

# Ergonomic risks in university engineering students during the pandemic

Danny Tupayachy-Quispe, Dr<sup>1</sup>, Jonathan Almirón, Dr<sup>1</sup>, Ana Castillo-Barriga, Ing<sup>1</sup>, Sarlet Aguilar-Gordillo, Br<sup>1</sup>, Grace Acevedo-Obando, Mg<sup>2</sup> y Yosheff Ortiz-Valdivia, Dr<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Católica de Santa María, Perú, dtupayachy@ucsm.edu.pe, 71569459@ucsm.edu.pe, 73764784@ucsm.com

<sup>2</sup>Universidad Tecnológica del Perú, Perú, C16537@utp.edu.pe

<sup>3</sup>Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú, yortizv@unsa.edu.pe, jalmiron@unsa.edu.pe

*Abstract— The objective of this research work was to determine the existence of ergonomic risks in students, who carried out their studies in virtual mode in Industrial Engineering at the Catholic University of Santa María. It was carried out through surveys, observation and the application of the ROSA methodology. The results determine that the students' performance was not optimal, with different causes being psychosocial factors such as stress, anxiety and fatigue; as well as physical factors such as musculoskeletal disorders developed by a sedentary lifestyle, academic load, workplace conditions, lack of physical activity and others.*

**Keywords—Ergonomics, Musculoskeletal Disorders, Psychosocial Risks, Virtual Education, Pandemic.**

## I. INTRODUCCIÓN

La primera semana de marzo del año 2020, a razón del surgimiento de la pandemia causada por el nuevo virus COVID-19, el gobierno peruano decretó el aislamiento social obligatorio, el cual indicaba entre sus restricciones, la paralización de las actividades presenciales, incluyendo en este caso la educación. En este escenario, tanto instituciones públicas como privadas tuvieron que adoptar nuevas estrategias para llevar a cabo el proyecto educativo, siendo una de ellas la educación virtual [1].

Ciertamente, la educación virtual ha podido concretarse gracias al avance de las nuevas tecnologías, transformando el proceso educativo y cambiando el modo de aprendizaje. En efecto, los aportes más importantes son la evolución de la comunicación, el incremento de las conexiones digitales, el aprendizaje colaborativo, el poder de la realización de las multitareas y, el acceso rápido a la información.

Es importante mencionar que la educación virtual, ha dado ventajas para los diferentes usuarios como poder realizar teletrabajo desde cualquier lado y, tener un mayor control sobre el equilibrio de la vida laboral y personal, dado que al reducir el uso de transporte se tiene un mayor tiempo para otras

actividades personales. Sin embargo, la “Teoría de la Equivalencia de Interacción” sugiere que las personas logran tener una mayor satisfacción cuando interactúan presencialmente [2]. No obstante, en [3], se indica que se debe adoptar desde un enfoque estratégico el aprendizaje mixto, para así brindar una enseñanza híbrida, complementando todos los tipos de aprendizaje tanto en línea como presencial.

A pesar de que, el sistema educativo peruano ha realizado muchos esfuerzos para continuar con un buen servicio educativo de calidad, la pandemia ha demostrado los rasgos de desigualdad en países en vías de desarrollo como Perú. En consecuencia, las debilidades tecnológicas han incrementado el crecimiento de una brecha digital. No todos los alumnos han podido acceder a las mismas oportunidades educativas ya que una gran parte no posee los mismos recursos económicos y tecnológicos [4].

Por otro lado, las clases virtuales también muestran otros tipos de dificultades en casa, como las malas prácticas de ergonomía al momento de adoptar las posturas utilizando los equipos, tener algunas distracciones de factores externos como la televisión, las llamadas telefónicas y el ruido de los diferentes aparatos electrónicos que a su vez generan una sensación de cansancio e inquietud [5].

Así mismo, el teletrabajo implica el uso de diferentes herramientas como el uso de computadoras personales, mouse, teclados, entre otros dispositivos digitales que exigen al usuario realizar movimientos repetitivos y adoptar posturas sedentarias durante un tiempo prolongado, que estos a su vez generan la ausencia de una buena actividad física debido a que la mayor parte del tiempo las personas se encuentran frente a un dispositivo tecnológico para realizar sus tareas.

En efecto, la prevalencia del dolor musculoesquelético relacionado al uso de la computadora sugiere que los estudiantes pueden incrementar este tipo de molestias sobre todo en la etapa de aprendizaje remoto, presentada en la pandemia. Estudios encontrados muestran el desconocimiento de los estudiantes universitarios con respecto a la ergonomía, hecho que se refleja en los niveles elevados de molestias

**Digital Object Identifier:** (only for full papers, inserted by LACCEI).  
**ISSN, ISBN:** (to be inserted by LACCEI).  
**DO NOT REMOVE**

corporales musculoesqueléticos relacionados con el incorrecto uso de dispositivos electrónicos [6].

Siguiendo las bases teóricas de la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA), la ergonomía sería catalogada como “la disciplina científica que se ocupa de la comprensión de las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema con el fin de optimizar bienestar humano y rendimiento general del sistema”. Dicha disciplina se volvió importante luego de atravesar por la pandemia del Covid-19, ya que la mayoría de las personas, estudiantes, profesores y empleados desarrollaron el teletrabajo y/o clases virtuales, es por ello que se permanecía de una manera prolongada frente a una computadora, provocando así problemas de salud psicológicos y físicos, como los trastornos musculoesqueléticos, fatiga visual, enfermedades cardiovasculares, mientras que en el factor psicológico se desarrollaban problemas de angustia y estrés [7].

Según estudios anteriores, los factores humanos y la ergonomía se relacionan, observándose la relación entre los humanos, los trastornos psicológicos y las enfermedades físicas, siendo estos dos últimos, consecuencias del confinamiento que se vivió debido a la pandemia. Muchas personas tuvieron problemas de angustia y estrés que, además, por el trabajo remoto o clases virtuales sufrieron enfermedades crónicas como la pérdida de la vista y trastornos musculoesqueléticos [8].

