

LA PREVENCIÓN DEL DOLOR DE ESPALDA MEDIANTE LA CORRECTA ASIGNACIÓN DEL MOBILIARIO ESCOLAR: VALIDACIÓN DE DOS INSTRUMENTOS

Adrián Paramés González (1), Alfonso Gutiérrez Santiago (1), Jesús Antonio Gutiérrez Santiago (1) e Iván Prieto Lage (1)

(1) *Observational Research Group*. Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte. Universidade de Vigo. Campus A Xunqueira. Pontevedra. España.

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés.

RESUMEN

Fundamentos: En edad escolar es común el dolor en la zona lumbar. Existe evidencia de que un ajuste adecuado entre las dimensiones del mobiliario escolar y las características antropométricas repercutirá en una mejora en su postura y reducción del dolor. Los objetivos de esta investigación fueron determinar el grado de desajuste del mobiliario en educación primaria, comprobar si las tallas de las normativas vigentes son adecuadas y validar dos instrumentos que permitan al profesorado una correcta asignación del mobiliario.

Métodos: Participaron 92 estudiantes de primaria. Las mediciones para determinar la altura ideal de la silla y la mesa se efectuaron con un antropómetro en un centro público gallego en 2019. Los valores registrados se compararon con los obtenidos por los dos instrumentos de medición a validar: TAIS y TAIM. Las técnicas de análisis empleadas fueron: descriptivo, ANOVA de un factor, prueba t y tamaño del efecto, nivel de significación $p < 0,05$.

Resultados: El desajuste entre el mobiliario utilizado en las aulas y el calculado como ideal fue del 93,5% en las sillas y 97,6% en las mesas. En un 51% de los casos necesitaron tallas de silla y mesa diferente. El análisis correlacional de los instrumentos a validar mostró un $r = 0,994$ en silla y $r = 0,99$ en mesa.

Conclusiones: El nivel de desajuste entre el mobiliario y las dimensiones antropométricas del alumnado fue elevado. Es necesaria una reorganización de las tallas en el aula, pudiendo seguir la normativa de tallas europea y empleando instrumentos de asignación de mobiliario como los propuestos por su alto nivel de correlación.

Palabras clave: Educación, Escuela, Ergonomía, Antropometría, Validación, Desajuste.

ABSTRACT

Back pain prevention through the correct allocation of school furniture: validation of two instruments

Background: At school age pain in the lower back is common. There is evidence that an adequate fit between the dimensions of the school furniture and the anthropometric characteristics will result in an improvement in their posture and a reduction in pain. The objectives of this research were to determine the degree of mismatch of furniture in primary education, check if the sizes of the current regulations are adequate and validate two instruments that allow teachers to correctly assign furniture.

Methods: 92 elementary students participated. Measurements to determine the ideal height of the chair and table were made with an anthropometer in a Galician public school in 2019. The recorded values were compared with those obtained by the two measurement instruments to be validated: TAIS and TAIM. The analysis techniques used were: descriptive, one-way ANOVA, t-test and effect size, significance level $p < 0.05$.

Results: The mismatch between the furniture used in the classrooms and that calculated as ideal was 93.5% for chairs and 97.6% for tables. In 51% of cases they needed different chair and table sizes. The correlational analysis of the instruments to be validated showed an $r = 0.994$ in the chair and $r = 0.99$ in the table.

Conclusions: The level of mismatch between the furniture and the anthropometric dimensions of the students was high. A reorganization of the sizes in the classroom is necessary, being able to follow the European size regulations and using furniture allocation instruments such as those proposed for their high level of correlation.

Key words: Education, Schools, Ergonomics, Anthropometry, Validation, Mismatch.

INTRODUCCIÓN

El dolor en el cuello y en la zona lumbar representan la cuarta causa más común de discapacidad a nivel mundial, lo que tiene un impacto significativo en la calidad de vida de las personas y costes de 50 billones de dólares a los sistemas públicos de salud⁽¹⁾. Los estudios indican que la presencia de esta patología durante la infancia y adolescencia aumenta el riesgo de cronicidad en la edad adulta⁽²⁾. En este sentido, el dolor de espalda es muy común en educación primaria⁽³⁾. Los expertos indican que es importante intervenir en las edades de 6 a 12 años, con la intención de reducir la persistencia de dolor, ya que, si se mantiene la tendencia, se podría producir una prevalencia de dolor al final de la adolescencia con tasas similares a la edad adulta⁽⁴⁾. Investigaciones precedentes en otros países revelan que durante la etapa de educación primaria la prevalencia de dolor en la zona lumbar oscila entre el 27% y el 55%⁽⁵⁾. En España existen estudios que manifiestan que el 51% de los niños y más del 69% de las niñas ya ha padecido dolor lumbar antes de los 15 años de edad⁽⁶⁾, incidiendo de manera negativa en el rendimiento escolar⁽⁴⁾.

