales, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería en Sistemas Computacionales. Se eligió la fórmula estadística para una población finita, con un nivel de confianza del (95 %) y error muestral de (5 %), cuyo comportamiento de la distribución de la media muestral es muy cercana a una normal.

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{[(e^2 * (N - 1)) + Z^2 * p * q]}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra,
 Z = puntuación de nivel de confianza,
 N = tamaño de la población,
 p = estimación de probabilidad asumiendo una proporción de 0,5,
 q = 1-p,
 e = margen de error.

III) Para la clasificación de los resultados se agrupó la información de acuerdo con las cinco dimensiones del instrumento: identificación, espacios utilizados, muebles y equipos, CyMAT y posibles lesiones.

En una parte del análisis se hicieron agrupaciones basadas en las relaciones de las características del medio ambiente para realizar las labores académicas en el hogar, tales como la iluminación, ventilación y la exposición al ruido. A su vez, se integraron y unificaron en el análisis la frecuencia del uso de dispositivos en las actividades académicas primordiales a distancia, como lo son el tomar clases virtuales, hacer y enviar actividades, tareas o investigaciones.

Modelos estructurales

Se utilizará la notación propuesta en 1977 por Jöreskog, que contempla de forma holística la inclusión de variable sin parámetros estructurales, para explicar las relaciones que emanan del acervo de datos con el que se cuenta, a través de la ecuación compactada en la siguiente expresión:

$$X = \lambda_X \xi + \delta$$

Que representa en su forma desarrollada a:

$$\begin{cases} X_1 = \lambda_{11}\xi_1 + \delta_1 \\ X_2 = \lambda_{21}\xi_1 + \delta_2 \\ X_3 = \lambda_{32}\xi_2 + \delta_3 \\ X_4 = \lambda_{42}\xi_2 + \delta_5 \end{cases}$$

Donde:

X = representa un vector $q \times 1$, que comprende variables aleatorias a las variables observables.

λ = representa una matriz de orden $q \times n$, que integra las saturaciones de variables observables en las variables latentes independientes.

ξ = se interpreta como un vector de dimensiones $n \times 1$, que integra las variables latentes independientes, también conocidas como exógenas.

δ = representa un vector de dimensiones $q \times 1$, donde se integran las variables aleatorias correspondientes a los errores de la medida.

Por su parte, las ecuaciones para relacionar las variables dependientes se expresan como:

$$Y = \lambda_Y \eta + \varepsilon$$

que en su forma desarrollada se aprecia como

$$\begin{cases} Y_1 = \lambda_{11}\eta_1 + \varepsilon_1 \\ Y_2 = \lambda_{22}\eta_2 + \varepsilon_2 \\ Y_3 = \lambda_{32}\eta_2 + \varepsilon_3 \end{cases}$$

Donde:

Y = representa un vector $p \times 1$, que integra las variables aleatorias que corresponden a las variables observables.

λ_Y = representa una matriz de orden $p \times m$, que contiene la agrupación de variables observables en las variables latentes dependientes.

η = corresponde a un vector de dimensiones $m \times 1$ que integra las variables latentes dependientes, también nombradas endógenas.

ε = representa un vector de dimensiones $p \times 1$, que integra variables aleatorias que corresponden a los errores de la media.

La representación de ecuaciones estructurales para variables latentes que enlazan la relación entre las variables observables, con las hipotetizadas, logrando corresponder las variables independientes con las dependientes, se expresa en notación matricial como:

$$\beta_\eta = \Gamma \xi + \zeta$$

Donde:

η = representa un vector $m \times 1$, que comprende las variables latentes endógenas.

ξ = es un vector $n \times 1$ que integra las variables latentes exógenas.

β = representa una matriz $m \times m$, que contiene los coeficientes de regresión sobre las variables endógenas.

Γ = representa una matriz $m \times n$, que comprende los coeficientes de regresión sobre las variables exógenas.

ζ se identifica como un vector $m \times 1$ que contiene los errores de regresión resultantes.

El modelo para probar cuenta con el constructo latente de las posibles lesiones (PL), en el que se analizan las afecciones ocurridas en las manos, espalda, piernas, cabeza, vista, oído, agotamiento físico y la respiración. De forma reflectiva, las variables observables se atribuyen a los espacios utilizados para las actividades académicas en casa, muebles y equipos, condiciones y medio ambiente (CyMAT), a través de indicadores de medición.