El riesgo más común presentado en la ergonomía es el Trastorno musculoesquelético (MSD), que es una enfermedad que afecta las articulaciones, músculos, nervios, huesos y otros [9].

En efecto, luego de haber vivido el confinamiento, los problemas de salud ergonómica se volvieron concurrentes como la disminución de la salud ocular, lumbalgia, síndrome de túnel carpiano, dolores en las extremidades superiores e inferiores. Por lo que se planteó hacer una evaluación con el objetivo de identificar los niveles óptimos para el espacio del estudio o trabajo, con la finalidad de tener en cuenta los factores que afectan dichos problemas como el ruido, bajo nivel de luz natural, mala ventilación y otros, de tal manera que se pueda mejorar la productividad del trabajo remoto [10].

Los diferentes problemas causados a raíz de la pandemia no solo se dieron en los estudiantes si no, también en los docentes. Igualmente, se encontró que los profesores de distintas partes del mundo fueron diagnosticados con trastornos de voz que les provocó sequedad en la garganta, ronquera, fatiga vocal, asperezas y disfonías debido a las largas jornadas de clases [11].

Estudios muestran que diferentes factores psicológicos a los que los estudiantes estuvieron expuestos debido al nuevo virus, son el nivel de estrés y síntomas de agotamiento. Sin embargo, también se observó que los alumnos percibieron el confinamiento como beneficioso para el aprendizaje y la creatividad ya que no todas las personas pueden adoptar las mismas conductas psicológicas [12]. Para abordar el campo de la ergonomía en el trabajo virtual se han utilizado distintas

metodologías. Por ejemplo, para evaluar los trastornos musculoesqueléticos se utilizan herramientas ergonómicas como los métodos OWAS, ROSA, REBA y RULA puesto que son las técnicas más comunes que permiten evaluar la postura y carga corporal, a través del método de la observación [13].

Entre los métodos ya mencionados se encuentra el Rapid Office Strain Assessment (ROSA), siendo una herramienta efectiva y confiable que evalúa las estaciones de trabajo de la computadora basándose en Normas Nacionales Canadienses para la ergonomía, cuyos resultados permiten evaluar la exposición de las personas frente a los riesgos causados por las malas posturas al utilizar el mouse, teclado y otros dispositivos. Viéndose afectadas las extremidades superiores e inferiores como el cuello, brazos, antebrazos, muñecas, espalda, caderas, piernas y talones.

Los síntomas musculoesqueléticos más comunes son aquellos que se encuentran en codos, muñecas, región dorsal, lumbar y hombros. Siendo la metodología ROSA un gran aporte para poder estimar este tipo de riesgos musculoesqueléticos en los trabajadores ya mencionados anteriormente [15].

Paralelamente, se utilizar el método de Escala de Molestias del Tracto Vocal (VTD) para evaluar a los docentes universitarios de ingeniería con el propósito de identificar la severidad y la frecuencia de las molestias de la garganta utilizando métodos cualitativos descriptores.

Para evaluar los problemas ergonómicos como los MSD, se aplicó en otros estudios el método de observación del sistema de Evaluación de la Postura de Trabajo de Ovako (OWAS). Así mismo, el método RULA, puede incluir una evaluación rápida de las extremidades superiores, siendo un método eficaz y de rápido acceso que analiza las posturas de trabajo estáticas [16].

Se ha visto por conveniente aplicar la metodología ROSA, para analizar el problema de la ergonomía y los riesgos en la educación virtual que se han venido incrementando a raíz de la pandemia. Dado que esta herramienta permite evaluar los puestos de trabajo y puntuar el mobiliario utilizado como las sillas, mesas, y el equipo informático que tienen los estudiantes como la pantalla, teclado, mouse y otros instrumentos. Ciertamente, esta herramienta permitirá realizar el diagnóstico de la caracterización situacional de los puestos de los estudiantes universitarios y efectuar una evaluación ergonómica de los factores a los que más se encuentran expuestos.

## II. METODOLOGÍA

### A. *Diseño del estudio*

El estudio fue de enfoque cuantitativo de tipo no experimental y transaccional. La variable de estudio fue la sintomatología de las molestias ergonómicas en los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica de Santa María en la ciudad de Arequipa. Primeramente, para su evaluación se utilizó un primer cuestionario el cual abordó el problema y pudo dar una visión

más amplia sobre los problemas ergonómicos y psicosociales de los estudiantes.

Se aplicó un segundo cuestionario a la muestra ya identificada con el objetivo de determinar los factores causantes del bajo rendimiento académico de los estudiantes. Luego de comprobar la existencia de los riesgos en los lugares de estudio de los universitarios al momento de desarrollar sus clases virtuales, se evaluó un puesto de trabajo a través de la metodología ROSA.

Finalmente, en la última etapa, los alumnos realizaron una autoevaluación a través del mismo método con el objetivo de conocer la puntuación final del total de la muestra de la evaluación ROSA.

### B. Reclutamiento de participantes

Este estudio fue dirigido para los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica de Santa María de la ciudad de Arequipa, siendo reclutados virtualmente a través de la plataforma Microsoft Teams.

### C. Población y muestra

Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia a un total de 64 estudiantes. Los criterios de selección de los participantes, se incluyeron alumnos del tercer, cuarto y quinto año de la carrera que realizaban clases virtuales.

Es necesario recalcar que el comportamiento de los estudiantes es diferente en ambas modalidades, puesto que, a diferencia de los estudiantes virtuales, los estudiantes de manera presencial no están expuestos a ciertos riesgos en el desarrollo de sus funciones como el agotamiento visual debido al uso de aparatos electrónicos durante todo el dictado de clases. De la misma manera, los estudiantes presenciales cuentan con un lugar de trabajo acondicionado para desarrollar sus actividades como la participación en clases, evaluaciones programadas, trabajos grupales y exposiciones en el semestre.