Existen múltiples factores que pueden influir en el dolor de espalda de los escolares⁽³⁾. La mayoría de los estudios que se analizaron en una revisión sistemática⁽⁷⁾ observaron que un ajuste adecuado entre las dimensiones del mobiliario y las características antropométricas del alumnado repercutía en una mejora en su postura y reducción del dolor. El alumnado pasa largas jornadas en posición sedente. Cuando estamos en esta posición el 75% del peso corporal es soportado por una pequeña área debajo de las tuberosidades isquiáticas de la pelvis, por lo que el asiento por sí solo es insuficiente para la estabilización, siendo necesario que los pies se apoyen firmemente en el suelo u otro soporte, para repartir el peso⁽⁸⁾. En el caso de que la silla sea más alta que

la altura poplítea, se comprimirán las estructuras a lo largo del espacio poplíteo⁽⁴⁾. Por otra parte, si la silla es significativamente más baja que la altura poplítea, aumentará la compresión en la región del glúteo⁽⁹⁾. El alumnado que usa una altura de mesa superior a la recomendada tendrá que flexionar, abducir sus brazos y elevar sus hombros, pudiendo producir esta postura dolor en la región del hombro⁽⁹⁾.

El desajuste del mobiliario escolar provoca que el alumnado tenga que adaptar su postura, habiéndose demostrado que los malos hábitos adquiridos a la hora de sentarse durante la infancia, son muy difíciles de cambiar en la adolescencia o edad adulta⁽¹⁰⁾. La importancia de la ergonomía y el mobiliario escolar hizo que en 2004 se desarrollara el EN 1729, un estándar general de mobiliario escolar para Europa a partir de datos de población de Reino Unido, que evolucionó hasta la vigente normativa⁽¹¹⁾. En Europa se han efectuado diversos estudios sobre antropometría y grado de concordancia del mobiliario escolar, concluyendo que existe un alto índice de desajuste^(5,12,13). En cuanto a la valoración de la referencia europea⁽¹¹⁾, tan solo una investigación⁽¹²⁾ analizó la implementación de este estándar europeo en los centros escolares, lo que implica que es necesario realizar más estudios sobre la aplicación de esta normativa.

En España no se han encontrado estudios de antropometría y mobiliario escolar, existe una intervención en la que se analizan algunos cursos de primaria, pero sin los instrumentos ni medidas necesarias para determinar la silla y la mesa ideal⁽¹⁴⁾. Al no existir una norma propia, España debería seguir la referencia europea⁽¹¹⁾, la cual propone ocho tallas para las dimensiones de la mesa y silla a lo largo de toda la etapa educativa. Al estar las competencias educativas transferidas a las comunidades autónomas, existe libertad por parte de cada región para determinar el tipo de mobiliario a utilizar

en las escuelas. Así, si analizamos una comunidad autónoma como Galicia encontramos un catálogo propio que lleva vigente desde el año 2007, con cuatro tallas de silla y mesa para primaria y secundaria⁽¹⁵⁾, ninguna de las cuales coinciden con la norma europea⁽¹¹⁾. Estudios antropométricos con población española muestran, en las últimas décadas, una tendencia de incremento de la estatura sin diferencias regionales, acercándose las medidas a la de otros países europeos, pero manteniéndose por debajo de algunos países del centro y norte de Europa⁽¹⁶⁾. Este aspecto justifica la necesidad de valorar si el catálogo y mobiliario utilizado actualmente en las aulas, podría estar desactualizado por la evolución de las características de la población.

La literatura científica también evidencia otra problemática relacionada con el desajuste. Así, existen intervenciones en las que, aun contando con todas las tallas de la referencia europea⁽¹²⁾, los centros educativos apenas pudieron mejorar el grado de ajuste por el desconocimiento a la hora de asignar el mobiliario. La legislación europea al respecto⁽¹¹⁾ propone efectuar el proceso de asignación del mobiliario en base a la estatura o la altura poplíteica. Existen estudios que indican que estos métodos no son precisos y que se necesitan medidas adicionales⁽¹⁷⁾, siendo necesario para tomar estos datos conocimientos en medición antropométrica por parte del profesorado, así como instrumental específico, dos variables difíciles de combinar en un centro educativo⁽¹⁸⁾.

Por todo ello, los objetivos de esta investigación fueron determinar el grado de desajuste en el mobiliario de educación primaria, comprobar si las tallas de la normativa europea⁽¹¹⁾ eran adecuadas en dicho grupo y validar un sistema de fácil uso que permita al profesorado asignar el mobiliario de forma fiable.

MATERIAL Y MÉTODOS

Sujetos: Los participantes en este estudio fueron la totalidad de los alumnos y alumnas de un centro público de Educación Primaria situado en una ciudad al sur de Galicia. Un total de 92 estudiantes (56 niños y 36 niñas; edad media: $9,37 \pm 1,91$ años -varones: $9,03 \pm 1,73$ años; mujeres: $9,37 \pm 1,91$ años-) de 1º a 6º de primaria fueron invitados a participar en el mismo.