Resultados

Se observa que el 79,1 % de los estudiantes a los que se les aplicó el instrumento vive en una zona urbana, y, del total de la muestra, el 97,4 % tiene acceso a una conexión a internet. Es destacable que, para realizar las labores académicas, el dispositivo más usado es la *laptop*. En la **Tabla 1** se muestra la frecuencia de uso de los dispositivos digitales, que se convierten en una herramienta fundamental en el contexto de clases a distancia.

Tabla 1. Frecuencia del uso de dispositivos empleados en las actividades académicas desde casa.

Tipo de dispositivo	Frecuencia de estudiantes que usan los dispositivos para tomar clases virtuales	Frecuencia de estudiantes que usan los dispositivos para hacer actividades académicas desde casa (tareas, investigaciones, etc.)
Computadora de escritorio	36	55
Laptop	229	273
Tableta	8	2
Teléfono celular	86	29

Además, se observa que se simularon 4 productos tecnológicos que representan en promedio lo que podría emplearse para las actividades académicas desde casa; se determinó que el 63,78 % de los encuestados prefieren el uso de una computadora portátil, lo cual puede deberse a las características del dispositivo como el almacenaje, tamaño de la pantalla y funciones específicas propias de un ordenador. Sin embargo, a pesar de que los teléfonos móviles son los dispositivos a los que se tiene mayor acceso por variables específicas como su precio, amplia gama de marcas y modelos, etc., estos dispositivos se posicionan en último lugar con 26,7 % de uso entre los dispositivos para tomar clases virtuales.

En relación con las dimensiones de espacios, muebles y equipos utilizados en las actividades académicas desde casa, en la **Figura 1** se observa que el 61,83 % de los estudiantes de la muestra utiliza su habitación como espacio acondicionado para sus clases a distancia. En la **Figura 2** se observa que el tipo de asiento designado por el 20,61 % de los estudiantes son sillas tipo comedor con acojinado; en general, se aprecian notables diferencias con los tipos de asientos empleados por la comunidad académica de la DICIS en modalidad presencial; lo que impacta directamente en las posibles lesiones que se abordarán a continuación.

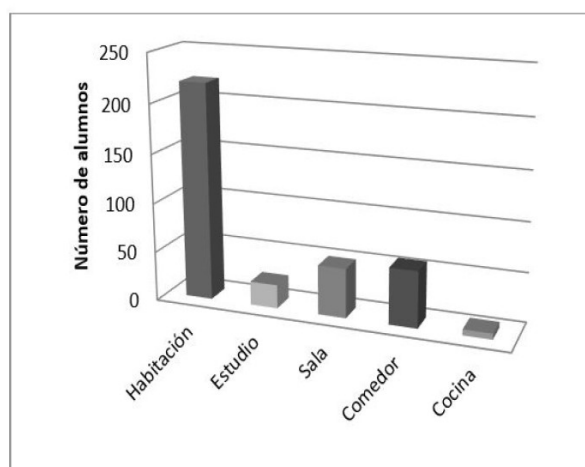


Figura 1. Número de estudiantes que utilizaron distintos espacios para realizar la actividad académica en casa.

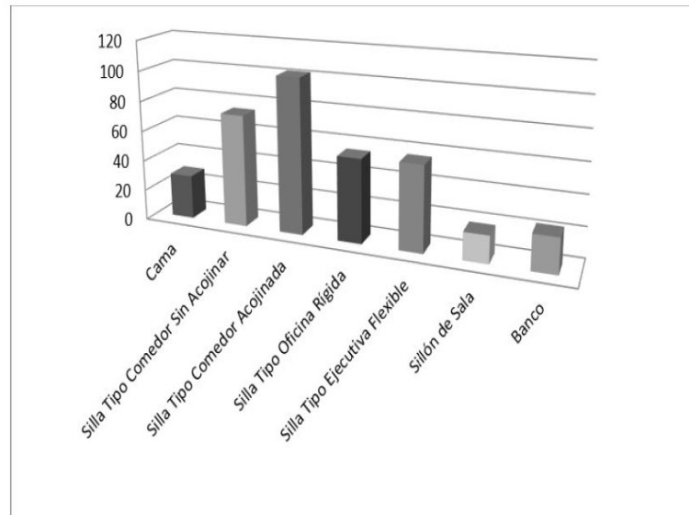


Figura 2. Número de estudiantes que utilizaron distintos espacios para sentarse durante las actividades académicas desde casa.

