



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DEL ECUADOR**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Artículo académico previo a la obtención del título de Ingeniería Industrial**

*Título: Evaluación antropométrica del mobiliario escolar para  
estudiantes universitarios en Ecuador*

*Title: Anthropometric evaluation of school furniture for  
university students in Ecuador.*

**Autor: Kevin Rolando Torres Capuz y Anggie Margarita Furlan Del Pezo**

**Director: Ing. Pablo A. Pérez Gosende**

Guayaquil, junio de 2017

## **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA**

Nosotros, **Kevin Torres y Angie Furlan** declaramos que somos autores únicos de este trabajo de titulación titulado “**EVALUACIÓN ANTROPOMÉTRICA DEL MOBILIARIO ESCOLAR PARA ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS EN ECUADOR**”. Los conceptos aquí desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad de los autores.

---

**Kevin Rolando Torres Capuz**

**CI: 0931015465**

---

**Angie Margarita Furlan Del Pezo**

**CI: 0925762171**

## **DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR**

Quienes suscriben, en calidad de autores del trabajo de titulación titulado “**EVALUACIÓN ANTROPOMÉTRICA DEL MOBILIARIO ESCOLAR PARA ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS EN ECUADOR**”, por medio de la presente, autorizamos a la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DEL ECUADOR a que haga uso parcial o total de esta obra con fines académicos o de investigación.

---

**Kevin Rolando Torres Capuz**

**CI: 0931015465**

---

**Anggie Margarita Furlan Del Pezo**

**CI: 0925762171**

## DECLARACIÓN DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Quien suscribe, en calidad de director del trabajo de titulación titulado “**EVALUACIÓN ANTROPOMÉTRICA DEL MOBILIARIO ESCOLAR PARA ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS EN ECUADOR**”, desarrollado por los estudiantes **Kevin Torres y Angie Furlan** previo a la obtención del Título de Ingeniería Industrial, por medio de la presente certifico que el documento cumple con los requisitos establecidos en el Instructivo para la Estructura y Desarrollo de Trabajos de Titulación para pregrado de la Universidad Politécnica Salesiana. En virtud de lo anterior, autorizo su presentación y aceptación como una obra auténtica y de alto valor académico.

Dado en la Ciudad de Guayaquil, a los 15 días del mes de junio de 2017

---

**Ing. Ing. Pablo A. Pérez Gosende**

**Docente Director del Proyecto Técnico**

# Anthropometric evaluation of school furniture for university students in Ecuador

## Evaluación antropométrica del mobiliario escolar para estudiantes universitarios en Ecuador

Pablo A. Pérez Gosende, Kevin Rolando Torres Capuz & Anggie Margarita Furlan Del Pezo

*Carrera de Ingeniería Industrial, Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador, Guayaquil, Ecuador. pperezg@ups.edu.ec, ktorresc1@est.ups.edu.ec, afurlan@est.ups.edu.ec*

### Abstract

Traditionally, universities in Ecuador have purchased their school furniture from the highest bidder, perhaps using the price as the only valuation criterion. But will this furniture be appropriate to the anthropometric characteristics of young Ecuadorian university students? Is there a risk that these furniture will generate musculoskeletal disorders in the students? This research sought answers to these questions. Ten standards for university school furniture design parameters were calculated based on anthropometric information of the mestizo adult population of Ecuador, considering the biomechanics of the student in a sitting position. A sample of nine models of furniture used in five universities in the city of Guayaquil was evaluated, and as a result, all presented incompatibilities in at least five parameters. Students who used this furniture during the last year had a high prevalence of symptoms of musculoskeletal disorders in the neck, back, hips and thighs.

*Keywords:* Anthropometric measurements, ergonomic design, higher education, school furniture, musculoskeletal disorders.

### Resumen

Tradicionalmente las universidades en Ecuador han adquirido su mobiliario escolar al mejor postor, quizás utilizando el precio como único criterio de valoración. Pero ¿será dicho mobiliario el adecuado a las características antropométricas de los jóvenes universitarios ecuatorianos? ¿Existe riesgo de que estas generen trastornos musculoesqueléticos en el estudiantado? Esta investigación buscó respuestas a estas interrogantes. Diez estándares para los parámetros de diseño del mobiliario escolar universitario fueron calculados con base en información antropométrica de la población adulta mestiza del Ecuador, considerando la biomecánica del estudiante en posición sentado. Una muestra de nueve modelos de mobiliario utilizado en cinco universidades de la ciudad de Guayaquil fueron evaluados, y como resultado, todos presentaron incompatibilidades en al menos cinco parámetros. Los estudiantes que utilizaron dicho mobiliario durante el último año, presentaron alta prevalencia de síntomas de trastornos musculoesqueléticos en el cuello, espalda, caderas y muslos.

*Palabras clave:* Diseño ergonómico, educación superior, medidas antropométricas, mobiliario escolar, trastornos musculoesqueléticos.

### 1 Introducción

La Antropometría estudia las medidas del cuerpo humano en términos de las dimensiones del tejido óseo, muscular y adiposo [1]. Estas mediciones son fundamentales para el diseño de las estaciones de trabajo, con el fin de evitar trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores [2,3] y a la vez, facilitar la realización de las actividades laborales con mayor productividad [4,5].

En el caso del mobiliario escolar, la consideración de información antropométrica en su diseño permite que los estudiantes adquieran mayores niveles de confort [6], reducir la presencia de trastornos musculoesqueléticos [7-11] y facilitar la comprensión de los conocimientos impartidos [12-14].

Desde el punto de vista ergonómico se conocen tres principios de diseño para la aplicación de la información antropométrica: (1) el diseño para un intervalo ajustable, (2) para el individuo promedio y (3) para individuos extremos [15]. El primero, ha sido el más sugerido por los investigadores en el diseño de mobiliario escolar [16-18],

sin embargo, es el menos factible desde el punto de vista económico. Técnicamente el segundo es el menos recomendado pues garantiza comodidad solo para un 50% de la población.

De forma general, el principio de diseño para individuos extremos ha sido el más utilizado en el diseño de mobiliario escolar [17]. Se basa principalmente en la idea de que si la dimensión más relevante del diseño es adecuada para los casos extremos (quinto o noventaicincoavo percentil de la medida antropométrica correspondiente), entonces garantizará comodidad al 95% de la población.

Bajo este último principio de diseño, varios estudios internacionales han identificado discrepancias entre las dimensiones del mobiliario escolar y las medidas antropométricas de su público objetivo: estudiantes de enseñanza básica [17,19,20,21], de enseñanza media superior (entre 15 y 18 años) [22,23]; y estudiantes universitarios (entre 18 y 30 años) [24].

Los pocos estudios ecuatorianos que analizan principios ergonómicos y/o antropométricos para el diseño de mobiliario escolar, lo hacen para niños y niñas en educación

prescolar [25] o estudiantes de niveles de Enseñanza Básica [26]. En este último caso destacan los trabajos para niños y niñas con discapacidad motriz [27,28]. En la literatura científica nacional, son aún más escasos los estudios que abordan dicha temática para estudiantes universitarios.

El uso de mobiliario escolar inadecuado es una de las causas que favorece en los estudiantes la adopción de posturas deficientes mientras realizan actividades académicas intraclase [14,16]. Tales posturas, sostenidas de forma sistemática durante largos períodos de tiempo, son consideradas un factor de riesgo en el desarrollo de trastornos musculoesqueléticos [7,22,23].

Los trastornos musculoesqueléticos comprenden una amplia variedad de enfermedades degenerativas e inflamatorias en el aparato locomotor [29]. Se caracterizan por síntomas concomitantes y no concomitantes que incluyen dolor asociado a inflamación, parestesia, pérdida de fuerza, fatiga y dificultad o imposibilidad para realizar algunos movimientos [30,31]. Este grupo de enfermedades se da con gran frecuencia en trabajos que requieren una actividad física importante, movilización de pesos, movimientos repetitivos, aplicación de fuerzas y como consecuencia de malas posturas sostenidas durante largos periodos de tiempo [32].