Instrumentos:

– **Instrumentos de medición:** Para todas las mediciones se empleó un antropómetro (Cescorf 60 cm, Porto Alegre, Brasil), homologado por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK). La estatura fue medida con un tallímetro (Seca transportable 20-205 cm, Hamburgo, Alemania) y para el peso se empleó una báscula (Tanita UM-076, precisión 2 g, Tokio, Japón).

– **Instrumentos de validación:** El Test de Altura Ideal de Silla (TAIS) y el Test de Altura Ideal de Mesa (TAIM), son unas plantillas en vinilo de PVC de 3 milímetros (figura 1). Ambas herramientas fueron diseñadas siguiendo las medidas propuestas por la referencia europea⁽¹¹⁾. Cada color determina la medida de la talla ideal en centímetros y milímetros. Los rangos que se forman entre cada una de las franjas fueron extraídos a partir de las ecuaciones de investigaciones previas⁽¹⁷⁾.

Para el diseño del TAIS, se tuvieron en cuenta las recomendaciones ergonómicas que especifican que cuando estamos sentados, las plantas de los pies deben estar en contacto con el suelo y las rodillas en ángulo recto siendo un indicador adecuado para la correcta regulación de la silla la altura poplíteica⁽⁸⁾. Para diseñar el instrumento se partió del *Peter lower leg*

Figura 1
Herramienta de medición TAIS y TAIM.



meter⁽¹⁸⁾, una estrategia que facilita la medición de la altura poplíteo. En nuestro caso, colocamos el instrumento sobre una mesa, descolgando la zona de las franjas de colores sobre la vertical, de manera que cuando el alumnado se sentara en la mesa sobre el instrumento y colocara el hueco poplíteo en el borde de la misma, la altura a la que llegara la planta del pie, con los talones en ángulo recto con el instrumento, nos indicara la altura ideal para la silla.

El TAIM se creó partiendo de las orientaciones ergonómicas que indican que la altura de la mesa de trabajo se sitúe a la altura de los codos^(8,19) consiguiendo que el brazo esté vertical y el antebrazo horizontal, formando ángulo recto en el codo⁽²⁰⁾. Por tanto, el TAIM se colocó pegado a la pared y el alumnado, sentado

en la silla que previamente se reguló mediante el TAIS, se situó al lado del instrumento de tal forma que, al formar un ángulo recto con el codo, la parte inferior del mismo indicó la talla ideal correspondiente. No se encontró un instrumento similar en la bibliografía.

– **Mobiliario del centro:** El alumnado evaluado empleó siempre la misma aula, utilizando en todo momento la misma mesa y silla. Las tallas del mobiliario fueron las que corresponden al catálogo de administración educativa regional⁽¹⁵⁾, con una altura de silla de 36, 40, 44, 48 cm y de mesa 60, 66, 72, 78 cm. En cualquier caso, se midió la silla y la mesa asociada a cada estudiante por el posible desgaste del taco, dada la antigüedad del mobiliario. De este modo las dimensiones del mobiliario que se recopilaron fueron:

– **Altura de la silla (AS):** la distancia vertical desde el suelo hasta el punto medio del borde delantero de la superficie del asiento.

– **Altura de la mesa (AM):** la distancia vertical desde el suelo hasta la parte superior del borde frontal del escritorio.

Procedimiento:

– **Consentimientos:** Fueron solicitados a la dirección del centro los permisos de autorización para realizar las tareas de recogida de datos. Todas las familias y el alumnado fueron informados sobre los objetivos del estudio y leyeron y firmaron un consentimiento informado. En todo momento se respetaron los principios éticos de investigación médica en seres humanos de la Declaración de Helsinki⁽²¹⁾. El estudio fue aprobado por el comité ético perteneciente a la Facultad de Ciencias de la Educación y el Deporte de la Universidad de Vigo con el código 04/1019.

– **Entrenamiento de los medidores:** Antes de comenzar el estudio, durante dos semanas (una hora al día) se realizó un entrenamiento de medición de los parámetros antropométricos a tomar posteriormente, con el objetivo de reducir las diferencias entre los dos medidores. Al final de las sesiones de entrenamiento, se evaluó la confiabilidad intra e intermedidor.

– **Toma de datos y prueba de fiabilidad:** Se emplearon diez jornadas en el proceso de registro de datos, dos jornadas para obtener los datos utilizados para analizar el grado de fiabilidad intra e intermedidor, cuatro para registrar los datos antropométricos utilizando como instrumento de medida un antropómetro y otras cuatro jornadas para las mediciones con los dos instrumentos que se pretenden validar: el TAIS y TAIM. Las jornadas se desarrollaron en

horario escolar de 9:00 a 14:00 durante el mes de diciembre de 2019.