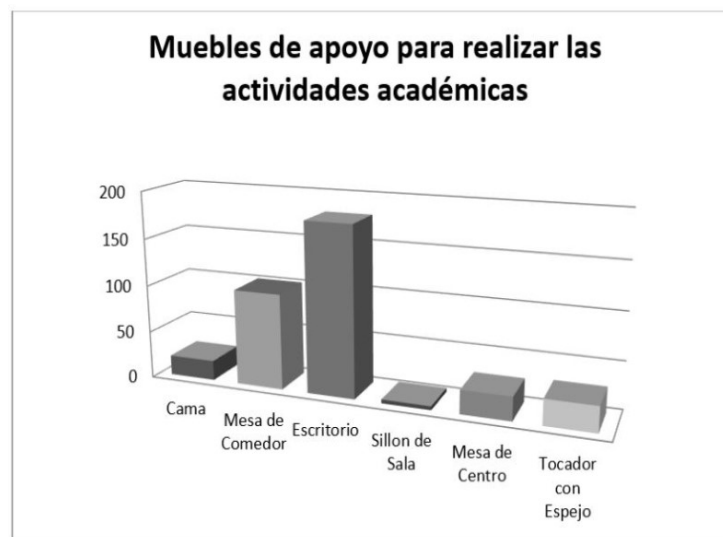


Figura 3. Frecuencia de estudiantes sobre el uso de distintos tipos de muebles de apoyo para realizar las actividades académicas.

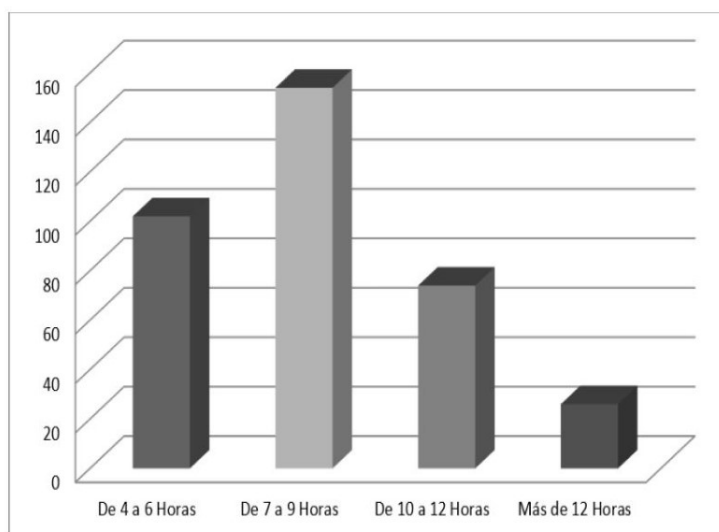
En la **Figura 3** se observa que el mueble de apoyo más utilizado por los estudiantes para la realización de sus actividades académicas en casa fue el escritorio, con una frecuencia absoluta de 179 estudiantes; en segundo lugar, se contabiliza la mesa de comedor que, aunque no tiene un uso específico para las tareas escolares, posee dimensiones que brindan un nivel y soporte equiparables a lo ideal: un escritorio. Sin embargo, rebasando los 20 estudiantes en cada caso, se observa una terna de muebles de apoyo como lo es la mesa de centro, el tocador y la cama como elementos que fueron integrados a las estaciones de trabajo en el periodo de

pandemia y que pueden relacionarse con ciertas lesiones musculoesqueléticas experimentadas o por ocurrir.

La importancia de las CyMAT en el contexto académico desde casa cobra protagonismo y resulta primordial para analizar, en la **Tabla 2** se aprecia la incidencia en la calidad de cada factor medio ambiental experimentado por los estudiantes. La mediana se concentra en un estado de percepción “bueno” en cuanto a iluminación, ventilación y exposición al ruido, sin embargo, esto no dista de forma considerable de una percepción aceptable de los estímulos focalizados.

Tabla 2. Medio ambiente en las actividades académicas desde casa.

Calidad de los factores medioambientales / número de estudiantes	Iluminación	Ventilación	Exposición al ruido
Excelente	67	72	96
Buena	168	160	179
Aceptable	107	102	79
Deficiente	17	24	5

**Figura 4.** Tiempo destinado a las actividades académicas (clases, y tareas) durante el día. En número de estudiantes.

Resulta interesante analizar el tiempo dedicado por los estudiantes a sus quehaceres académicos en esta nueva forma de interactuar, no solamente con los grupos académicos de forma remota, sino también con sus dispositivos; tiempo al que se enfrentan bajo las condiciones especiales que supone laborar desde casa. En este sentido, en la **Figura 4** se representa el tiempo destinado por los estudiantes a las actividades académicas como clases y tareas durante una jornada diaria, el 43,73 % de la muestra declaró dedicar un tiempo promedio de 7 a 9 horas en actividades académicas, mientras que el 7,24 % señaló que el tiempo dedicado era de más de 12 horas. Se

puede aseverar, pues, que, a más tiempo de exposición a los dispositivos y a las condiciones de la estación de trabajo armada en casa, existe mayor propensión a las sintomatologías asociadas con los TMEs.