Con el propósito de detectar en el público objetivo la prevalencia de estas molestias o síntomas de trastornos musculoesqueléticos (SME), el Cuestionario Nórdico (NMQ, siglas en inglés de Nordic Musculoskeletal Questionnaire) diseñado y validado por Kuorinka [33], ha sido un instrumento de uso extendido en el contexto de estudios ergonómicos o de salud ocupacional [29,30,32,34,35,36]. El mismo permite la identificación de síntomas iniciales, que todavía no han desencadenado enfermedades o no han llevado aún a los pacientes afectados a consultar al médico. En consecuencia, su valor radica en que brinda información que permite estimar el nivel de riesgos de manera proactiva y evitar la exposición a estos mediante medidas correctivas.

La no disponibilidad de bases de datos antropométricas en el Ecuador para personas adultas, podría implicar que el diseño del mobiliario escolar disponible en el mercado para estudiantes universitarios no necesariamente esté acorde a sus características antropométricas. De acuerdo a lo anteriormente abordado, la exposición por largos períodos de tiempo a un mobiliario con tales características pudiera aumentar la prevalencia de SME, que si no se detectan a tiempo pudieran generar trastornos musculoesqueléticos graves y con consecuencias irreversibles.

En este contexto, este estudio tiene como objetivo definir estándares para los parámetros de diseño del mobiliario escolar para estudiantes universitarios en el Ecuador, de acuerdo a información antropométrica relevante, y en función de ello evaluar la compatibilidad del mobiliario escolar utilizado en el caso de estudio de las Instituciones de Educación Superior (IES) de la ciudad de Guayaquil. Es interés de los autores determinar además, la prevalencia de SME en los estudiantes que emplean dicho

mobiliario en sus actividades académicas diarias e identificar, a la vez, posibles factores de riesgo.

## 2. Métodos

### 2.1 Información antropométrica

Para el diseño del mobiliario escolar, en este estudio se han identificado como relevantes las medidas antropométricas que se presentan en la Fig. 1.

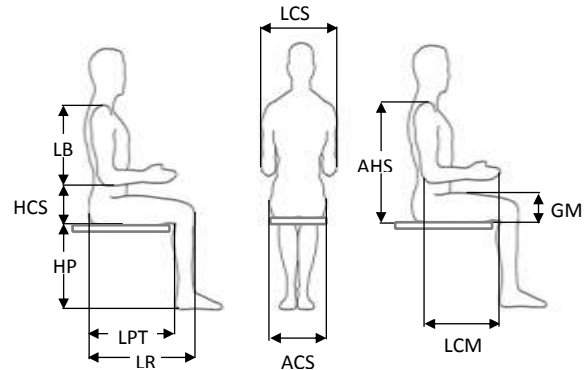


Figura 1. Dimensiones antropométricas relevantes para el diseño del mobiliario escolar.

Leyenda: Altura del poplíteo (HP); altura del codo, sentado (HCS); longitud poplíteo-trasero (LPT); longitud rodilla- trasero (LRT); anchura de caderas, sentado (ACS); altura de los hombros, sentado (AHS); anchura entre codos, sentado (LCS); espesor del muslo, sentado (GM); longitud del brazo (LB); longitud codo-mano (LCM).

Fuente: Los autores.

No existen en Ecuador bases de datos antropométricas oficiales. Sin embargo, Lema-Barrera [37] realizó estimaciones muy precisas de medidas antropométricas seleccionadas para los percentiles 5, 50 y 95 de la población ecuatoriana adulta de ambos sexos y auto-identificados según tres orígenes étnicos: mestizos, indígenas y afroecuatorianos. Esta información secundaria fue utilizada como base de cálculo en esta investigación. Los valores de los estadísticos media y desviación estándar de estas medidas se pueden observar en la Tabla 1.

Dado que las medidas antropométricas de las personas ecuatorianas según su sexo y auto-identificación étnica son muy diversas [37], es importante definir una estrategia de abordaje para garantizar comodidad al 95% de las personas que pudieran utilizar el mobiliario escolar. Por este motivo, en este estudio se tomarán las medidas correspondientes al grupo étnico con mayor presencia en el Ecuador. En este sentido, de acuerdo a los resultados de los censos del 2001 y 2010 realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) [38,39], los mestizos representan el mayor porcentaje de la población en el Ecuador tal como se muestra en la Fig. 2. Por su parte, en la identificación de los valores extremos para las medidas antropométricas relevantes, se tomó el quinto percentil correspondiente al sexo con el menor valor numérico entre los mestizos y el noventaicincoavo percentil del sexo con el mayor valor.

Tabla 1. Media y desviación estándar de medidas antropométricas seleccionadas para hombres y mujeres ecuatorianas por grupo racial (en mm).

Parámetros	Mestizos		Indígenas		Afroecuatorianos	
	M	F	M	F	M	F
HP	415 (30,4)	386 (30,2)	415 (34,5)	396 (41,6)	486 (27,9)	404 (28,5)
HCS	232 (29,6)	235 (27,9)	220 (66,2)	231 (25,6)	209 (19,7)	225 (20,7)
GM	132 (19,7)	124 (17,4)	131 (20,5)	123 (19,6)	153 (12,8)	122 (09,7)
LRT	571 (36,0)	541 (31,6)	552 (31,7)	527 (34,2)	584 (26,8)	531 (27,3)
LPT	464 (38,6)	437 (27,4)	461 (15,6)	433 (33,7)	493 (24,8)	429 (29,5)
LCS	447 (40,6)	400 (40,3)	448 (62,8)	456 (30,7)	499 (21,4)	388 (34,6)
ACS	356 (25,1)	356 (26,3)	379 (30,2)	391 (32,0)	406 (18,9)	361 (25,7)
LB	363 (17,0)	347 (27,5)	371 (34,6)	330 (23,4)	390 (25,9)	341 (26,5)
LC	503 (23,9)	466 (30,6)	503 (32,3)	448 (30,4)	524 (28,0)	476 (23,2)

Nota: En cada caso el primer valor corresponde a la media. Los valores entre paréntesis representan la desviación estándar.

Fuente: Adaptado de [38].

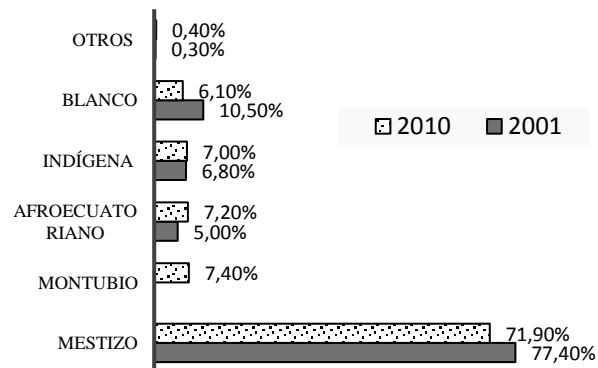


Figura 2. Auto-identificación étnica en el Ecuador.

Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de la base de datos del Censo de Población y Vivienda 2001 [38] y el Censo de Población y Vivienda 2010 [39].

Por su parte, en la identificación de los valores extremos para las medidas antropométricas relevantes, se tomó el quinto percentil correspondiente al sexo con el menor valor numérico entre los mestizos y el noventaicincoavo percentil del sexo con el mayor valor.

## 2.2 Parámetros de diseño del mobiliario escolar

La Fig. 3 muestra los parámetros de diseño de una banca escolar compuesta de mesa y silla. Sin embargo, como parte del mobiliario escolar en las IES ecuatorianas también es frecuente encontrar estaciones de trabajo compuestas de pupitres unipersonales. A continuación se presentan las formas de cálculo de tales parámetros de diseño teniendo en cuenta las medidas antropométricas relevantes en cada caso y la biomecánica del individuo en posición sentado.

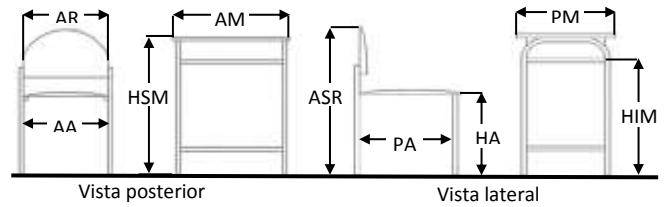


Figura 3. Dimensiones relevantes del mobiliario escolar (mesas y sillas).