Para calcular el tamaño de la muestra se utilizó como población de 296, 276 y 242 alumnos del 3er, 4to y 5to año respectivamente. A continuación, se presenta (1).

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \quad (1)$$

N= Total de la población

$Z_{\alpha} = 1.96$

p= Proporción esperada

q= 1-p

d= Precisión

$$n = \frac{(296 + 276 + 242) * 1.96^2 * 0.05 * 0.95}{0.05^2 * (814 - 1) + 1.96^2 * 0.05 * 0.95}$$

$n = 64.01$

Se observa que luego de realizar la ecuación se halló el “n” para poder tener un número concreto de los estudiantes a encuestar, en donde la población (N) fue el total de los alumnos matriculados del 3er, 4to y 5to año, el nivel de confianza ( $Z_{\alpha}$ ) corresponde al 95% (p) para poder tener un menor margen de error siendo el 5% (q), finalmente siendo la precisión (d) de 0.05.

### C. Recolección de datos

La recopilación de la información fue durante los meses de mayo y junio del 2022, esta consistió en la aplicación de un primer cuestionario de abordamiento para conocer el problema, luego, un segundo cuestionario que permitió identificar los riesgos ergonómicos y psicosociales y por último, un cuestionario final para conocer el puntaje final de la autoevaluación ROSA de todos los estudiantes. Estos cuestionarios fueron compartidos desde la plataforma virtual Google Forms a los estudiantes universitarios, que previamente habían sido invitados a participar del estudio. La aplicación del cuestionario fue autoadministrada.

### D. Instrumentos

#### Método ROSA (Rapid Office Strain Assessment):

La metodología ROSA tiene como principal objetivo cuantificar el nivel de los riesgos ergonómicos que pueden ser encontrados en puestos de trabajo de oficinistas y estudiantes que realizan labores virtuales. Para poner en práctica este método una de las características principales del puesto de trabajo debe ser que se encuentre en una oficina con el objetivo de detectar las buenas y malas posturas, de tal modo que minimice su riesgo ergonómico.

Este método evalúa a las personas que se encuentran sentadas en una silla y que utilizan equipos electrónicos. Luego de hacer la evaluación se obtendrá los puntajes del riesgo medido y una aproximado de las acciones a tomar sobre el puesto evaluado para disminuir el nivel de riesgo.

En la Tabla I, se podrá explicar las valoraciones para las evaluaciones, es por lo que al puesto ideal se le colocará el valor de 1, en el caso que no sea ideal la puntuación, irá creciendo de forma ascendente hasta 3 y también habrá situaciones puntuales que tendrá un valor adicional (+1), en la Tabla II se verá de forma detallada las valoraciones del método ROSA.

TABLA I  
VALORACIONES PARA LA EVALUACIÓN DEL MÉTODO REBA

Puntuación	Riesgo	Nivel	Actuación
1	Inapreciable	0	No es necesaria actuación
2 – 3 – 4	Mejorable	1	Pueden mejorarse algunos elementos del puesto
5	Alto	2	Es necesaria la actuación
6 – 7 – 8	Muy Alto	3	Es necesaria la actuación cuanto antes

9 – 10	Extremo	4	Es necesaria la actuación urgentemente
--------	---------	---	--

El método ROSA, analiza distintas secciones como las que serán mencionadas en la Tabla 2.

TABLA II  
SECCIONES PARA LA EVALUACIÓN DEL MÉTODO ROSA

Sección A: Silla			
Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
Altura del asiento	Longitud del asiento	Reposabrazos	Respaldo
Sección B: Monitor y teléfono			
Grupo B1		Grupo B2	
Uso del monitor		Uso del teléfono	
Sección C: Ratón y teclado			
Grupo C1		Grupo C2	
Uso del ratón		Uso del teclado	

### III. RESULTADOS

#### A. Primera Parte

El total de estudiantes encuestados fue de 41 personas, de los cuales el 73.2% de los jóvenes fueron de género femenino y el 26.8% fueron de género masculino. A continuación, en la Tabla III se describe las características de la población encuestada:

TABLA III  
CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN ENCUESTADA

Variables	N	(%)
<i>Sexo</i>		
Masculino	11	26.8%
Femenino	30	73.2 %
<i>Edad</i>		
19 años	4	9.8%
20 años	12	29.3%
21 años	15	36.6%
22 años	4	9.8%
Más de 23 años	6	14.6%
<i>Peso</i>		
(40 - 50)	7	17.1%
(51 - 60)	12	29.3%
(61 - 70)	13	31.7%
(71 - 80)	6	14.6%

Más de 81 kilos	3	7.3%
<i>Estatura</i>		
(1.40 – 1.50)	2	4.9%
(1.51 – 1.60)	14	34.1%
(1.61 – 1.70)	16	39%
(1.71 – 1.80)	7	17.1%
Más de 1.81 m	2	4.9%

Se observa que la mayoría de encuestados está dentro de un rango de peso de 61 a 70 kilos, con respecto a la variable estatura la mayoría está dentro de (1.61 – 1.70) metros, es por lo que probablemente pueda mostrarse un factor de sobrepeso. Se determinó el IMC (Índice de masa corporal), cuyo valor promedio de 27.01.

Luego de observar la Tabla IV, es que se puede inferir que la mayoría de encuestados posiblemente se encontró con sobrepeso.