En la **Tabla 3** se aprecia que el 50,69 % de la muestra en esta modalidad de clases virtuales ha presentado dolor en manos en un grado moderado, el 42,61 % ha presentado cansancio visual de forma fuerte, el 23,67 % ha experimentado dolor de oídos de forma moderada y tan solo el 1,39 % ha sentido de forma crónica dificultad para respirar al realizar sus actividades académicas en casa.

Tabla 3. Frecuencia de experimentación de malestar en órganos receptores durante las actividades académicas desde casa. En número de estudiantes.

Nivel de malestar / número de estudiantes	Dolor en manos	Cansancio visual	Dificultad para respirar	Dolor en oídos	Dolor en piernas	Dolor en espalda	Dolor en la cabeza
Crónico	5	52	5	4	6	36	28
Fuerte	37	153	13	20	59	137	134
Moderado	182	127	47	85	153	161	148
Nulo	135	27	294	250	141	25	49

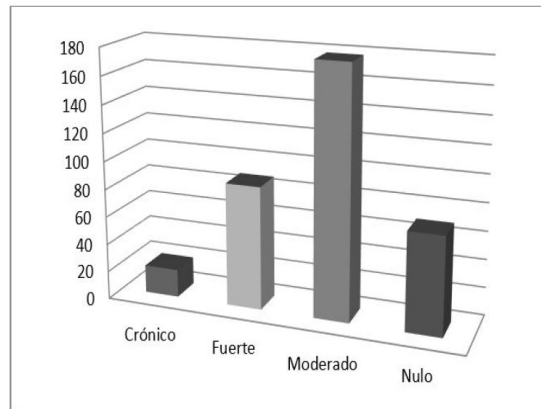


Figura 5. Sensación de agotamiento físico durante las labores académicas desde casa. En número de estudiantes.

En la **Figura 5** se observa que el 50,1 % de la muestra ha enfrentado la sensación moderada de agotamiento físico en esta nueva forma de realizar sus actividades académicas. Se debe tomar en cuenta que, del total de la muestra, la mayoría ha sufrido en distinto grado alguna sensación de agotamiento.

Modelado de ecuaciones estructurales (SEM)

Se diseñó un modelo de ecuaciones estructurales para las 360 observaciones, en la **Tabla 4** se presentan los ajustes de medida del modelo de ecuaciones estructurales. La evaluación inicia con la carga obtenida por los indicadores. En este sentido, las cargas mayores a 0,700 indican que el constructo explica el 50 % de la varianza del indicador; ante ello, se procedió a retirar del modelo final los indicadores con baja carga, como Q0 (0,485), Q1 (0,486), Q2 (0,488).

El próximo paso de la validación del modelo es analizar la confiabilidad de consistencia interna, la cual determina

que los márgenes de 0,600 a 0,700 son aceptables. Por su parte, los límites de 0,700 a 0,950 son satisfactorios y excelentes; en cuanto a los mayores de 0,950, resultan problemáticos. En este sentido, las dimensiones latentes obtuvieron puntajes muy aproximados a 0,850.

La siguiente línea de acción en el modelo de ecuaciones estructurales es la evaluación de la validez convergente de los constructos reflexivos, esto mide la extensión de convergencia de los constructos frente a los indicadores, explicando la varianza de los ítems.

La validez convergente está determinada por la Varianza Promedio Extraída (AVE) por todos los ítems asociados; el valor de AVE es calculado por el promedio del cuadrado de las cargas de todos los indicadores que se asocian. Los parámetros aceptables corresponden a valores mayores a 0,50 para explicar cuando menos el 50 % de su varianza.