Para realizar el proceso de medición se crearon dos equipos de trabajo tomando como referencias las recomendaciones de estudios científicos previos⁽²²⁾. Cada equipo estuvo formado por cuatro personas: un medidor, un registrador de datos, un organizador de la muestra y otra persona para apoyar al medidor. Las pruebas de fiabilidad intramedidor e intermedidor se realizaron con un grupo heterogéneo en función del curso y sexo de 25 estudiantes⁽²³⁾. En la primera sesión del día los dos medidores tomaron datos de las dimensiones corporales con el antropómetro y al final de la mañana los medidores emplearon el TAIS y TAIM con estos mismos sujetos. El día siguiente se aplicó el mismo procedimiento, obteniendo tanto en la prueba intramedidor como intermedidor un valor superior a 0,95. Todas las medidas fueron realizadas por dos antropometristas especialistas con nivel ISAK 3 (Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría) y con experiencia previa en este tipo de valoraciones. Se tomaron un mínimo de dos mediciones de cada parámetro; en el caso de que los valores hallados variaran entre ellos más de 0,5 cm, se realizó una medida adicional⁽¹²⁾.

– **Ecuaciones para el cálculo de desajuste:** Los datos antropométricos obtenidos se compararon con las dimensiones del mobiliario para identificar una coincidencia o un desajuste entre los mismos, definiendo un desajuste como la falta de coincidencia entre las dimensiones del mobiliario y la antropometría del alumnado, de acuerdo con las siguientes fórmulas⁽¹⁷⁾:

$$\text{Altura de la silla (AS):} \\ (PO + 2,5) \cos 30^\circ \leq AS \leq (PO + 2,5) \cos 5^\circ$$

$$\text{Altura de la mesa (AM):} \\ (AS + CO \leq AM \leq (AS + CO * 0,7396 + HO * 0,2604)$$

Análisis estadístico: Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando IBM - *Statistical Package for the Social Sciences*, versión 20.0 (IBM-SPSS Inc., Chicago, IL, EE.UU.). La prueba de Kolmogoroc-Smirnov confirmó la normalidad de la muestra. Se llevó a cabo un análisis descriptivo, estratificado por curso, de cada una de las variables objeto de estudio a través de medidas de tendencia central (media y desviación típica). Los valores medios de los parámetros obtenidos en los distintos cursos se compararon mediante una ANOVA de un factor, aplicando una prueba *post hoc* Tukey-b en el caso de existir diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$). Dichos valores medios también se compararon entre varones y mujeres, mediante una prueba T para muestras independientes. Se realizó una comparación de medias mediante la prueba T para muestras relacionadas para observar las diferencias existentes entre los valores reales (mobiliario que tenían en el aula) e ideales (calculados con los dos métodos de análisis -tradicional y nuevo-). Además, se analizó el tamaño del efecto mediante Cohen's d ($d < 0,2$ -nulo-, $d = 0,2-0,49$ -pequeño-, $d = 0,5-0,80$ -moderado- y $d > 0,8$ -grande-). Las pruebas de fiabilidad se realizaron mediante pruebas t de muestras pareadas, con un intervalo de confianza del 95%. Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para la validación del TAIS y TAIM. En todas las pruebas estadísticas se consideró como nivel de significación $p < 0,05$.

RESULTADOS

En la **tabla 1** se exponen las características antropométricas del alumnado de educación primaria que formó parte de la investigación.

Los datos analizados evidencian la existencia de diferencias significativas respecto a los registros antropométricos en función del curso al que pertenecían los estudiantes ($p < 0,05$) en todas las variables analizadas. El análisis intergrupar efectuado nos mostró la existencia

de diversos subgrupos dentro de cada variable que se relacionaron con el crecimiento esperado por edad y nivel educativo.

No se observaron diferencias significativas en base al sexo en ninguna de las variables antropométricas estudiadas, ni analizando el grupo de forma global ni segmentado por cursos.

En las **tablas 2 y 3** se muestra el tamaño de la silla y mesa que empleaba el alumnado en su día a día en el centro educativo (altura real en aula), así como la estimada posteriormente como ideal con su intervalo mínimo y máximo aconsejable (mediante antropómetro) y a través del nuevo método de medición (TAIS y TAIM).

El análisis del desajuste del mobiliario escolar (**figura 2**) respecto a las medidas ideales de silla y mesa (calculado con el antropómetro) evidenció que hasta el 93,5% del alumnado utilizaba un asiento que no se correspondía con sus dimensiones corporales y que el 97,6% de estos empleaba una mesa inadecuada (en ambos casos los muebles fueron más altos de lo que le correspondía). En términos globales, el estudiantado usaba un asiento entre cuatro y siete cm más grande de lo que necesitaba y empleaba una mesa entre ocho y diez cm superior al tamaño ideal recomendable. A su vez, se comprobó si al alumnado le correspondía el mismo número de talla en silla y mesa, observando un grado de disociación del 51,1%.