Leyenda: Altura del asiento (HA), Ancho del asiento (AA), Profundidad del asiento (PA), Altura superior del respaldo (ASR), Ancho del respaldo (AR), Altura interior de la mesa (HIM), Altura superior de la mesa (HSM), Profundidad de la mesa (PM), ancho de la mesa (AM).

Fuente: Los autores.

Tradicionalmente la altura del asiento (HA) se ha relacionado con la altura poplíteo (HP), que es aquella que se mide desde el suelo hasta el hueso poplíteo de la persona sentada con el tronco erguido a noventa grados respecto al asiento [40]. El ser humano al sentarse, lo hace sobre las tuberosidades isquiales, que son estructuras óseas que morfológicamente no permiten mantener un equilibrio del cuerpo en esta posición [41]. Para lograr tal equilibrio se requiere de soporte en la espalda y en los pies. La altura del asiento, por su parte, debe ser menor que la altura del poplíteo para que las piernas formen un ángulo entre 5° y 30° respecto al eje vertical del cuerpo [22]. Estas consideraciones biomecánicas son consideradas por la eq. (1), donde CZ es una corrección por el uso de calzado.

$$(HP + CZ) \cos 30^\circ \leq HA \leq (HP + CZ) \cos 5^\circ \quad (1)$$

Esta ecuación ha sido muy utilizada en investigaciones que buscaron determinar incompatibilidades entre el mobiliario escolar y las características antropométricas de los estudiantes que lo utilizan [4,11,17,19,21,22]. En este estudio se empleó el quinto percentil de HP para mujeres mestizas y un valor de CZ equivalente a 20 milímetros.

De acuerdo a la norma ISO 9241-5:1998 [42], el ancho del asiento (AA) debe ser mayor que la anchura de las caderas sentadas (ACS) para facilitar la adaptación del mobiliario a los cambios de las necesidades y circunstancias. En este sentido, la eq. (2) ha sido usada en investigaciones similares [4,22] e implica que el ancho apropiado del asiento debe oscilar entre el 10 y el 30% de ACS. Particularmente en este estudio se empleó el percentil 95 de la anchura de caderas de las mujeres mestizas.

$$1,1ACS \leq AA \leq 1,3ACS \quad (2)$$

La norma ISO 9241-5:1998 establece que la adecuación de la profundidad del asiento (PA) se consigue si esta es menor a la longitud poplíteo-trasero (LPT) del usuario [42]. Esto se sustenta en la idea de que el hueso poplíteo debe quedar libre para facilitar la irrigación sanguínea de las piernas. En consecuencia, algunos autores coinciden en que la dimensión apropiada para PA debe ocupar entre el 80% y 95% de la LPT, tal como se muestra en la eq. (3) [5,11,20,21,22]. En este estudio se empleó el quinto percentil de LPT de las mujeres mestizas.

$$0,80 LPT \leq PA \leq 0,95 LPT \quad (3) \quad HCS + [(HP + CZ)\cos 30^\circ] \leq HSM \leq [(HP + CZ)\cos 5^\circ] + HCS + 0,1483LB \quad (8)$$

Algunos autores plantean que la altura superior del respaldo (ASR) debe medir aproximadamente entre el 60% y el 80% de la altura de los hombros sentado (HHS) para facilitar la movilidad de la parte superior del tronco [11,17,21,22]. La información antropométrica secundaria de la que se dispone, no incluye datos de esta medida, sin embargo, dado que la HHS corresponde a la suma de la altura del codo sentado (HCS) y la longitud del brazo (LB) según [41], una forma de cálculo equivalente se presenta en eq. (4), donde HCS corresponde al quinto percentil de la distribución de datos para los hombres y LB al quinto percentil de las mujeres.

$$0,6(HCS + LB) \leq ASR \leq 0,8(HCS + LB) \quad (4)$$

A la dimensión del ancho del respaldo del asiento (AR) no se le ha prestado mucha atención en la literatura [17]. Sin embargo, algunos autores coinciden que la medida antropométrica relevante en este caso es la anchura de caderas sentado (ACS) [16,18]. En tal sentido, los autores de este estudio sugieren que AR debe ser mayor que el percentil 95 de la ACS correspondiente a las mujeres mestizas (eq. 5).

$$AR \geq ACS \quad (5)$$

La altura interior de la mesa (HIM) debe permitir el deslizamiento del usuario sentado hacia el interior de esta. De tal manera, la medida ideal debe incluir la altura del asiento, el espesor del muslo sentado (GM) y una holgura (20 mm) que facilite el cambio de postura de las piernas en esta posición (eq. 6). Aquí, GM corresponde al percentil 95 del sexo masculino y HP al quinto percentil de la altura del plóteo del sexo femenino.

$$(HP + CZ) \cos 30^\circ + GM + 20 \leq HIM \leq (HP + CZ) \cos 5^\circ + GM + 20 \quad (6)$$

Para la estimación de la altura superior de la superficie de la mesa (HSM), investigaciones precedentes han tenido en cuenta la biomecánica del hombro y han considerado ángulos de flexión aceptables de 0° a 25° y ángulos de abducción entre 0° y 20° para esta articulación [4,5,11,21]. Tales autores han empleado la eq. (7). Sin embargo, al no contar con mediciones de HHS y considerando que esta medida equivale a la suma de HCS y LB, la expresión anterior puede transformarse convenientemente a eq. (8), que fue la empleada en esta investigación para determinar el estándar de compatibilidad para HSM. En este caso, HP y LB corresponden al quinto percentil del sexo femenino, mientras que HCS corresponde al quinto percentil del sexo opuesto.

$$HCS + [(HP + CZ)\cos 30^\circ] \leq HSM \leq [(HP + CZ)\cos 5^\circ] + 0,8517HCS + 0,1483HHS \quad (7)$$

De acuerdo a Castellucci, Arezes & Molenbroek [17], se ha abordado muy poco en la literatura el diseño de la profundidad de la mesa (PM) y su ancho (AM). La profundidad es importante para proporcionar el espacio suficiente que permita al usuario cambiar la postura de la parte inferior de su cuerpo. A juicio de los autores de este estudio, tal dimensión debe ser superior a la longitud rodilla-trasero (LRT) correspondiente al percentil 95 del sexo masculino. De igual manera ocurre con la dimensión de la longitud de la paleta (LPU) en el caso del mobiliario en forma de pupitre unipersonal. En consecuencia, el límite inferior de estos dos parámetros de diseño estará dado por la eq. (9).

$$PM \geq LRT \quad (9)$$

El ancho de la mesa (AM), por su parte, debe permitir que el usuario pueda reposar sobre la superficie sus dos antebrazos a la vez, ya sea que estos estén en posición vertical o abducidos en una postura relajada. En este sentido, algunos autores han considerado posturas teóricas de referencia con un ángulo de abducción del hombro entre 0° y 20° [5,17,21]. De tal forma, en este estudio se consideró que el ancho mínimo aceptable de la mesa debe incluir la anchura entre los codos en posición sentado (LCS) correspondiente al percentil 95 de los hombres, la distancia que produce la abducción de los hombros sobre el plano de trabajo (equivalente a  $2\text{sen}20^\circ \cdot LB$ , considerando el percentil 95 de LB para las mujeres) más una holgura de 20 mm a cada lado (eq. 10). LCS, en este caso, corresponde al percentil 95 de los hombres y LB al percentil 95 de las mujeres.

$$AM \geq LCS + (0,684 \cdot LB) + 40 \quad (10)$$

Además de mesas individuales y sillas, en las IES ecuatorianas es común encontrar pupitres unipersonales. Sin embargo, a pesar de ser tan común, muy poca atención se le ha prestado en la literatura científica a la ergonomía de su diseño [16]. Todos los parámetros de diseño de la silla mencionados en esta sección son equivalentes a los empleados en el diseño de un pupitre (HA, AA, PA, AR y ASR). De igual manera, los criterios antropométricos considerados anteriormente para el diseño de la altura superior de la mesa (HSM) y su profundidad (PM) coinciden con los requeridos para el diseño de la altura de la paleta (AP) y su longitud (LPU), respectivamente. Únicamente es necesario especificar un criterio de diseño para el ancho de la paleta (APU).