Tabla 4. Ajustes de medida del modelo de ecuaciones estructurales

Constructo/dimensión	Indicador	Carga	Confiabilidad compuesta	AVE	
Síntomas asociados a LMEs	Q14	0,836	0,837	0,753	
	Dolor en las manos	Q4			0,879
	Q5	0,981			
	Dolor en la espalda	Q15	0,817	0,861	0,638
		Q3	0,791		
		Q7	0,860		
	Dolor en las piernas	Q16	0,872	0,836	0,740
		Q9	0,757		
	Dolor de cabeza	Q17	0,876	0,820	0,729
		Q10	0,820		
	Cansancio visual	Q18	0,974	0,834	0,648
		Q19	0,882		
	Dificultad para respirar	Q11	0,758	0,730	0,650
		Q20	0,890		
Agotamiento físico	Q8	0,874	0,914	0,819	
	Q13	0,863			
	Q21	0,877			
Dolor en los oídos	Q12	0,869	0,849	0,671	
	Q22	0,824			

Seguido de la confiabilidad y validez convergente, es necesario determinar la validez discriminante de los constructos para determinar qué tan distintos son entre sí, unos de otros en el mismo modelo; para ello resulta de ayuda el criterio Fornell-Larcker que se efectúa a través

de la comparación de la raíz cuadrada de la AVE, si esta es mayor a las correlaciones con los otros constructos, en la **Tabla 5** se observa la ponderación del criterio con cada elemento sujeto a afecciones y malestares que se analizaron en el instrumento.

Tabla 5. Criterio de Fornell-Larcker para validez discriminante del modelo.

	Manos	Espalda	Piernas	Cabeza	Vista	Respiración	Agotamiento	Oídos
Manos	0,795							
Espalda	0,759	0,867	0,763					
Piernas	0,475	0,853	0,796	0,557				
Cabeza	0,136	0,845	0,572	0,827	0,689			
Vista	0,127	0,149	0,126	0,899	0,747	0,479		
Respiración	0,291	0,638	0,189	0,831	0,389	0,546	0,838	
Agotamiento	0,890	0,832	0,739	0,876	0,693	0,675	0,796	0,726
Oídos	0,327	0,568	0,348	0,833	0,248	0,342	0,598	0,869

Toda vez realizado el análisis de confiabilidad y validez, se procedió a la evaluación del modelo estructural evaluando el coeficiente de determinación R^2 , que es una medida de varianza explicada en cada uno de los constructos dependientes, por lo que se asume como una medida predictiva del modelo. Así mismo, en la **Tabla 6** se observa que se evaluó la redundancia de validación cruzada y los coeficientes Path resultando un modelo

de ecuaciones estructurales que se puede apreciar gráficamente en la **Figura 6**. Para su interpretación, en la **Tabla 7** se presentan los rangos para los valores sustanciales se encuentran en valores mayores a 0,670, en términos moderados de 0,660 a 0,330, y con valores débiles de 0,320 a 0,190; para este estudio se encuentran los constructos en términos moderados.

Tabla 6. Coeficientes Path y significancia del modelo estructural.

Constructo/dimensión	Coefficiente path	Valor t
Manos	0,8204	20,2604
Espalda	0,8649	24,3670
Piernas	0,7363	16,3997
Cabeza	0,6855	13,3220
Vista	0,8832	28,7015
Respiración	0,5447	8,3923
Agotamiento	0,8763	26,4482
Oídos	0,5335	8,9238

Tabla 7. R^2 , R^2 ajustada del modelo estructural

	R^2	R^2 ajustada
Manos	0,607	0,603
Espalda	0,628	0,617
Piernas	0,462	0,468
Cabeza	0,544	0,539
Vista	0,656	0,657
Respiración	0,379	0,372
Agotamiento	0,647	0,652
Oídos	0,433	0,430