En relación con las medidas ideales de silla y mesa (tanto con antropómetro como con el método nuevo), se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes cursos ($p < 0,05$). Las diferencias intergrupales más importantes en el caso de la silla se dieron entre 1º y 2º respecto al resto y en 3º y 4º sobre los demás cursos. En cuanto a la mesa, tales diferencias se dieron entre el primer curso de primaria y el resto, así como en los cursos que van desde 2º a 5º sobre los restantes. El análisis comparativo

Tabla 1
Análisis descriptivo y prueba ANOVA de los valores antropométricos del alumnado por curso.

Curso	Intervalo edad (años)	Estatura (cm)	Peso (kg)	Altura poplitea (cm)	Altura codo (cm)	Altura hombro (cm)
1º EP n=16	6-7	119,31±3,79 ^(a)	26,05±5,61 ^(e)	27,33±1,75 ^(a)	12,57±1,64 ^(g)	37,88±1,65 ⁽ⁱ⁾
2º EP n=12	7-8	125,58±5,29 ^(a,b)	29,94±5,09 ^(e)	28,92±2,42 ^(a,b)	14,10±2,20 ^(e,h)	41,15±2,28 ⁽ⁱ⁾
3º EP n=12	8-9	129,83±6,14 ^(b,c)	35,54±8,62 ^(e,f)	30,15±1,84 ^(b,c)	14,66±2,30 ^(f,h)	42,53±2,52 ⁽ⁱ⁾
4º EP n=16	9-10	133,75±7,35 ^(c)	33,73±6,67 ^(e)	32,15±2,28 ^(c)	13,93±1,36 ^(g,h)	42,61±2,21 ⁽ⁱ⁾
5º EP n=16	10-11	143,94±9,42 ^(d)	43,89±14,90 ^(f)	34,98±2,70 ^(d)	15,71±2,36 ^(f,h)	46,55±4,09 ^(d)
6º EP n=20	11-12	147,35±7,7 ^(d)	42,89±10,14 ^(f)	35,35±2,20 ^(d)	16,02±1,46 ^(f,g)	47,17±2,73 ^(d)

Anova	F	39,367	9,252	33,249	7,680	27,278
	g/I	5	5	5	5	5
	Sig.	0,001 ^(*)				

(*) p<0,05; (a) 1º y 2º con las restantes; (b) 2º y 3º con las restantes; (c) 3º y 4º con las restantes; (d) 5º y 6º con las restantes; (e) 1º a 4º con las restantes; (f) 3º, 5º y 6º con las restantes; (g) 1º, 2º y 4º con las restantes; (h) 2º a 5º con las restantes; (i) 1º con las restantes; (j) 2º a 4º con las restantes.

Tabla 2
Comparación entre cursos (Anova) de la altura ideal y de la altura ideal estimada con el TAIS en sillas,
y comparación por cursos entre la altura real de la aula con la ideal y de la real con la altura estimada con el TAIS en sillas
(prueba T para muestras relacionadas).

Curso	Intervalo edad (años)	Altura real silla en aula (cm)	Altura ideal silla (cm) Rango ideal silla (cm)	Altura ideal con TAIS	Prueba T real - Ideal1 ^(*)		Cohen's d		Prueba T real - Ideal2 TAIS ^(**)		Cohen's d	
					t	p	d	r	t	p	d	r
1º EP n=16	6-7	37,25±1,82	30,84±1,63 ^(a) (28,70±1,51 / 33,03±1,75)	30,76±1,65 ^(a)	10,529	0,001 ^(*)	3,71	0,88	10,510	0,001 ^(*)	3,74	0,88
2º EP n=12	7-8	37,66±2,03	32,33±2,25 ^(a,b) (30,08±2,08 / 34,62±2,42)	32,33±2,2 ^(a,b)	5,412	0,001 ^(*)	2,49	0,78	5,500	0,001 ^(*)	2,51	0,78
3º EP n=12	8-9	40,70±2,92	33,48±1,7 ^(b,c) (31,15±1,59 / 35,85±1,84)	32,28±1,59 ^(b)	8,138	0,001 ^(*)	3,02	0,83	8,234	0,001 ^(*)	3,58	0,87
4º EP n=16	9-10	42,37±1,35	35,33±2,12 ^(c) (32,87±1,97 / 37,83±2,25)	35,40±2,15 ^(c)	11,503	0,001 ^(*)	3,96	0,89	11,082	0,001 ^(*)	3,88	0,89
5º EP n=16	10-11	42,64±1,39	37,60±2,5 ^(d) (34,97±2,34 / 40,21±2,66)	37,63±2,51 ^(d)	8,330	0,001 ^(*)	2,48	0,78	8,388	0,001 ^(*)	2,47	0,78
6º EP n=20	11-12	42,77±1,63	38,31±2,05 ^(d) (35,62±1,91 / 40,97±2,18)	38,23±1,94 ^(d)	8,351	0,001 ^(*)	2,41	0,77	8,834	0,001 ^(*)	2,53	0,78

Anova	F	28,363	33,252	34,890
	g/l	5	5	5
	Sig.	0,000	0,001 ^(*)	0,001 ^(*)

(*) $p < 0,05$; (a) 1º y 2º con las restantes; (b) 2º y 3º con las restantes; (c) 3º y 4º con las restantes; (d) 5º y 6º con las restantes; (e) 4º con las restantes; (*) Ideal1: altura ideal calculada con antropómetro; (**) Ideal2 TAIS: altura ideal calculada con el instrumento TAIS.