TABLA IV  
CLASIFICACIÓN DEL IMC

<i>Menos de 18.5</i>	Bajo peso
<i>(18.5 – 24.9)</i>	Peso normal
<i>(25 – 29.9)</i>	Sobrepeso
<i>(30 – 34.9)</i>	Obesidad Grado I
<i>(35 – 39.9)</i>	Obesidad Grado II
<i>Mayor a 40</i>	Obesidad mórbida

Dado que, la mayoría afirmó que realizaba un trabajo sedentario y repetitivo siendo el 90.2% de los estudiantes que se encontraban de 5 a más de 10 horas en sus dispositivos. A este hecho se le sumó que más de la mitad de los estudiantes dedican más horas extras en internet realizando diferentes actividades académicas o recreativas.

La mayoría de encuestados indicaron que desarrollan sus clases virtuales en dispositivos siendo estos en su mayoría computadoras portátiles y smartphones. También se observó que pocos encuestados utilizan computadoras de escritorio y tabletas.

De la misma manera, esta etapa pudo indicar que el 72.5% de los alumnos encuestados realizaban sus clases virtuales adoptando una postura sentada. Por otro lado, se observó que 27.5% de los jóvenes realizaba sus labores en la cama y en el sofá, adoptando posturas inadecuadas de trabajo.

En efecto, el 95% de los jóvenes utilizaban una silla con respaldar, contando el 45% de estas con un respaldar regulable, el 82.5% con material acolchado, y solamente el 65% con reposabrazos. Por último, el 67.5% de estas personas cuentan con una silla con regulación de altura.

El 73.2% de la población encuestada considera que las condiciones y características del lugar de estudio en general son adecuadas.

Respecto a los factores ambientales, el 27.5% de los encuestados cuentan con buena iluminación, el 12.5% tienen un buen ambiente térmico, y menos de la mitad (45%) desarrollan sus actividades bajo buenas condiciones de higiene y seguridad.

A pesar de que el 36.6% de los alumnos no realizaba algún tipo de estiramiento en el día, el 63.4% sí los realizaba. De hecho, el 24.4% de los estudiantes no realizó ningún tipo de ejercicio físico durante el confinamiento.

Luego de identificar los primeros riesgos ergonómicos como largas jornadas de trabajo frente a los dispositivos, adopción de inadecuadas posturas y falta de ejercicio físico, se observa en la Tabla V las consecuencias identificadas en los jóvenes.

TABLA V  
CONSECUENCIAS FÍSICAS Y PSICOLÓGICAS

<i>Factores físicos</i>	<i>N</i>	<i>(%)</i>
Malestar en el cuello	10	24.4%
Malestar en hombros	10	24.4%
Adormecimiento en manos	1	2.44%
Malestar en la espalda	17	41.46%
Malestar en la cintura	8	19.51%
Malestar en piernas	2	4.89%
Ardor de ojos	16	39.02%
Sensación de ojo seco	11	26.8%
Cansancio visual	20	48.8%
Lagrimo	7	17.07%
<i>Factores psicológicos</i>	<i>N</i>	<i>(%)</i>
Fatiga	9	21.95%
Estrés	24	58.53%
Ansiedad	17	41.46%
Depresión	5	12.2%
Agresividad	1	2.44%
Trastorno de sueño	12	29.26%

Si bien el 61% de los alumnos dedicaba un promedio mínimo de 4 horas extra fuera de las clases virtuales para el repaso, investigación y lectura; solamente el 29.3% de los

encuestados consideró que su rendimiento fue alto. Así mismo, el 63.4% de ellos tuvieron un rendimiento regular y el 7.3% tuvo un rendimiento bajo.

Esta primera etapa se pudo evidenciar la existencia de los riesgos psicosociales y fisiológicos a los que fueron expuestos los estudiantes durante el desarrollo de clases virtuales como el estrés, la ansiedad y el inadecuado diseño del puesto de trabajo.

De igual forma, se pudo observar que, a pesar de las largas jornadas de trabajo en la computadora, el rendimiento de los alumnos no fue el óptimo.

### B. Segunda Parte

Esta encuesta tuvo como objetivo determinar las causas del bajo rendimiento de los alumnos de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial. El total de estudiantes encuestados fue de 64 personas.

Primeramente, el 64.3% de los alumnos determinaron que el Desarrollo Emocional es uno de los factores que más afectó en su rendimiento académico, seguido por el entorno social y la relación profesor-alumno con un 48.6% de votación. Así mismo, también se tuvo como un factor importante el déficit de aprendizaje y las relaciones familiares con 42.9 y 34.3 % respectivamente.

La mitad de los estudiantes encuestados opina que los trabajos grupales es una de las actividades académicas que requiere mayor esfuerzo. El 47.1% indicó que la redacción de informes y la lectura, y el 42.9 % opino que el análisis de documentos contribuye a la carga académica. El 32.9% de los jóvenes indicaron que la atención en clases es una actividad que genera esfuerzo continuo.

El 76.92% de los jóvenes opina que los trabajos grupales a parte del esfuerzo cognitivo que requiere son difíciles de realizar virtualmente, puesto que existen muchos factores de por medio como la coordinación de tiempos entre los integrantes, diferencia en el nivel de compromiso y su disposición.

Entre las actividades individuales citadas que requieren de mayor esfuerzo están el rendimiento de exámenes, prácticas calificadas y la elaboración de informes personales.

El 56.72% del alumnado encuestado indica que la carga académica se intensifica en el final del semestre. Por otra parte, el 29.85% opina que el momento más exigente de la etapa es el desarrollo de exámenes parciales. Aunque los alumnos tengan hábitos de estudio como organizar sus tiempos, adelantar tareas, implementar técnicas de estudio y realizar resúmenes durante las fases, no lograron tener la satisfacción necesaria de acuerdo con su rendimiento académico virtual.

Ciertamente, los factores que dificultan el desarrollo de las clases virtuales de los alumnos son en su mayoría las distracciones del ambiente, la mala conexión de internet, el estrés y desmotivación, la comunicación indirecta con el docente y los compañeros, el exceso de trabajo, el ruido ambiental, la adopción de posturas sedentarias, y la incomodidad en el lugar de estudio dado que el mobiliario no está generalmente adaptado para este tipo de actividades académicas.