R^2 : Coeficiente de determinación, que es una medida de varianza

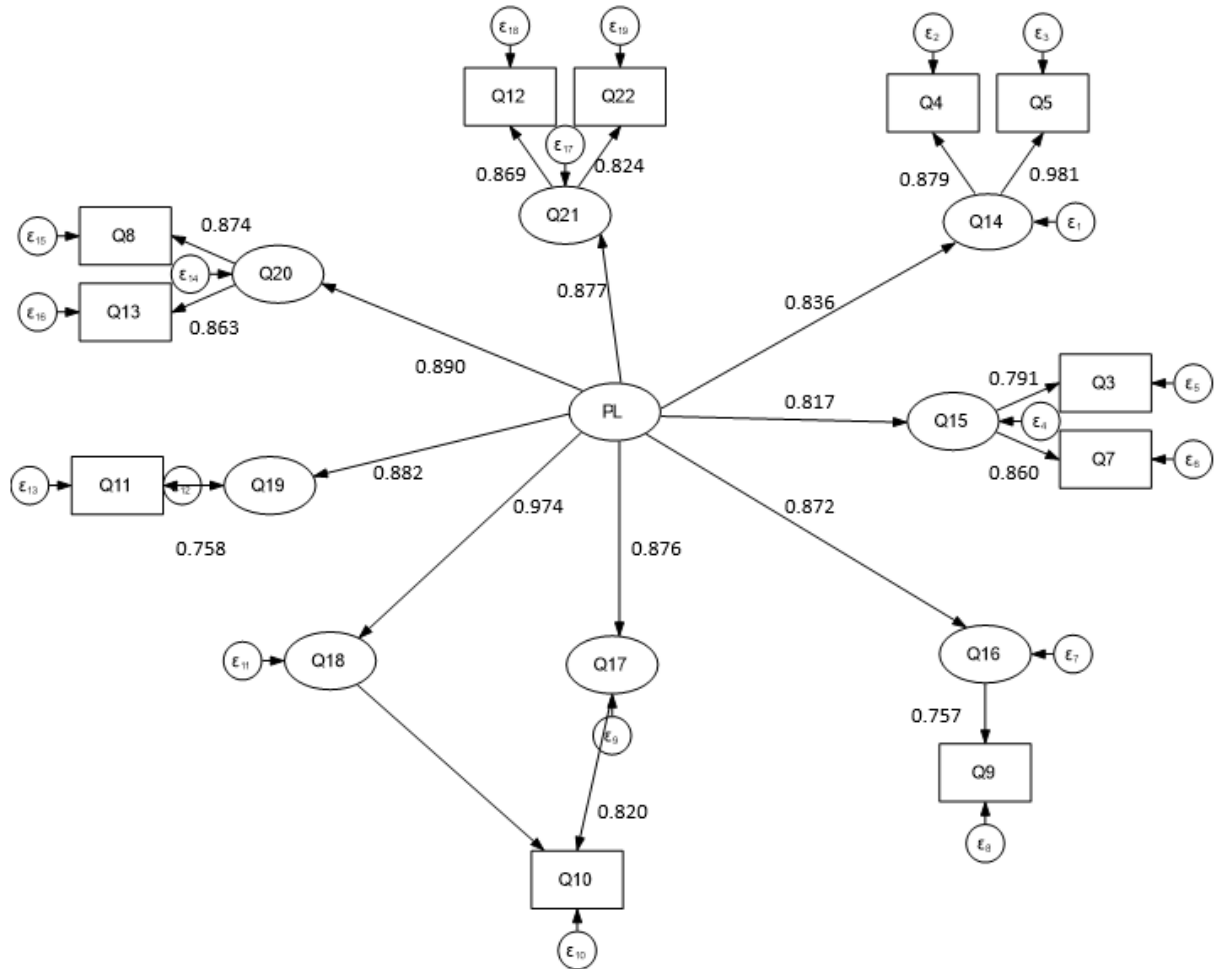


Figura 6. Modelo de ecuaciones estructurales.

Discusión

Es preciso discutir el análisis sobre las condiciones y el medio ambiente de trabajo académico en casa y destacar la congruencia que se encuentra con la importancia de realizar intervenciones en materia de recomendaciones ergonómicas para el mejoramiento del espacio de trabajo⁷.

En este sentido, y de acuerdo con los resultados obtenidos en el modelo de ecuaciones estructurales propuesto, generar un espacio de trabajo sin conciliar los factores ambientales con las necesidades humanas repercute en la óptima ejecución de las actividades del individuo⁸.

Es decir, en este contexto, donde las actividades virtuales surgen necesariamente para la continuidad de la educación, es menester profundizar en la importancia

de la conjugación de la ergonomía y las tecnologías de la información y la comunicación, ya que este binomio requiere estrictamente de la interacción de la persona con un ordenador y todas las interfaces que esto suponga¹¹, ya que lo anterior no solo demuestra que impacta en las experiencias de interacción y aprendizaje, sino que además favorece experimentar sensación de agotamiento, dolor de cabeza y, por supuesto, cansancio visual.

Sobre los efectos derivados de las prácticas autónomas y las habilidades para responder al entorno¹², conocer e integrar de forma individual los elementos que proporcionan los métodos de evaluación ergonómica como el REBA apoyaría a los estudiantes a tomar medidas precautorias sobre la prevención primaria de los desórdenes musculoesqueléticos, específicamente en piernas, tronco, cuello y muñecas¹³, ya que principalmente estas zonas son de alarma en la muestra documentada.