Tabla 3

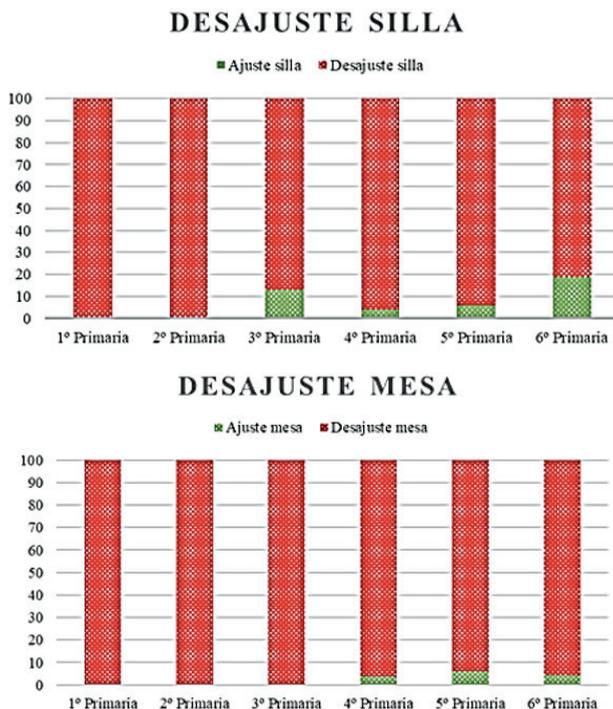
Comparación entre cursos (Anova) de la altura ideal y de la altura ideal estimada con el TAIS en mesas, y comparación por cursos entre la altura real de aula con la ideal y la real con la altura estimada con el TAIS en mesas (prueba T para muestras relacionadas).

Curso	Intervalo edad (años)	Altura real mesa en aula (cm)	Altura ideal mesa (cm) Rango ideal mesa (cm)	Altura ideal con TAIM	Prueba T real - Ideal1 ^(*)		Cohen's d		Prueba T real - Ideal2 TAIM ^(**)		Cohen's d	
					t	p	d	r	t	p	d	r
1º EP n=16	6-7	59,85±1,98	49,95±2,49 ^(a) (45,91±2,51 / 52,18±2,50)	49,06±2,46 ^(a)	12,165	0,001 ^(*)	4,40	0,91	11,975	0,001 ^(*)	4,83	0,92
2º EP n=12	7-8	60,25±2,31	52,30±3,58 ^(b) (48,93±3,54 / 55,65±3,64)	52,20±3,44 ^(b)	6,760	0,001 ^(*)	2,64	0,80	6,947	0,001 ^(*)	2,75	0,81
3º EP n=12	8-9	64,12±3,54	54,11±3,13 ^(b) (50,65±3,05 / 57,57±3,16)	54,08±3,21 ^(b)	6,746	0,001 ^(*)	3,00	0,83	6,775	0,001 ^(*)	2,97	0,83
4º EP n=16	9-10	65,87±0,13	55,35±2,91 ^(b) (51,77±2,77 / 58,93±3,04)	55,18±2,99 ^(b)	14,159	0,001 ^(*)	5,11	0,93	14,317	0,001 ^(*)	5,05	0,93
5º EP n=16	10-11	69,64±2,02	59,67±4,13 ^(c) (55,83±3,86 / 63,52±4,40)	57,65±4,02 ^(c)	9,373	0,001 ^(*)	3,07	0,84	9,546	0,001 ^(*)	3,77	0,88
6º EP n=20	11-12	71,13±1,55	60,73±3,27 ^(c) (56,83±3,10 / 64,63±3,46)	60,75±3,29 ^(c)	10,816	0,001 ^(*)	4,06	0,90	10,656	0,001 ^(*)	4,04	0,90

Anova	F	83,648	30,229	30,947
	g/l	5	5	5
	Sig.	0,000	0,001 ^(*)	0,001 ^(*)

(*) p<0,05; (a) 1º y 2º con las restantes; (b) 2º y 3º con las restantes; (c) 3º y 4º con las restantes; (d) 5º y 6º con las restantes; (e) 4º con las restantes; (*) Ideal1: altura ideal calculada con antropómetro; (**) Ideal2 TAIS: altura ideal calculada con el instrumento TAIS.

Figura 2
Grado de ajuste del mobiliario de primaria por curso.