Durante la jornada académica diaria, el 73.7% de jóvenes indicaron que se encontraban siempre expuestos al ruido ambiental, cuya fuente venía desde el interior y exterior de su hogar. El ruido de los artefactos, la comunicación entre la familia y los ruidos generados por la calle como la construcción de obras y circulación de carros, son generalmente factores que incomodan e interrumpen a los estudiantes en el desarrollo de las clases virtuales.

No obstante, el presente estudio pudo comprobar la presencia de molestias en la salud de los estudiantes, siendo el 59.4% de ellos que indicaron la falta de motivación como la principal dificultad al realizar sus tareas académicas, luego de ello, el 53.6% de ellos validó que la irritabilidad era un factor presentando generalmente. Se puede afirmar que cerca de la mitad de los estudiantes (47.8%) sintieron pérdida de energía al momento de desempeñar sus funciones. También se determinaron otras molestias a la salud como afecciones en la piel, úlceras gástricas, COVID, aumento de medida de la vista, insomnio, dolor de espalda y otras partes del cuerpo y depresión.

Por otra parte, el 40.57% de los estudiantes han asistido al oculista para realizar exámenes de medición de la vista en los últimos 6 meses. De toda la población encuestada solamente el 14.49% no ha tenido problemas en su visión.

Finalmente, en esta segunda etapa, se evidencio que existen riesgos como el sedentarismo y la falta de pausas activas o descansos en el desarrollo de la educación virtual. Siendo más de la mitad de los estudiantes encuestados que determinó como factores causantes de esta situación el horario de trabajo y el exceso de tareas. El 68.11% de los alumnos indicó que el exceso de trabajo, la desmotivación, el cansancio y el desarrollo de otras actividades en casa son motivos por los cuales no realizan ejercicio físico por lo menos durante 30 minutos

### C. Tercera Parte

#### *Evaluación del puesto de trabajo con el Método ROSA*

En esta etapa, se tomó en cuenta uno de los puestos de trabajo para ser evaluado según el método ROSA. A continuación, se observa en la Fig. 1, los ángulos encontrados para su medición.

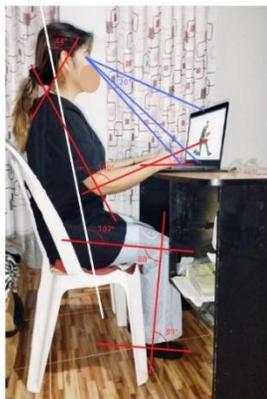


Fig. 1 Medición de ángulos.

Como se puede observar, se ha evaluado 6 ángulos en la posición de trabajo de la estudiante. Primeramente, se trazó la línea vertical desde la cervical 1 hasta la lumbar 5. Luego, se trazó la línea desde la cervical 1 hasta la oreja para formar el ángulo de cuello de 44 grados. Seguidamente se trazaron las líneas desde el hombro hasta el codo para formar el ángulo de brazo de 18 grados, y de codo a muñeca para formar el ángulo de antebrazo de 100 grados. Así mismo, se continuó con la línea trazada desde la muñeca hasta el dedo medio para formar el ángulo de mano en flexión de 20 grados. Posteriormente se trazaron tres líneas más, siendo la primera cadera-rodilla para formar el ángulo de muslo de 107 grados; la segunda fémur-tobillo para formar el ángulo de la pierna de 88 grados y finalmente se trazó la tercera línea para formar el ángulo de pie de 89 grados.

Finalmente, se observa en la evaluación, el ángulo de línea visual hacia la pantalla es de 20 grados y el ángulo de la línea visual hacia el teclado es de 6 grados. Siendo lo óptimo, 60 y 40 grados respectivamente.

#### i. Silla

En esta evaluación se pudo determinar que la silla no es una silla ergonómica, ya que tiene altura muy baja y el ángulo de la rodilla no forma un ángulo recto, lo cual genera incomodidad. Además, se observó que hay un espacio menor de 8 centímetros entre el borde de la silla y detrás de la rodilla. Por último, una característica importante de esta es que no cuenta con una altura ni longitud ajustable.

Por tales razones se dio una puntuación de 3 tanto al Grupo A como al Grupo B.

Igualmente, se observó que la silla no cuenta con un reposabrazos, su respaldo no permite tener una posición recta y no es ajustable. De esta manera, se halló como puntaje final para el grupo C, 2 y el grupo D, 3.

Finalmente, el valor final para la sección A es de 5 puntos.

#### ii. Monitor y teléfono

Esta parte analizó las características del monitor y teléfono utilizados por la estudiante. Por ejemplo, se observó que la pantalla no cuenta con una posición ideal puesto que este se encuentra a una altura menor de la recomendada. A esto se le suma que los documentos cercanos a la estudiante no tienen soporte y la duración de la esta postura es prolongada. Para el teléfono, se tomó en consideración que este permite tener una o dos manos libres. De esta manera se dio una puntuación de 4 al Grupo B1 y de 1 para el grupo B2. Como resultado, el valor final para la sección B fue de 3 puntos.

#### iii. Mouse y Teclado

En esta última sección se evaluó las características del ratón y teclado utilizados por la estudiante. Se tuvo en cuenta que el ratón no se encontraba en línea con el hombro y no contaba con un reposamanos, considerándose también que esta

posición era de duración prolongada. Para el teclado, se vio que su uso permitía tener las muñecas rectas y los hombros relajados, siendo un instrumento no ajustable.

De esta manera se dio una puntuación de 4 al Grupo C1 y 2 para el Grupo C2. El valor final para la sección C fue de 4 puntos.