A juicio de estos autores, el ancho mínimo de la paleta debe incluir la mitad de LCS, la distancia que implica la abducción máxima aceptable del codo a 20° [4,5,11,21] y 20 mm de holgura. Sin embargo, el APU nunca podrá sobrepasar al percentil 95 de la longitud codo-mano (LCM),



que es aquella que se mide desde el codo hasta la punta del dedo medio en posición sentado, pues dificultaría el acceso del estudiante al asiento del pupitre. Todas estas consideraciones se presentan en eq. (11).

$$0,5 \cdot LCS + (0,342 \cdot LB) + 20 \leq APU \leq LCM \quad (11)$$

### 2.3 Recolección de datos

Al disponer de información secundaria sobre mediciones antropométricas relevantes de la población adulta de Ecuador, la estrategia de muestreo se concentró en medir, por un lado, las medidas de los parámetros fundamentales de diseño del mobiliario escolar existente en las IES de Guayaquil, y por el otro, la prevalencia de eventuales síntomas músculo-esqueléticos en los estudiantes que usan dicho mobiliario de forma cotidiana.

El tamaño de muestra fue calculado considerando una población infinita con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 4%. El valor resultante fue de 601 teniendo en cuenta una proporción de éxitos y fracasos del 50% ( $p=q=0,5$ ). De las trece IES que operan en la ciudad de Guayaquil, cinco fueron seleccionados mediante sorteo. Luego mediante un muestreo aleatorio simple en cada IES fueron seleccionadas cinco aulas de forma aleatoria. Para cada modelo de mobiliario identificado, se realizaron diez mediciones de cada uno de los diez parámetros de diseño considerados relevantes por los autores del estudio (ver Fig. 3). Tales mediciones fueron realizadas con el uso de flexómetros. La media aritmética fue la medida de tendencia central utilizada para describir la dimensión real de cada parámetro.

A continuación, para identificar la prevalencia de SME en los estudiantes como consecuencia de eventuales incompatibilidades del mobiliario respecto a sus características antropométricas fue utilizado el NMQ. Su aplicación se realizó de forma auto-administrada a aquellos estudiantes que estuvieron dispuestos a colaborar de forma anónima y que no estuvieron vinculados laboralmente en los últimos doce meses.

El cuestionario constó de dos preguntas generales. La primera pregunta evaluó la presencia de SME en el último año (dolor, malestar o entumecimiento) en nueve partes del cuerpo (cuello, hombros, codos, manos/muñecas, espalda alta, espalda baja, caderas/muslos/glúteos, rodillas, tobillos/pies). La segunda pregunta identificó si la presencia de SME en el último año le habría impedido al usuario hacer alguna de sus actividades habituales (domésticas o de entretenimiento). Mediante el cuestionario también se registró la edad, estatura, peso, sexo, autoidentificación étnica, lateralidad, tiempo de estudio y cantidad de horas en promedio que los estudiantes pasaron sentados por semana.

También fue medido el peso y la estatura de los estudiantes, mediante una báscula Tanita UM-076 y un estadiómetro SECA 217, respectivamente, para luego determinar el índice de masa corporal (IMC). La recolección de datos fue realizada entre los meses de octubre de 2016 a abril de 2017.

### 2.4 Análisis estadístico

La información recopilada fue procesada mediante el paquete estadístico IBM® SPSS® Statistics (versión 22.0). La normalidad de la distribución de los datos correspondientes a la edad, estatura, peso, tiempo de estudio, horas sentado por semana, e índice de masa corporal de los estudiantes fue medida mediante la prueba Kolmogorov-Smirnov con corrección de significación de Lilliefors a un nivel de significancia de  $p < 0,05$ . Los resultados de las características de los participantes se presentaron como proporciones o porcentajes en el caso de las variables categóricas (sexo, autoidentificación étnica, lateralidad, presencia de SME en los últimos doce meses e impedimento para realizar actividades habituales en los últimos doce meses a consecuencia del SME), y la media y desviación estándar (SD) para las variables continuas normales. La diferencia entre la prevalencia de SME para los  $k$  modelos de mobiliario identificados fueron evaluadas mediante el test Chi-cuadrado a un nivel de significancia de  $p < 0,05$ .

La asociación entre la prevalencia de SME y algunas variables de las que se sospecha constituyen factores de riesgo (sexo, lateralidad, edad, IMC, cantidad de horas por semana sentado, años de estudios superiores y tipo de mobiliario) fue medida mediante el Odd Ratio (OR) con un nivel de confianza del 95%.

## 3 Resultados

Mediante las fórmulas presentadas en la sección anterior, fueron calculados los rangos de compatibilidad para los diez parámetros de diseño del mobiliario escolar universitario. Tales rangos, presentados en la Tabla 2, de forma teórica garantizan comodidad para el 95% de la población estudiantil universitaria ecuatoriana autoidentificada como mestiza.

Tabla 2.  
Rangos de compatibilidad del mobiliario escolar para universitarios en Ecuador.

Parámetro de diseño	Límite inferior	Límite superior
Altura del asiento (HA)	326 mm	375 mm
Ancho del asiento (AA)	440 mm	519 mm
Profundidad del asiento (PA)	313 mm	372 mm
Altura del respaldo (ASR)	291 mm	388 mm
Ancho del respaldo (AR)	400 mm	-
Altura inferior de la mesa (HIM)	510 mm	560 mm
Altura superior de la mesa (HSM)	509 mm	603 mm
Profundidad de la mesa o Longitud de la paleta del pupitre (PM/LPU)	630 mm	-
Ancho de la mesa (AM)	822 mm	-
Ancho de la paleta (APU)	411 mm	500 mm

Fuente: Los autores

De lo anterior se deduce que el área ideal para el asiento debe estar entre  $0,138 \text{ m}^2$  y  $0,192 \text{ m}^2$ , el área mínima de la superficie de la mesa debe medir  $0,518 \text{ m}^2$  y en el caso de

los pupitres unipersonales, el área mínima aconsejada para la paleta corresponde a 0,259 m<sup>2</sup>.

Los diez parámetros de diseño fueron medidos en nueve modelos de mobiliario que son utilizados en cinco IES de la ciudad de Guayaquil. Entre estas universidades dos son estatales (identificadas como B y D) y el resto cofinanciadas (A, C y E). Las universidades A y D emplean un único tipo de mobiliario compuesto de mesa individual y silla. Estos han sido identificados como M1 y M6 respectivamente. B utiliza dos modelos, un pupitre unipersonal (M2) y uno compuesto de mesa y silla (M3). C utiliza dos modelos distintos de pupitre unipersonal (M4 y M5). E por su parte, tiene en funcionamiento tres modelos de pupitre (M6, M7 y M8).

La Tabla 3, muestra los resultados de la evaluación de los nueve tipos de mobiliario analizados respecto a los rangos de compatibilidad calculados.

Tabla 3.

Compatibilidad del mobiliario escolar con las dimensiones ideales de los parámetros de diseño.

Parámetro de diseño	Univ. A		Univ. B		Univ. C		Univ. D		Univ. E	
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	
HA	420**	400**	430**	431**	450**	430**	430**	430**	500**	
AA	400*	510	430*	450	440	510	410*	410*	411*	
PA	420**	510**	430**	351	350	400**	390**	390**	440**	
ASR	250*	350	320	211*	310	250*	180*	190*	280*	
AR	400	510	400	431	430	430	410	410	410	
HIM	590**	640**	670**	631**	731**	670**	650**	700**	740**	
HSM	730**	660**	720**	660**	760**	721**	671**	721**	761**	
PM/LPU	320*	450*	391*	300*	300*	360*	300*	350*	300*	
AM	600*	-	681*	-	-	510*	-	-	-	
APU	-	390*	-	250*	300*	-	300*	300*	300*	

Nota: La ausencia de asterisco denota compatibilidad del parámetro de diseño respecto a su medida ideal. Un asterisco representa incompatibilidad por defecto. Dos asteriscos hacen referencia a incompatibilidad por exceso. El guión representa ausencia del parámetro en el mobiliario.

Una segunda parte del estudio consistió en analizar la prevalencia de SME en la población estudiantil que utiliza cotidianamente este mobiliario. Para ello se aplicó el NMQ a una muestra total de 672 estudiantes, sin embargo, solo 628 cuestionarios resultaron válidos, garantizándose un margen de error real del 3,9%. Los tamaños de muestra de acuerdo a las IES estudiadas y los modelos de mobiliario identificados se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4.