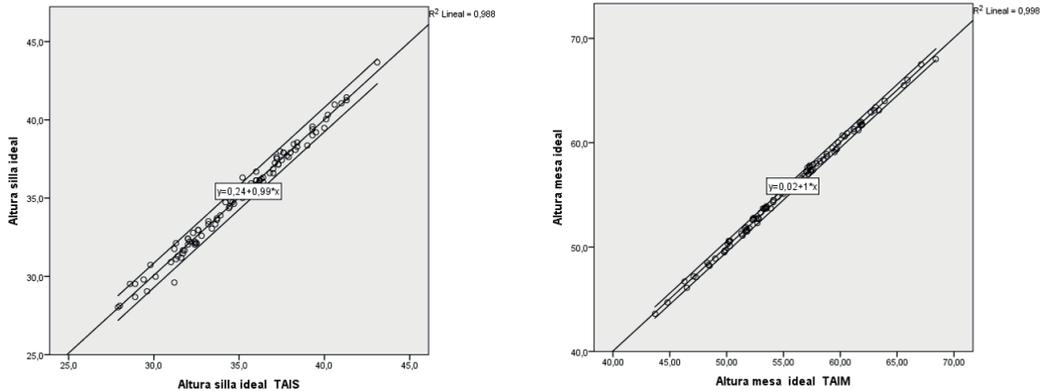
del registro en función del sexo nos indicó que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en ninguna de las variables estudiadas, ni estudiando los datos de forma agrupada ni segmentando el análisis por curso.

El análisis T para muestras relacionadas entre la altura del mobiliario del aula y la altura ideal tras el análisis antropométrico y con el TAIS-TAIM, mostró que existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$) en todas las comparaciones realizadas. El análisis del tamaño del efecto (Cohen's d) indicó que casi todas las diferencias encontradas son grandes ($d > 0,8$), salvo en segundo y sexto curso en la variable de la altura de la silla ideal, que son moderadas ($d = 0,77$; $d = 0,78$)

El análisis correlacional, mostrado en la figura 3, entre la nueva herramienta de medición para calcular tamaño ideal para la silla (TAIS) y de mesa (TAIM) frente al tradicional (con antropómetro) mostró una alta correlación en ambos casos ($r = 0,994$ en silla y $r = 0,99$ en mesa). Analizando el grupo de manera segmentada por curso y sexo, el grado de correlación continuó siendo alto (TAIS 1º a 4º mostró un $r > 0,916$; TAIS varones y mujeres presentó un $r > 0,994$; TAIM 1º a 4º mostró un $r > 0,992$ y TAIM varones y mujeres reflejó un $r > 0,999$). Al utilizar la estatura como método para el cálculo de la talla ideal de mobiliario, a partir de las tallas de la referencia europea, se encontraron errores del 92,4% en sillas y 100% en mesas.

Figura 3

Análisis correlacional entre la altura ideal de la silla calculada con antropómetro y la altura ideal de la silla con el TAIS y análisis correlacional de la altura ideal de la mesa calculada con antropómetro y altura ideal de la mesa con el TAIM.



DISCUSIÓN

Los propósitos de esta investigación fueron determinar el grado de desajuste entre las características antropométricas de la población objeto de estudio y su mobiliario actual, comprobar si las tallas de las normativas europeas y autonómicas son adecuadas a este grupo y validar dos instrumentos que permitan al profesorado asignar de forma fiable el mobiliario escolar en educación primaria.

Los niveles de desajuste encontrados entre el mobiliario y las características antropométricas del estudiantado provocan que el alumnado esté incorrectamente sentado durante muchas horas. Las posturas inadecuadas sostenidas pueden afectar en gran medida a las curvaturas espinales de una columna vertebral que está en desarrollo, tal y como indica la literatura científica⁽¹⁰⁾. Este hecho, sumado a la adquisición de una postura sedente incorrecta que acompañará al alumnado en años posteriores, podría ser una de las causas de la aparición de dolor en edad adolescente y adulta⁽⁷⁾. No se encontraron

diferencias en el desajuste en cuanto al sexo, lo cual podría deberse a que en las edades analizadas aún no se han alcanzado los momentos de desarrollo puberal⁽²⁴⁾.

Al no existir estudios en España sobre esta cuestión, debemos comparar los datos obtenidos con los de otras poblaciones. Este tipo de investigación se ha realizado en países de todos los continentes, existiendo en todos ellos un alto grado de desajuste, producido, en su mayoría, por mobiliario excesivamente alto. En Asia, países como la India⁽²⁵⁾ hallaron un grado de desajuste entre el 90% y el 100% tanto en la silla como la mesa. En otros continentes, como la zona sur de América⁽²⁶⁾ también se observaron altos niveles de desajuste con niveles de 70% en sillas y de más del 95% en mesas. Asimismo, en escolares norteamericanos⁽²⁷⁾, observaron que el alumnado utilizaba una silla inadecuada hasta en el 92% de los casos y empleaba una mesa incorrecta en el 95,1% de las ocasiones. En Europa, con las mismas edades de la población estudiada, encontramos en Grecia unos niveles de desajuste similares al

nuestro, con 98,4% en sillas y 97,8% en mesas⁽⁵⁾. En este mismo país, un estudio posterior determinó desajustes un poco inferiores: 73,4% y 91% respectivamente⁽¹³⁾.