Conclusión

Los trastornos y lesiones musculoesqueléticas cobran relevancia en el contexto de la migración de las actividades escolares a los hogares, pues las prácticas deliveradas que realiza la comunidad académica y estudiantil pueden resultar perjudiciales si no se adecuan a las recomendaciones en materia ergonómica. En este sentido, a través de este estudio se detecta que las lesiones potenciales derivadas del trabajo académico en casa se manifiestan principalmente como dolor de espalda, cansancio visual y agotamiento físico en grados moderados, pero que pueden agravarse potencialmente de acuerdo con los resultados del modelo de ecuaciones estructurales, ya que existe una fuerza y significancia considerable que describe la medida de predicción; en este caso, se utilizó el cálculo de la redundancia de validación cruzada en función de R ajustada.

A través de los resultados, es necesario destacar que el dolor de manos se refleja de manera positiva y significativa en primer lugar. En segundo lugar, se evidencia el cansancio visual, y en términos muy aproximados el agotamiento físico. En este sentido, es importante destacar la baja carga de la dificultad para respirar y el dolor de oídos.

Un mal diseño de la estación de trabajo académico en casa, aunado a la utilización de los muebles y equipos de manera no adecuada, aumenta la posibilidad de presentar síntomas asociados a las LMEs y, por tanto, daños en la salud del estudiante.

Si bien es cierto que el grado máximo de afectaciones experimentado por la mayoría de los estudiantes redundó en un término moderado, esto hace visible la emergencia de actuación e intervención, ya que las lesiones musculoesqueléticas pueden no ser inmediatas, pero sí limitar en un mediano y largo plazo las condiciones de vida y operatividad de los individuos que las experimentan.

Con la intención de enlistar los hallazgos desde los resultados obtenidos en la práctica, se detectan los siguientes: los síntomas de alerta para el grueso de la muestra se encuentran en el dolor de manos, dolor de piernas y espalda, extremidades que soportan el impacto del trabajo remoto y que en lo posterior limitarían, de no ser atendidas las molestias, la dinámica de estudiantes impactando específicamente en su motricidad.

Finalmente, se comparte que este estudio proporciona un diagnóstico de las condiciones experimentadas

por los estudiantes de la División de Ingenierías del campus Irapuato Salamanca, y que, dentro de las condiciones emergentes se ha buscado instruirlos a través de espacios de divulgación con contenido en materia de recomendaciones ergonómicas, como lo es la impartición de talleres que dan pautas para el diseño de estaciones de trabajo académico en casa, así como la elaboración y distribución de una serie de infografías que muestran la representación del uso adecuado de dispositivos digitales, posturas ergonómicas, entre otros.

Referencias

1. Memoria estadística del Instituto Mexicano de Seguridad Social IMSS [Internet]. México: 2021 [consultado 2022 marzo]. Disponible en: <https://www.imss.gob.mx/conoce-al-imss/memoria-estadistica-2020>
2. Puentes Lagos DE, Galán Zambrano CA. Aproximación al diseño incorruptible desde el caso de interventorías en espacios interiores. *ACTIO J.* 2019; 3: 142-164. doi: <https://doi.org/10.15446/actio.n3.96127>
3. Lite AS, García M, Manzanedo del Campo MA. Métodos de evaluación y herramientas aplicadas al diseño y optimización ergonómica de puestos de trabajo. *Actas Madrid.* 2007; 239-250.
4. Ghasemi F, Mahdavi N. A new scoring system for the Rapid Entire Body Assessment (REBA) based on fuzzy sets and Bayesian networks. *International J Ind Ergonom.* 2020; 80. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2020.103058>
5. Torres SJ, Paladines CA, Luzuriaga WD, Cabezas EB. Diseño de estación de telestudio ergonómica para mejora postural en alumnos de posgrado de la Universidad Técnica Particular de Loja-Ecuador. *ESPACIOS.* 2020; 41(35): 126-140.
6. Ferrer R, Dalmau I. Ergonomía cognitiva y carga mental. En: Pedro R, Gil M. *Manual de psicología aplicada al trabajo y a la prevención de riesgos laborales.* 1 ed. Madrid: Piramide; 2014. p. 159-188.
7. Piñeda GA. Ergonomía y antropometría aplicada con criterios ergonómicos en puestos de trabajo en un grupo de trabajadoras del subsector de autopartes en Bogotá D. C. Colombia. *Rev Republ.* 2007; 2(3): 135-150.
8. Cañas JJ, Waerns Y. Ergonomía cognitiva. *Alta Dir.* 2003; 227: 66-70.
9. Reason J. *Human Error.* 1 ed. New York: Cambridge University Press, 1990.
10. Romero Ariza M, Pérez Ferra M. *Cómo motivar a aprender en la universidad: una estrategia fundamental contra el fracaso académico en los*