#### iv. Resultados finales del método ROSA

En la Tabla VI se observan los resultados de las secciones anteriores:

TABLA VI  
PUNTUACIÓN MÉTODO ROSA

Sección	Puntuación
A: Silla	5
B: Monitor y Teléfono	3
C: Ratón y Teclado	4

Para determinar el valor final del método, se evaluó dos tablas. En la primera, se comparó en la puntuación de la sección B y la sección C cuyo resultado fue de 4. En la segunda, se comparó este resultado hallado con el puntaje de la sección A, el cual permitió obtener el valor de 5 en la tabla final. Observándose que, siendo la puntuación final de 5, es necesario actuar en el puesto de trabajo evaluado.

#### D. Cuarta Parte

##### Evaluación del puesto de trabajo con el Método ROSA

En esta última etapa, se tomó en cuenta los 64 puestos de trabajo de cada uno de los estudiantes, donde cada uno realizó una autoevaluación del método ROSA de su lugar de trabajo.

En la evaluación de la Sección A: Silla, se observó que el 30.88% de los alumnos tuvieron una puntuación de 2, 33.8% una puntuación de 3 y 4, 11.8% de 5 y por último, 11.8% un valor entre 6 y 9.

Estos porcentajes nos indican que la mayor parte de estudiantes cuentan con sillas de altura no proporcionada para sus medidas, pudiendo ser altas o bajas. Estas sillas hacen que el estudiante tenga un ángulo de muslo mayor o menor a 90 grados. Gracias a estos resultados se puede ver que los alumnos no cuentan con un reposabrazos ni respaldo adecuados, puesto que pueden ser muy altos o contar con poco soporte y no ser rectos, por ende, no es posible que los jóvenes puedan adoptar una postura recta al momento de trabajar.

De otra parte, el 57.4 % de los alumnos puntuó con un valor de 2 la evaluación del teléfono y monitor, lo cual indica que no se cuenta con un monitor en la posición ideal ya que no se realiza un buen uso de este puesto, que la pantalla forma un ángulo visual menor o mayor de lo recomendado y que este se encuentra lejos de la zona de trabajo.

El 42.6 % valoró con 3 puntos la evaluación del ratón y teclado, lo cual significa que este porcentaje de alumnos al

hacer uso del ratón generan que su brazo este lejos del cuerpo y no cuentan con reposamanos. En el uso del teclado, se identificó que existen riesgos como tener las muñecas extendidas mayores a 15 grados, provocando que las muñecas no se encuentren rectas ni permitan que los hombros estén relajados.

Así mismo, el 20.6% de los estudiantes indicaron tanto como para la sección B y la sección C una puntuación mayor a 5. Este hecho, informa que se encuentran en una situación de riesgo ergonómico del ratón, teclado, monitor y teléfono. Dado que es probable que los alumnos se encuentren en posiciones inadecuadas que requieran mantener el cuello girado, las manos extendidas o desviadas y percibir reflejos en el monitor, debido a que estos instrumentos no son ajustables y su uso es de larga duración.

En Fig. 2 se visualiza los resultados finales de la evaluación del método ROSA. Siendo solamente el 2.9 % de alumnos que no requieren hacer mejoras en su puesto de estudio ya que la puntuación final fue de 1.

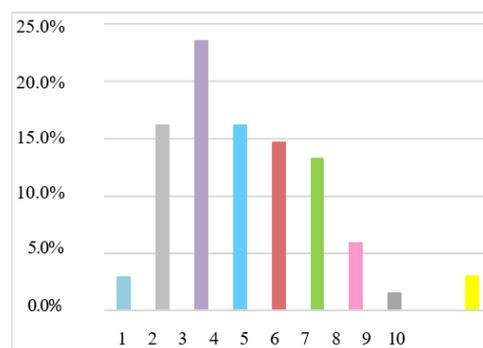


Fig. 2 Método ROSA.

El 55.9% de los estudiantes encuestados deben hacer cambios dado que su nivel es de riesgo mejorable y podrían implementar medidas para optimizar su lugar de trabajo.

El 14.7% obtuvo como valor final 5, siendo un riesgo alto, encontrándose en un nivel 2. Que recomienda actuar eficazmente en el lugar de trabajo ya que el alumno está expuesto a riesgos ergonómicos desfavorables para el desarrollo de su ciclo académico.

Paralelamente, el 20.6% de los jóvenes estudiantes tuvo un valor final de 6,7, y 8. De esta manera, se afirma que el riesgo es de tercer nivel y requiere de un cambio urgente en el mobiliario de trabajo, ya que es posible que desarrollen en un muy corto plazo lesiones musculoesqueléticas como dolores e inflamaciones degenerativas debido a la ausencia de buenas prácticas ergonómicas en sus casas.

Finalmente, el 2.9% de los estudiantes indicó tener un riesgo extremo dado que se encuentra en el nivel 4. Es de suma urgencia que se actúe en el puesto de trabajo de los alumnos ya que es muy probable que se encuentren desarrollando los trastornos musculoesqueléticos más comunes como tendinitis, síndrome de túnel carpiano, alteraciones y fatiga visual, enfermedades cardiovasculares, y otras.

## IV. DISCUSIÓN

### A. Factores Psicológicos

La presente investigación, coincide con los resultados del estudio *“The influence of distractions of the home-work environment on mental health during the COVID-19 pandemic”*, donde se evaluó a trabajadores virtuales durante la pandemia. En efecto, las condiciones de trabajo generan riesgos psicológicos en los estudiantes. Los factores que perjudican el buen desarrollo de las actividades de los alumnos siendo en su mayoría el ruido ambiental y el disconfort en las condiciones del lugar de trabajo como el tipo de mobiliario y otros. Factores como trabajar con niveles superiores de ruido y características inadecuadas del lugar de trabajo dentro del hogar están relacionadas con la distracción de las personas y los problemas en su salud mental como el estrés, desmotivación y fatiga.