Tamaño de la muestra.

IES	A		B		C		D		E	
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	
Muestra	137	89	31	37	68	105	64	43	54	
Total	137	120		105		105		161		

Fuente: Los autores

La mayoría de los encuestados se identificaron como mestizos (88,28%). El 45,75% del total correspondió al sexo femenino y el 54,25% al sexo opuesto. El 89,25% manifestó ser diestro y el 10,75% zurdo. La edad media fue de 21,45 años (SD= 0,129 años). La estatura media fue de 165, 57 cm (SD=0,455 cm), el peso medio de 66,23 Kg (SD=0,497 Kg) y la media del IMC de 24,91 Kg/cm<sup>2</sup> (SD=0,535 Kg/cm<sup>2</sup>). En promedio, estos estudiantes

pasaron sentados en su mobiliario escolar 21,22 horas a la semana durante el último año de clases (SD= 0,448 horas) y el tiempo medio de permanencia en la Educación Superior fue de 33,49 meses (SD= 0,669 meses).

La Tabla 5 muestra la prevalencia de SME de acuerdo a su clasificación anatómica, para la población en estudio. Como puede observarse la mayor prevalencia de SME en el último año en la población estudiantil ocurrió en el cuello, a lo largo de toda la espina dorsal (espalda alta y baja) y en las caderas y/o muslos.

De manera general, entre el 86,28% y el 91,24% de los estudiantes universitarios que utilizaron cotidianamente estos nueve modelos de mobiliario durante el último año, sintieron molestias musculoesqueléticas en al menos un lugar de su cuerpo. De forma más específica, puede afirmarse con un 95% de confianza, que entre el 59,78% y el 67,34% sufrió algún malestar en el cuello durante los

últimos doce meses; entre el 53,41% y el 61,19% sintieron tales síntomas en la espalda alta y entre el 50,66% y el 58,48% en la espalda baja. Es importante destacar que la menor prevalencia de SME fue localizada en los codos con el 21,83% (IC95%: 0,186-0,251).

Al parecer, los problemas a lo largo de la espina dorsal tuvieron un mayor impacto en el detrimento de la salud y el bienestar de los estudiantes. Las dolencias en la espalda alta impidieron que en el último año el 34,35% de ellos (IC95%: 0,306-0,381) realizara sus actividades habituales. Por su parte, aquellas molestias relacionadas con la espalda baja, imposibilitaron al 37,56% (IC95%: 0,338-0,414) realizar sus actividades no académicas diarias.

De forma detallada, la Tabla 6 muestra las diferencias entre la prevalencia de SME para las nueve muestras de estudiantes según el modelo de mobiliario que utilizan en sus actividades académicas diarias. Tal como puede apreciarse, tales diferencias son significativas a un nivel de significancia p<0,05. Esto demuestra también que existe relación de dependencia entre el tipo de mobiliario y la presencia de SME en alguna parte del cuerpo.

Los SME asociados al cuello en el último año impactaron en mayor medida a los estudiantes que utilizaron el modelo de mobiliario ocho (prevalencia del

Tabla 5. Estimación de la prevalencia de SME y la proporción de estudiantes imposibilitados de realizar actividades habituales a consecuencia de esta prevalencia en los últimos 12 meses.

Clasificación anatómica del SME	Prevalencia SME en los últimos 12 meses	Impedimento de realizar actividades habituales en los últimos 12 meses
Cuello	0,6356 ± 0,0378	0,2905 ± 0,0357
Hombros	0,4655 ± 0,0392	0,1990 ± 0,0314
Codos	0,2183 ± 0,0324	0,1204 ± 0,0256
Muñecas/Manos	0,3242 ± 0,0368	0,2456 ± 0,0338
Espalda alta	0,5730 ± 0,0388	0,3435 ± 0,0373
Espalda baja	0,5457 ± 0,0391	0,3756 ± 0,0380
Caderas/Muslos	0,4318 ± 0,0389	0,3018 ± 0,0360
Rodillas	0,2745 ± 0,0350	0,1830 ± 0,0304
Tobillos/Pies	0,2681 ± 0,0348	0,1509 ± 0,0281

Nota: Estimación de intervalos de confianza del 95% de la proporción poblacional.

Fuente: Los autores.

100%) y el cinco (88,24%), aunque también la prevalencia de este SME fue relativamente alta (mayor al 50%) en el resto de los modelos de mobiliario con excepción del nueve. Particularmente, aquellos estudiantes que utilizaron el mobiliario 5 tuvieron un mayor impacto en su salud, pues dada la presencia de SME asociado al cuello en el último año, el 48,53% se vio impedido de realizar sus actividades habituales durante el mismo período. Los estudiantes que utilizaron el mobiliario 5 mostraron de igual forma alta

prevalencia de SME asociados a los hombros (63,24%), en las muñecas y las manos (75%), en la espalda baja (63,24%) y en las caderas/muslos (64,71%).

Por su parte, los estudiantes expuestos al mobiliario ocho también mostraron alta prevalencia en la espalda alta (65,12%), la espalda baja (67,44%), caderas/muslos (66,32%) y tobillos/pies (65,12%). Similar análisis puede realizarse para cada grupo de estudiantes de acuerdo al modelo de mobiliario empleado en sus actividades académicas.

La Tabla 7 muestra los valores de OR y sus respectivos intervalos de confianza al 95% para aquellas categorías de variables seleccionadas que pudieran estar asociadas a la prevalencia de SME. Cuando el valor OR es mayor que uno y su intervalo de confianza no incluye a la unidad entonces la asociación en estudio se considera estadísticamente significativa [43], o sea, se descarta que la asociación entre la categoría de la variable estudiada y la presencia de SME en alguna parte del cuerpo esté dada por el azar.

#### 4 Discusión

En este estudio, diez parámetros fueron calculados para el diseño del mobiliario escolar para estudiantes universitarios con base en información antropométrica secundaria correspondiente a la población adulta mestiza del Ecuador. Tales dimensiones ideales, expresadas en rangos de compatibilidad, de forma teórica garantizan comodidad al 95% de la población estudiantil universitaria ecuatoriana autoidentificada como mestiza, dado que este grupo étnico representa la mayoría de la población de acuerdo a los dos

Tabla 6. Prevalencia y diferencia de la prevalencia de SME entre los estudiantes de acuerdo al modelo de mobiliario.

	Modelo	Cuello	Hombros	Codos	Muñecas/Manos	Espalda alta	Espalda baja	Caderas/Muslos	Rodillas	Tobillos/Pies
Prevalencia de SME durante los últimos 12 meses	M1	56,20	42,34	16,79	29,20	58,39	62,77	37,96	25,55	18,25
	M2	55,06	38,20	29,21	33,71	62,92	38,20	22,47	24,72	23,60
	M3	69,23	46,15	11,54	23,08	57,69	38,46	50,00	30,77	30,77
	M4	78,38	56,76	35,14	45,95	64,86	62,16	48,65	27,03	18,92
	M5	88,24	63,24	38,24	75,00	38,24	63,24	64,71	50,00	51,47
	M6	56,19	44,76	7,62	22,86	55,24	60,00	37,14	22,86	17,14
	M7	67,19	59,38	26,56	15,63	78,13	62,50	53,13	7,81	23,44
	M8	100,00	48,84	32,56	32,56	65,12	67,44	66,32	48,84	65,12
	M9	33,33	29,63	11,11	18,52	37,04	22,22	37,04	22,22	18,52
	Total	63,56	46,55	21,83	32,42	57,30	54,57	43,18	27,45	26,81
		$\chi^2=76,51$ $p=0,000*$	$\chi^2=23,30$ $p=0,003*$	$\chi^2=40,86$ $p=0,000*$	$\chi^2=78,50$ $p=0,000*$	$\chi^2=33,85$ $p=0,000*$	$\chi^2=47,52$ $p=0,000*$	$\chi^2=46,15$ $p=0,000*$	$\chi^2=42,22$ $p=0,000*$	$\chi^2=67,47$ $p=0,000*$
Impedimento para realizar actividades cotidianas durante los últimos 12 meses	M1	24,09	16,79	5,84	12,41	31,39	36,50	21,17	11,68	10,95
	M2	24,72	15,73	15,73	33,71	19,10	24,72	33,71	15,73	8,99
	M3	26,92	19,23	0,00	15,38	19,23	15,38	19,23	11,54	11,54
	M4	37,84	21,62	10,81	27,03	40,54	37,84	21,62	10,81	16,22
	M5	48,53	11,76	36,76	63,24	50,00	63,24	50,00	63,24	25,00
	M6	19,05	12,38	0,00	17,14	30,48	26,67	16,19	13,33	7,62
	M7	31,25	25,00	25,00	25,00	51,56	43,75	40,63	10,94	7,81
	M8	32,56	48,84	0,00	16,28	48,84	65,24	64,15	16,28	65,12
	M9	33,33	29,63	14,81	14,81	25,93	29,63	18,52	11,11	7,41
	Total	29,05	19,90	12,04	24,56	34,35	37,56	30,18	18,30	15,09
		$\chi^2=22,39$ $p=0,004*$	$\chi^2=35,26$ $p=0,000*$	$\chi^2=79,79$ $p=0,000*$	$\chi^2=78,62$ $p=0,000*$	$\chi^2=35,17$ $p=0,000*$	$\chi^2=55,07$ $p=0,000*$	$\chi^2=66,14$ $p=0,000*$	$\chi^2=104,47$ $p=0,000*$	$\chi^2=103,63$ $p=0,000*$