- nuevos modelos educativos. *Rev Iber Edu.* 2009; 51(1): 87-105. doi: <https://doi.org/10.35362/rie510628>
11. Quesada Castillo R. Evaluación del aprendizaje en la educación a distancia “en línea”. *RED.* 2006; VI: 31-45. doi: <https://doi.org/10.6018/red>
 12. Rodríguez Ruíz Y, Guevara Velasco C. Empleo de los métodos ERIN y RULA en la evaluación ergonómica de estaciones de trabajo. *Ingeniería Industrial.* 2011; 32(1):19-27.
 13. Clavijo Bassantes AA, Suárez Córdova MA, Ávila Barreno EM. Covid-19. El riesgo por carga estática postural y el tipo de motocicleta en los trabajadores de transporte de alimentos puerta a puerta. *Anat Dig.* 2021; 4(3.1): 77-86. doi: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v4i3.1.1862>
 14. Ebara T, Yoshitake R. Seven Practical human factors and ergonomic tips for teleworking/Home-learning using tablet/smartphone devices. 2020. First Edition, Japan Human Factors and Ergonomics Society, ISBN: 978-0-9976041-4-6, IEA Press.
 15. Mera AY, Tabares González E, Montoya González S, Muñoz Rodríguez DI, Vélez FM. Recomendaciones prácticas para evitar el desacondicionamiento físico durante el confinamiento por pandemia asociada a COVID-19. *Univ Salud.* 2020; 22(2):166-177. doi: <https://doi.org/10.22267/rus.202202.188>
 16. Santillan W. El teletrabajo en el COVID-19. *CienciAmérica.* 2020; 9(2): 65-76. doi: <http://dx.doi.org/10.33210/ca.v9i2.289>
 17. Moreira Cunha D, Casas A. Trabajo, reconfiguraciones contemporáneas y principio educativo. *Rev Edu Soc Pedag Social Uruguay.* 2020; 4: 72-89.
 18. Avendaño Porras VDC, Hernández Hernández MR. Ergonomía digital y su influencia en el aprovechamiento académico de las clases virtuales en enfermería. *Diál Sob Edu.* 2021; 24(13): 1-17. doi: <https://doi.org/10.32870/dse.vi24.1055>
 19. Álamo Honorio YF, Espinoza Galván DP, Huilca Vilchez H, Miranda Malpartida A, Palomino Rodríguez L, Romero D, et al. Cambios en la ergonomía en tiempos de COVID-19 en estudiantes de una universidad Peruana. *J Health Med Sc.* 2021; 8: 67-74.
 20. Molina Romero E. Ser profesor en el contexto de la pandemia COVID-19: Revisión sobre el dolor de espalda. *Rev Educare.* 2021; 25(2): 322-340. doi: <https://doi.org/10.46498/reduipb.v25i2.1489>
 21. Baticulon RE, Jino SJ, Alberto NRI, Baron MBC, Mabulay REC, Rizada LGT, et al. Barreras para el aprendizaje en línea en tiempos de COVID-19: una encuesta nacional de estudiantes de medicina en Filipinas. *Med Sci Educ.* 2021; 31: 615–626. doi: <https://doi.org/10.1007/s40670-021-01231-z>
 22. Fraser BJ. Hitos en la evolución del campo de los entornos de aprendizaje en las últimas tres décadas. En Fraser BJ, Zandvliet DB. Treinta años de entornos de aprendizaje: Mirando hacia atrás y mirando hacia adelante. *Sent Brillante.* 2018; p. 1-19.
 23. Gouëdard P, Pont B, Viennet R. Respuestas educativas al COVID-19: Implementando un camino a seguir. Documentos de trabajo sobre educación de la OCDE. 2020.
 24. Keser Aschenberger F, Radinger G, Brachtl S, Ipser C, Oppl S. Physical home learning environments for digitally-supported learning in academic continuing education during COVID-19 pandemic. *Learn Environm Res.* 2022; 26: 97-128. doi: <https://doi.org/10.1007/s10984-022-09406-0>
 25. Manzano Patiño AP. Introducción a los modelos de ecuaciones estructurales. *Inv Ed Médica.* 2017; 7(25): 67-72.
 26. Medrano LA, Muñoz Navarro R. Aproximación conceptual y práctica a los modelos de ecuaciones estructurales. *Rev Dig Inv Docencia Univ.* 2017; 11(1): 219-239. doi: <http://dx.doi.org/10.19083/ridu.11.486>