Así mismo, esta investigación encuentra que efectivamente, los alumnos han desarrollado hábitos de sedentarismo durante el confinamiento. Tal como se observa en el estudio *“Identifying factors that influenced wellbeing and learning effectiveness during the sudden transition into eLearning due to the COVID-19”* que tuvo como objeto evaluar a estudiantes y profesores desarrollando sus funciones en la educación virtual, se encontró que la mayor parte de los alumnos utilizaban laptops y smartphones para desarrollar sus actividades. Ciertamente, los riesgos psicológicos de la educación virtual que se han presentado con mayor frecuencia son la ansiedad, estrés y desmotivación generados por constantes situaciones como el exceso de carga laboral, falta de comunicación con los compañeros y profesores, trabajos grupales, desarrollo de exámenes y otros.

Finalmente, este estudio coincide con los resultados de la investigación *“Effects of virtual teaching on Swedish teachers voices during the COVID-19 pandemic”*, estando de acuerdo con que las personas que desarrollan actividades remotas presentan signos de cansancio visual y factores de riesgo psicológico como el estrés, la fatiga, angustia, trastornos de sueño y otros. Sin embargo, como diferencia se tuvo que el estudio en mención indica que las personas que realizan sus funciones virtuales desarrollaron trastornos de voz como disfonía o ronquera y garganta seca o irritada.

### B. Factores Físicos

Este estudio halló que el 90.2% de los estudiantes permanecía entre 5 y 10 horas durante el desarrollo de sus clases. Así mismo, el 68.11% de los jóvenes no realizaba ningún tipo de actividad física debido a distintos factores como el exceso de trabajo. Siendo el 38.2 % de ellos que obtuvieron un resultado final ROSA de nivel considerable, el cual indicaba que es necesario realizar modificaciones en el puesto de trabajo. Es por lo que, se evaluaron a trabajadores universitarios virtuales a través del método ROSA. El cual permitió identificar que las personas que tienen una posición sentada por más de 4 horas están expuestos a niveles más altos de riesgo ergonómico [17].

Así mismo, adoptar posturas estáticas durante largas jornadas de trabajo puede provocar fatiga en los músculos y como consecuencia, aumentar la prevalencia de los trastornos esqueléticos como los que se han observado en los estudiantes. Siendo entre los más presentados, el malestar de cuello, malestar de hombros, adormecimiento en manos, dolores de espalda, dolores de cintura, malestar en piernas, ardor de ojos y sensación de ojo seco [18].

No obstante, los trastornos musculoesqueléticos también están asociados con el tipo de mobiliario que utilice el usuario. La silla es uno de los objetos más importantes en el puesto de trabajo de un estudiante o trabajador. En efecto, si una silla no cuenta con características óptimas para su uso como ser adaptable, no ser tan pequeña o grande, contar con reposabrazos y tener un asiento, podrá influir en el desarrollo de los trastornos musculoesqueléticos. Ambas investigaciones se encuentran de acuerdo puesto que a pesar de que el 95% de los jóvenes utilizaban una silla con respaldar, 45% de estas con un respaldar regulable, 82.5% con material acolchado, y el 65% con reposabrazos; más de la mitad de los estudiantes encuestados han indicado tener molestias en la espalda, hombros, codos, muñecas y otras partes del cuerpo [14].

La presente investigación también concuerda con los resultados hallados en el estudio *“Ergonomics Postural Risk Assessment and Observational Techniques in the 21 St Century”*. Se coincide en que una de las molestias más presentadas por las personas que realizaban teletrabajo fueron los trastornos musculoesqueléticos en la espalda. El 41.46% de los estudiantes tuvieron dolores musculares de espalda debido a las largas jornadas de trabajo en la universidad. Siendo un hecho que se vio causado por el sedentarismo, la ausencia de pausas en el día y la falta de actividad física de los jóvenes. Dado que el índice de masa corporal promedio de los estudiantes fue de 27.01, es probable que los alumnos hayan tenido un aumento de peso en la pandemia debido a la falta de hábitos en su actividad física.

Finalmente, tal como se menciona en el estudio *“Concurrent evidence for evaluation, corrections, and recommendations for remote evaluation”*, es importante brindar una estación óptima de trabajo o estudio para desarrollar las actividades virtuales, con la finalidad de evitar exponerse a riesgos ergonómicos y posibles enfermedades físicas como los trastornos musculoesqueléticos, lumbalgias, adormecimiento de manos, pérdida de visión y enfermedades psicológicas como el estrés, ansiedad, angustia o trastornos de sueño. En efecto, al igual que la investigación contrastada, se recomienda realizar pausas activas durante el trabajo virtual para mitigar los riesgos mencionados.

## V. CONCLUSIONES

La presente investigación pudo evidenciar la existencia de los riesgos psicosociales y fisiológicos a los que fueron expuestos los estudiantes durante el desarrollo de clases virtuales como la ansiedad, los trastornos musculoesqueléticos

a raíz del inadecuado diseño del puesto de trabajo y el sedentarismo.

Es por ello que se recomienda incluir como parte de su rutina diaria, las pausas activas, siendo estas estiramiento de extremidades superiores, flexión de rodillas, movimientos circulares de talones y cintura, rotación de hombros, cabeza y cuello; ya que al permanecer la mayor parte del tiempo en una misma postura puede conllevar a los dolores musculoesqueléticos mencionados, gracias a los diferentes métodos evaluados, tomar pausas activas pueden durar desde 3 min hasta 10 min, estas pausas pueden contribuir también a mejorar la salud mental por medio de ejercicios de respiración. Al tomar dichas pausas activas, los estudiantes podrán aminorar su estrés y fatiga corporal producidos por los riesgos ergonómicos.