Nota: La prevalencia está representada en porcentajes. El asterisco representa diferencias significativas a un nivel de confianza del 95% entre la prevalencia de SME para cada modelo de mobiliario.

Tabla 7.  
Factores asociados a la prevalencia anual de SME en los estudiantes universitarios.

Características	Cuello	Hombros	Muñecas/ Manos	Espalda alta	Espalda baja	Caderas/ Muslos	Rodillas	Tobillos/Pies
Sexo	2,431*	2,837*	1,214	1,737*	1,759*	1,649*	0,816	1,283
femenino	(1,73-3,42)	(2,05-3,93)	(0,86-1,69)	(1,25-2,40)	(1,27-2,42)	(1,19-2,27)	(0,57-1,16)	(0,90-1,83)
Zurdo/a	0,516	0,450	0,291	0,216	0,524	0,375	0,326	0,628
	(0,30-0,85)	(0,26-0,78)	(0,14-0,60)	(0,12-0,38)	(0,31-0,87)	(0,20-0,67)	(0,15-0,69)	(0,33-1,18)
Más de 25 años de edad	1,062	0,974	0,557	1,239	0,692	0,891	0,977	1,166
	(0,52-2,12)	(0,50-1,89)	(0,25-1,24)	(0,62-2,45)	(0,35-1,34)	(0,45-1,75)	(0,46-2,06)	(0,56-2,41)
IMC mayor a 25 Kg/m <sup>2</sup>	0,694	0,758	0,758	3,151*	4,331*	2,581*	0,906	0,884
	(0,49-0,98)	(0,54-1,06)	(0,53-1,09)	(2,00-4,95)	(2,23-8,40)	(1,83-3,63)	(0,62-1,32)	(0,61-1,29)
Más de 20h/semana sentado	1,968*	0,721	1,064	0,575	2,387*	0,839	1,590*	0,843
	(1,17-3,29)	(0,52-0,98)	(0,76-1,48)	(0,41-0,79)	(1,60-3,55)	(0,61-1,15)	(1,11-2,27)	(0,59-1,20)
Más de 2años de estudios superiores	1,766*	0,949	1,449	1,195	1,492* (1,05- 2,11)	1,648* (1,15- 2,36)	2,850 (1,80- 4,52)	1,278 (0,85- 1,91)
	(1,02-3,03)	(0,67-1,34)	(0,99-2,13)	(0,84-1,69)				
Uso de Pupitre	1,585*	1,227	1,674*	1,015	0,713 (0,52- 0,98)	1,369 (0,99- 1,89)	1,243 (0,87- 1,78)	2,065* (1,42- 3,01)
	(1,14-2,20)	(0,89-1,69)	(1,18-2,37)	(0,74-1,40)				
Uso de mesa y silla	0,631	0,815	0,597	0,985	1,402* (1,02- 1,93)	0,730 (0,53- 1,01)	0,804 (0,56- 1,15)	0,484 (0,332- 0,71)
	(0,45-0,88)	(0,59-1,12)	(0,42-0,85)	(0,72-1,36)				

Nota: Los valores corresponden al OR. Los valores entre paréntesis corresponden al intervalo de confianza del OR al 95%. El asterisco significa que el OR es significativo a un nivel de confianza del 95%.

últimos censos de población y vivienda tal como se presentó en la Fig. 1.

Estos resultados adquieren especial relevancia en el contexto de los pocos estudios académicos y/o científicos relacionados con el diseño de mobiliario escolar para estudiantes universitarios ecuatorianos acorde a principios antropométricos. De hecho, la literatura solo recoge el aporte de Espinosa-Tabango [44], sin embargo, en este trabajo el uso de medidas antropométricas de la norma DIN 33402 [45] le resta valor de uso y adecuación al diseño propuesto, dada las relevantes diferencias antropométricas entre la población alemana y la ecuatoriana.

La norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2583: 2011 [46], establece los requisitos que deben cumplir las mesas y las sillas destinados al uso de los estudiantes entre segundo año de enseñanza básica hasta tercero de Bachillerato, así como los ensayos de calidad a los que estos deben ser sometidos para probar su aptitud de uso. Dicha norma, no acoge medidas específicas para el mobiliario de estudiantes de la Enseñanza Superior. En tal sentido, las dimensiones de los parámetros de diseño de mesas y sillas, así como de pupitres unipersonales propuestas en este estudio, pudieran ser el punto de partida para la creación de una norma específica que regule el diseño del mobiliario escolar. Esto garantizaría que los fabricantes nacionales y extranjeros ofrezcan un mobiliario más seguro y adecuado a las características antropométricas de la población universitaria del Ecuador.

De manera general, todas las estaciones de estudio compuestas de mesa y silla analizadas en esta investigación presentaron incompatibilidades por exceso en la altura y la profundidad del asiento, así como en la altura interior y superior de la mesa. De igual forma, todas presentaron incompatibilidad por defecto en el ancho y la profundidad de la mesa. Por su parte, el total de pupitres analizados presentó incompatibilidad por exceso en la altura del asiento y la altura interior y superior de la paleta, a la vez que la longitud y el ancho de la paleta presentó en cada caso

incompatibilidades por defecto.

Este estudio también demostró dependencia entre la presencia de SME en los estudiantes universitarios y el tipo de mobiliario escolar utilizado durante los últimos doce meses. Y aunque los nueve modelos analizados presentan al menos cinco incompatibilidades en sus parámetros de diseño, no existe evidencia suficiente para afirmar que estas incompatibilidades son la única causa de SME. Por tanto, el hecho de proveerles a los estudiantes un mobiliario completamente compatible con sus características antropométricas no necesariamente garantizará la ausencia total de SME.

Se recomienda que futuras investigaciones profundicen en la identificación de tales causas, en tanto los niveles de prevalencia identificados en esta investigación son bastantes altos considerando que el 88,76% de los estudiantes sintió SME en al menos un lugar de su cuerpo durante el último año (IC95%: 0,863-0,912). Es importante resaltar además que entre estos últimos, el 62,92% (IC95%: 0,591-0,667) manifestó haberse visto impedido de realizar otras actividades cotidianas habituales.

Los resultados muestran que las mujeres que se sientan en los modelos de mobiliario evaluados, tienen mayor riesgo que los hombres a sentir SME asociados al cuello, hombros, espalda alta, espalda baja y caderas/muslos. Las personas con un IMC superior a 25 Kg/m<sup>2</sup> (consideradas por la Organización Mundial de la Salud como personas con sobrepeso/obesidad [47]) tienen mayor riesgo a presentar SME a lo largo de toda la espina dorsal y las caderas/muslos. Permanecer más de 20 horas a la semana sentado representa un riesgo para la presencia de SME en el cuello, la espalda baja y las rodillas.

Aquellos estudiantes de niveles superiores (tercero, cuarto y quinto año de estudio) tienen mayor riesgo de presentar SME en cuello, espalda baja y caderas/muslos. Por último, aquellos estudiantes que de forma cotidiana utilizan pupitre unipersonal pudieran ser más propensos a desarrollar SME en el cuello, muñecas/manos y

tobillos/pies, que los estudiantes que utilizan mesa y silla. Estos últimos, al parecer, son más propensos a presentar problemas en la espalda baja. Los resultados también demuestran que ser zurdo y tener más de 25 años de edad no constituyen factores de riesgo para la presencia de SME en los estudiantes.

Al considerar la presencia de SME en las nueve partes del cuerpo (cuello, hombros, codos, manos/muñecas, espalda alta, espalda baja, caderas/muslos/glúteos, rodillas, tobillos/pies) como variables categóricas de tipo nominal, las herramientas estadísticas que pudieron aplicarse fueron limitadas. En este sentido, además de la presencia de SME, se recomienda estudiar la intensidad del dolor percibido por los estudiantes, esto aumentaría el espectro de herramientas estadísticas que pudieran ser utilizadas para ahondar en la problemática.

La solución inminente para evitar la alta prevalencia de SME en los estudiantes de las IES analizadas sería cambiar todo el mobiliario escolar en el corto plazo, sin embargo, tal medida correctiva es impráctica debido al alto monto de la inversión inicial. Una alternativa más económica sería adoptar la política de tomar cinco minutos de pausa activa entre cada hora de trabajo en el aula, para que el estudiante pueda estirar sus extremidades y reducir la exposición a malas posturas que pueden producir dolores, inflamación, peristencias u otros síntomas de trastornos musculoesqueléticos.

El cuerpo humano no está diseñado para permanecer largos periodos de tiempo sentado. Los discos entre las vértebras no cuentan con un suministro de sangre independiente y dependen de los cambios de presión que resultan del movimiento para recibir los nutrientes y desechar sus desperdicios metabólicos [41]. La rigidez de la postura también reduce el flujo sanguíneo hacia los músculos e induce a la fatiga muscular y calambres [41].

De igual forma, sería recomendable en las IES la realización de campañas o spots promocionales para crear conciencia en el estudiantado sobre la necesidad de adoptar posturas correctas cuando se realizan actividades académicas en posición sentado.

## 5 Conclusiones

En este estudio, diez estándares de compatibilidad para los parámetros de diseño del mobiliario escolar para estudiantes universitarios ecuatorianos fueron determinados con base en información antropométrica.

Una muestra de nueve modelos de mobiliario escolar que se utilizan en cinco IES de la ciudad de Guayaquil fueron evaluados respecto a los intervalos de compatibilidad calculados y se encontró que el 100% no se ajusta, en al menos cinco parámetros de diseño, a las características antropométricas de su público objetivo. Solo el ancho del respaldo en cada mobiliario estuvo dentro del intervalo de compatibilidad establecido por los autores.

Se encontró una alta prevalencia de síntomas de trastornos musculoesqueléticos (SME) en los estudiantes durante el último año, principalmente en el cuello, a lo largo

de toda la espina dorsal y en las caderas/muslos. Además, las proporciones de estudiantes que manifestaron haber percibido estos síntomas y a causa de ello vieron impedida la realización de otras actividades no académicas habituales, fueron significativamente diferentes para cada modelo de mobiliario. Esto demostró a su vez, que existe relación de dependencia entre el tipo de mobiliario y la presencia de SME en alguna parte del cuerpo.

Por último, este estudio determinó que las estudiantes de sexo femenino que pasan más de 20 horas semanales sentadas en un pupitre unipersonal tienen mayor riesgo de presentar SME en el cuello que los hombres. Las mujeres que muestran sobrepeso u obesidad ( $IMC > 25 \text{Kg/m}^2$ ) tienen mayor riesgo de presentar SME en la espalda alta y las caderas/muslos, y aquellas que además de lo anterior llevan más de dos años de estudios superiores y pasan más de 20 horas semanales utilizando estaciones de estudio compuestas de mesa y silla, tienen un mayor riesgo de presentar SME en la parte lumbar de la espalda.

## Referencias

- [1] Centers for Disease Control and Prevention, National health and nutrition examination survey (NHANES) anthropometry procedures manual, USA, 2016, 112 P.
- [2] Dianat, I., Kord, P., Yahyazade, M., Karimi, A. and Stedmon, A. Association of individual and work-related risk factors with musculoskeletal symptoms among Iranian sewing machine operators, *Applied Ergonomics*, 51, pp. 180-188, 2015. <http://doi.org/10.1016/j.apergo.2015.04.017>
- [3] Robertson, M. M., Huang, Y. H. and Lee, J. Improvements in musculoskeletal health and computing behaviors: Effects of a macroergonomics office workplace and training intervention, *Applied Ergonomics*, 62, pp. 182-196, 2017. <http://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.02.017>
- [4] Gouvali, M. K. and Boudolos, K. Match between school furniture dimensions and children's anthropometry, *Applied Ergonomics*, 37(6), pp. 182-196, 2006. <http://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.02.017>
- [5] Afzan, Z., Hadi, S. A., Shamsul, B. T., Zailina, H., Nada, I. and Rahmah, A. R. Mismatch between school furniture and anthropometric measures among primary school children in Mersing, Johor, Malaysia, 2012 Southeast Asian Network of Ergonomics Societies Conference (SEANES), 2012.
- [6] Adu, G., Adu, S., Effah, B., Frimpong-Mensah, K. and Darkwa, N. A., Office Furniture Design–Correlation of Worker and Chair Dimensions. *International Journal of Science and Research [Online]*. 3(3), pp. 709-715, 2014. [date of reference February 25th of 2017]. Available at: <https://www.ijsr.net/archive/v3i3/MTIwMzE0MDE%3D.pdf>
- [7] Souza, I. T., Buski, C. R., Batiz, E. and Hurtado, A. L. B. Ergonomic Analysis of a Clothing Design Station. *Procedia Manufacturing*, 3, pp. 4362-4369, 2015.