Por otro lado, se pudo observar que, a pesar de las largas jornadas de trabajo en la computadora, el rendimiento de los alumnos no fue el más óptimo.

Ciertamente, se puede decir que los estudiantes debido a pandemia han desarrollado hábitos sedentarios, problemas en la salud y problemas psicológicos.

Finalmente, también se determinó que otros factores causantes del bajo rendimiento de los estudiantes son el exceso de tareas y la presencia de riesgos psicosociales como estrés y desmotivación, sumado a los factores ambientales como el ruido, la comunicación indirecta con el docente y los compañeros, la adopción de posturas sedentarias e incomodidad del lugar de estudio.

## REFERENCIAS

- [1] P. Vilela Alemán, J. E. Sánchez Claderón, and C. Chau, "Desafíos de la educación superior en el Perú durante la pandemia por la COVID-19," *Desde el Sur*, vol. 13, no. 2, p. e0016, 2021, doi: 10.21142/des-1302-2021-0016.
- [2] K. A. Holmes and E. Prieto-Rodríguez, "Student and staff perceptions of a learning management system for blended learning in teacher education," *Australian Journal of Teacher Education*, vol. 43, no. 3, pp. 21–34, 2018, doi: 10.14221/ajte.2018v43n3.2.
- [3] T. Ngqondi, P. B. Maoneke, and H. Mauwa, *The use of eLearning by South African lecturers: Experiences during the COVID-19 pandemic*. Elsevier Ltd., 2022. doi: 10.1016/B978-0-323-91185-6.00026-4.
- [4] F. Escobar-mamani, "Educación Virtual en Tiempos de Pandemia," *Educación Virtual en Tiempos de Pandemia*, 2020, doi: 10.56368/educvirtual.
- [5] A. Naddeo, R. Califano, and I. Fiorillo, "Identifying factors that influenced wellbeing and learning effectiveness during the sudden transition into eLearning due to the COVID-19 lockdown," *Work*, vol. 68, no. 1, pp. 45–67, 2021, doi: 10.3233/WOR-203358.
- [6] D. Moslander and K. Jacobs, "Efficacy of an ergonomics intervention for remote college students," *Work*, vol. 71, no. 2, pp. 423–431, 2022, doi: 10.3233/WOR-210689.
- [7] H. Zerguine *et al.*, "Online office ergonomics training programs: A scoping review examining design and user-related outcomes," *Saf Sci*, vol. 158, Feb. 2023, doi: 10.1016/J.SSCI.2022.106000.
- [8] A. R. Wooldridge, E. M. Carman, and A. Xie, "Human Factors and Ergonomics (HFE) applications in responses to the COVID-19 pandemic: Lessons learned and considerations for methods," *Appl Ergon*, vol. 102, Jul. 2022, doi: 10.1016/J.APERGO.2022.103733.
- [9] T. S. Ogedengbe *et al.*, "Ergonomics Postural Risk Assessment and Observational Techniques in the 21st Century," *Procedia Comput Sci*, vol. 217, pp. 1335–1344, 2023, doi: 10.1016/J.PROCS.2022.12.331.
- [10] A. Tleuken *et al.*, "Effects of the residential built environment on remote work productivity and satisfaction during COVID-19 lockdowns: An analysis of workers' perceptions," *Build Environ*, vol. 219, Jul. 2022, doi: 10.1016/J.BUILDENV.2022.109234.
- [11] P. M. Evitts, M. Allebeck, and O. E. Åberg, "Effects of virtual teaching on Swedish teachers' voices during the COVID-19 pandemic," *Journal of Voice*, Dec. 2022, doi: 10.1016/J.JVOICE.2022.12.022.
- [12] M. Sainio *et al.*, "Interpersonal work resources and school personnel well-being before and after lockdown during the first phase of the COVID-19 pandemic in Finland," *Teaching and Teacher Education: Leadership and Professional Development*, vol. 1, no. June, p. 100013, 2022, doi: 10.1016/j.tatelp.2022.100013.
- [13] O. Temitayo, A. Oluranti, M. Omolayo, A. Domingo, I. Adekunle, O. Abiola and A. Timothy, "ScienceDirect Ergonomics and Observational Observational Ergonomics Postural Postural Risk Assessment Assessment and Techniques Century Techniques in in the 21 21 st Century," *Procedia Comput Sci*, vol. 217, pp. 1335–1344, 2023, doi: 10.1016/j.procs.2022.12.331.
- [14] S. Emerson, K. Emerson, and J. Fedorczyk, "Computer workstation ergonomics: Current evidence for evaluation, corrections, and recommendations for remote evaluation," *Journal of Hand Therapy*, vol. 34, no. 2, pp. 166–178, 2021, doi: 10.1016/j.jht.2021.04.002.
- [15] E. E. García-Salirrosas and R. A. Sánchez-Poma, "Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos en docentes universitarios que realizan teletrabajo en tiempos de COVID-19," *Anales de la Facultad de Medicina*, vol. 81, no. 3, pp. 301–307, 2020, doi: 10.15381/anales.v81i3.18841.
- [16] B. Ghosh, S. Sahu, and A. Biswas, "Development of a fuzzy decision support system to deal with uncertainties in working posture analysis using rapid upper limb assessment," 2020, doi: 10.1016/B978-0-12-819061-6.00005-7.
- [17] S. Chaiklieng and M. Krusun, "Health Risk Assessment and Incidence of Shoulder Pain Among Office Workers," *Procedia Manuf.*, vol. 3, no. Ahfe, pp. 4941–4947, 2015, doi: 10.1016/j.promfg.2015.07.636.
- [18] M. Matos and P. M. Arezes, "Ergonomic Evaluation of Office Workplaces with Rapid Office Strain Assessment (ROSA)," *Procedia Manuf.*, vol. 3, no. Ahfe, pp. 4689–4694, 2015, doi: 10.1016/j.promfg.2015.07.562.