- [8] Azuan, M., Zailina, H., Shamsul, B. M., Asyiqin, N., Azhar, M. and Aizat, I. Neck, upper back and lower back pain and associated risk factors among primary school children. *Journal of Applied Sciences*, 10(5), pp. 431-435, 2010. <http://doi.org/10.3923/jas.2010.431.435>
- [9] Mirka, G. A., Shivers, C., Smith, C. and Taylor, J. Ergonomic interventions for the furniture manufacturing industry. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 29(5), pp. 275–287, 2002. [http://doi.org/10.1016/S0169-8141\(01\)00068-3](http://doi.org/10.1016/S0169-8141(01)00068-3)
- [10] Zakeri, Y., Gheibizadeh, M., Baraz, S., Nejad, D. B. and Latifi, S. M. The relationship between features of desks and chairs and prevalence of skeletal disorders in primary school students in Abadan, South West of Iran. *International Journal of Pediatrics*, 4(11), pp. 3949-3956, 2016. <http://doi.org/10.22038/ijp.2016.7656>
- [11] Agha, S. R. School furniture match to students' anthropometry in the Gaza Strip. *Ergonomics*, 53(3), pp. 344–354, 2010. <http://doi.org/10.1080/00140130903398366>
- [12] Mokdad, M. and Al-Ansari, M. Anthropometrics for the design of Bahraini school furniture. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 39(5), pp. 728–735, 2009. <http://doi.org/10.1016/j.ergon.2009.02.006>
- [13] Musa, A. Anthropometric evaluations and assessment of school furniture design in Nigeria: A case study of secondary schools in rural area of Odeda, Nigeria. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 2(3), pp. 499–508, 2011. <http://doi.org/10.5267/j.ijiec.2011.03.006>
- [14] Taifa, I. W. and Desai, D. A. Anthropometric measurements for ergonomic design of students' furniture in India. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 20(1), pp. 1–8, 2016. <http://doi.org/10.1016/j.jestch.2016.08.004>
- [15] Niebel, B. W. and Freivalds, A. *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. Ciudad de México: McGraw-Hill, 2014.
- [16] Mohamed-Thariq, M. G., Munasinghe, H. P. and Abeysekara, J. D. Designing chairs with mounted desktop for university students: ergonomics and comfort. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 40(1), pp. 8–18, 2010. <http://doi.org/10.1016/j.ergon.2009.10.003>
- [17] Castellucci, H. I., Arezes, P. M. and Molenbroek, J. F. M. Equations for defining the mismatch between students and school furniture: a systematic review. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 48, pp. 117–126, 2015. <http://doi.org/10.1016/j.ergon.2015.05.002>
- [18] Taifa, I. W. and Desai, D. A. Anthropometric measurements for ergonomic design of students' furniture in India. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 20(1), pp. 232-239, 2016. <http://doi.org/10.1016/j.jestch.2016.08.004>
- [19] Castellucci, H. I., Arezes, P. M. and Molenbroek, J. F. M. Applying different equations to evaluate the level of mismatch between students and school furniture. *Applied Ergonomics*, 45(4), pp. 1123–1132, 2014. <http://doi.org/10.1016/j.apergo.2014.01.012>
- [20] Castellucci, H. I., Arezes, P. M. and Molenbroek, J. F. M. Analysis of the most relevant anthropometric dimensions for school furniture selection based on a study with students from one Chilean region. *Applied Ergonomics*, 46, pp. 201–211, 2015. <http://doi.org/10.1016/j.apergo.2014.08.005>
- [21] Altaboli, A., Belkhear, M., Bosenina, A. and Elfsei, N. Anthropometric evaluation of the design of the classroom desk for the fourth and fifth grades of Benghazi primary schools. *Procedia Manufacturing* 3, pp. 5655–5662, 2015. <http://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.778>
- [22] Dianat, I., Karimi, M. A., Asl Hashemi, A. and Bahrapour, S. Classroom furniture and anthropometric characteristics of Iranian high school students: proposed dimensions based on anthropometric data. *Applied Ergonomics*, 44(1), pp. 101–108, 2013. <http://doi.org/10.1016/j.apergo.2012.05.004>
- [23] Castellucci, H. I., Catalán, M., Arezes, P. M. and Molenbroek, J. F. M. Evidence for the need to update the Chilean standard for school furniture dimension specifications. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 56, pp. 181–188, 2016. <http://doi.org/10.1016/j.ergon.2015.09.019>
- [24] Mahoney, J. M., Kurczewski, N. A. and Froede, E. W. Design method for multi-user workstations utilizing anthropometry and preference data. *Applied Ergonomics*, 46, pp. 60–66, 2015. <http://doi.org/10.1016/j.apergo.2014.07.003>
- [25] Cayo-Chiluisa, F. W. El diseño de estaciones de trabajo escolar y su incidencia en el proceso de enseñanza aprendizaje en niños y niñas de 3 a 5 años del Centro de desarrollo infantil y estimulación temprana pequeños traviesos de la Ciudad de Latacunga, Ing. Thesis, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, 2014.
- [26] Viera-Meléndez, A. C. Análisis ergonómico del mobiliario escolar en relación a las medidas antropométricas y evaluación postural de los niños del 6to año de educación básica de la escuela 'Quintiliano Sánchez', Ing. Thesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador, 2012.
- [27] Pomboza-Fioril, M. and Cloquell-Ballester, V. A. Determinación antropométrica para mobiliario escolar destinado a niños con discapacidad motriz en Ecuador. *Ciencia & Trabajo*. 17(53), pp. 154–158, 2015. [date of reference February 23th of 2017]. Available at: <http://www.scielo.cl/pdf/cyt/v17n53/art10.pdf>

- [28] Alarcón-Escobar, J. L. Diseño de mobiliario escolar para niños y niñas con paraparesia espástica del instituto fiscal de discapacidad motriz, Ing. Thesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador, 2016.
- [29] Romo-Cardoso, P. and Del Campo, T. Trastornos musculoesqueléticos en trabajadores sanitarios y su valoración mediante cuestionarios de discapacidad y dolor. *Medicina del trabajo*, 20(1), pp. 27–33, 2011. [date of reference February 23th of 2017]. Available at: <http://sid.usal.es/19236/8-2-6>
- [30] Genç, A., Kahraman, T. and Göz, E. The prevalence differences of musculoskeletal problems and related physical workload among hospital staff. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 29(3), pp. 541–547, 2016. <http://doi.org/10.3233/BMR-160655>
- [31] Mendinueta-Martínez, M. and Herazo-Beltrán, Y. H. Perception musculoskeletal discomfort and postural risk among employees of a higher education institution. *Salud Uninorte*, 30(2), pp. 170–179, 2014. [date of reference February 23th of 2017]. Available at: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-55522014000200008](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-55522014000200008)
- [32] Rosario, R. M. A. and Amézquita, T. I. R. Prevalencia de trastornos músculo-esqueléticos en el personal de esterilización en tres hospitales públicos. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 60(234), pp. 24–43, 2014. <http://doi.org/10.4321/S0465-546X2014000100004>
- [33] Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering-Sørensen, F., Andersson, G. and Jørgensen, K. Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied Ergonomics*, 18(3), pp. 233–237, 1987. [date of reference February 23th of 2017]. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/000368708790010X>
- [34] Tezel, A. Musculoskeletal complaints among a group of Turkish nurses. *International Journal of Neuroscience*, 115(6), pp. 871–880, 2005. <http://doi.org/10.1080/00207450590897941>
- [35] Mendinueta-Martínez, M. Herazo-Beltrán, Y. H. and Pinillos-Patiño, Y. Factors associated with the perception of low back pain in workers of a ground transportation company. *Salud Uninorte*, 30(2), pp. 192–199, 2014. [date of reference February 23th of 2017]. Available at: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-55522014000200011](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-55522014000200011)
- [36] Kahraman, T., Genç, A. and Goz, E. The Nordic Musculoskeletal Questionnaire: cross-cultural adaptation into Turkish assessing its psychometric properties. *Disability and rehabilitation*, 38(21), pp. 2153–2160, 2016. <http://doi.org/10.3109/09638288.2015.1114034>
- [37] Lema-Barrera, D. V. Comparación estadística de medidas antropométricas entre mestizos, indígenas y afro ecuatorianos de la Región Sierra del Ecuador, Ing. Thesis, Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador, 2013.
- [38] Instituto Nacional de Estadística y Censos. Base de datos Censo de población y viviendas 2001 [Online], Quito, 2001 [date of reference October 2nd of 2016]. Available at: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-de-poblacion-y-vivienda-2001/>
- [39] Instituto Nacional de Estadística y Censos. Base de datos Censo de población y viviendas 2010 [Online], Quito, 2010 [date of reference October 2nd of 2016]. Available at: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-de-poblacion-y-vivienda-2010/>
- [40] International Standardization Organization. Basic human body measurements for technological design -Part 1: Body measurement definitions and landmarks (ISO 7250-1:2008) [Online], Geneva, 2008 [date of reference March 13th of 2017]. Available at: <https://www.iso.org/standard/44152.html>
- [41] Parcels, C., Stommel, M. and Hubbard, R. P. Mismatch of classroom furniture and student body dimensions. *Journal of Adolescent Health*, 24(4), pp. 265–273, 1999.
- [42] International Standardization Organization. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Part 5: Workstation layout and postural requirements (ISO 9241-5:1998) [Online], Geneva, 1998 [date of reference March 13th of 2017]. Available at: <https://www.iso.org/standard/16877.html>
- [43] Cerda, J., Vera, C. and Rada, G. Odds ratio: aspectos teóricos y prácticos. *Revista Médica de Chile*, 141(10), pp. 1329–1335, 2013. <http://doi.org/10.4067/S0034-98872013001000014>
- [44] Espinosa-Tabango, P. S. Diseño de una estación de trabajo para los estudiantes de la Universidad Central del Ecuador, Ing. Thesis, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador, 2013.
- [45] Deutsches Institut für Normung. DIN 33402-2 Ergonomie - Körpermaße des Menschen – Teil 2 [Online], Berlin, 2005 [date of reference March 13th of 2017]. Available at: <http://www.din.de/de/wdc-beuth:din21:93363641>
- [46] Instituto Ecuatoriano de Normalización. NTE INEN 2583: 2011 Muebles escolares. Pupitre con silla para alumnos. Requisitos e inspección [Online], Quito, 2011 [date of reference March 13th of 2017]. Available at: <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte1/2583-2011.pdf>
- [47] World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic [Online], Geneva, 2004 [date of reference March 13th of 2017]. Available at: [http://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO\\_TRS\\_894/en/](http://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO_TRS_894/en/)