En las últimas décadas se ha producido una evolución en las tallas antropométricas de la población española⁽¹⁶⁾, por lo que en generaciones anteriores los desajustes encontrados serían incluso superiores al actual, lo cual podría ser una de las razones de la alta prevalencia de dolor lumbar en edad infantil⁽⁶⁾. Al analizar el mobiliario del centro estudiado, se pudo observar que algunos muebles que se están utilizando en las aulas tienen más de 30 años y que la última actualización de la referencia autonómica⁽¹⁵⁾ es del año 2007. Investigaciones con población latinoamericana justifican en base a los desajustes encontrados y al incremento en las medidas de la población, la necesidad de actualizar las normas⁽²²⁾. En el presente estudio no se encontraron tallas en el catálogo autonómico que permitan un ajuste adecuado en los primeros cursos de primaria⁽¹⁵⁾, puesto que la talla más pequeña de silla y mesa era excesivamente alta para los primeros cursos. En cambio, el catálogo europeo⁽¹¹⁾, sí que lo permitiría.

Al seguir la propuesta de la referencia europea⁽¹¹⁾, observamos que existen tallas para cubrir las necesidades desde el primero hasta el último curso. Pero, para conseguir un ajuste adecuado y determinar las tallas correctamente, es necesario asignar el mobiliario en base a las dimensiones antropométricas, definidas por el momento de desarrollo de cada estudiante, en lugar de la edad cronológica^(8,25,26). La diversidad de medidas antropométricas en una misma clase provoca que sean necesarias más de una talla por curso para conseguir el ajuste^(5,13,27,28) o utilizar mobiliario regulable^(25,28,29,30).

Respecto a la elección de mobiliario, la referencia europea⁽¹¹⁾ propone que se deben presentar instrucciones para que el alumnado

pueda reconocer la postura adecuada, planteando la utilización de la estatura o la altura poplítea para un correcto ajuste. El método de la estatura es inadecuado por su falta de precisión⁽¹⁷⁾. En nuestra intervención, al comparar la utilización del sistema de la estatura con el basado en las medidas antropométricas, se observó una baja correlación, confirmando que no es una estrategia adecuada. A su vez, la altura poplítea es eficaz en el cálculo de la altura de la silla ideal, pero para la mesa se requieren medidas antropométricas adicionales⁽¹⁷⁾.

En esta situación, surgen intervenciones con el alumnado y el profesorado, partiendo del supuesto de que tengan a su disposición varias tallas de mobiliario para un mismo curso. Existen propuestas que dan al alumnado la oportunidad de elegir entre todos los tamaños existentes, observando que podrían mejorar los porcentajes de coincidencia⁽¹³⁾. En esta misma línea se basa la propuesta de que el alumnado seleccione su silla siguiendo el criterio de autopercepción de comodidad junto con una guía, para probar diferentes tallas hasta tomar la decisión final⁽³¹⁾. Estos dos métodos no son directos y no cumplen los criterios de validez y fiabilidad precisos para seleccionar las alturas de mobiliario⁽²⁸⁾.

La correcta asignación de mobiliario requiere de material, formación y habilidades específicas. En este sentido, el profesorado considera que no tiene la destreza necesaria y que no es su función⁽³⁰⁾, por lo que existe incertidumbre sobre el procedimiento a seguir, así como quién tiene la responsabilidad, lo que podría explicar los altos niveles de desajuste en todos los países donde se llevaron a cabo investigaciones. Además, hay que tener en cuenta que es posible que sea necesario realizar varias mediciones a lo largo del curso, debido al crecimiento del alumnado⁽²⁴⁾.

La recomendación de utilizar datos antropométricos, precisa desarrollar sistemas

sencillos y de fácil utilización⁽¹⁸⁾. Con este objetivo crearon el *Peter lower leg meter*⁽¹⁸⁾ que permite la estimación de la altura poplíteica por parte del profesorado sin necesidad de emplear un antropómetro. Esta propuesta es correcta en su planteamiento, pero no fue sometida a un sistema de validación. Otro aspecto erróneo de este sistema es que, al igual que la referencia europea⁽¹¹⁾, una vez definida la altura poplíteica y determinada la talla de la silla, se pretende asociar al estudiante la misma talla de mesa que su correspondiente en silla. En nuestra intervención, este criterio de asociación fue erróneo en más de la mitad de los casos, ya que se necesitaba una talla de silla y de mesa diferente en base a las fórmulas antropométricas⁽¹⁷⁾. Estos mismos resultados fueron obtenidos en estudios similares⁽²⁹⁾, observando como estudiantes con la misma altura poplíteica, pueden tener una altura de codo y hombro diferente, y que, por tanto, determinan una altura de mesa ideal diferente, lo que requiere combinaciones de tallas diferentes del conjunto silla-mesa.

Las herramientas TAIS y TAIM validadas en este estudio pueden ayudar en la resolución de la problemática sobre la asignación de mobiliario en los centros de educación primaria, aportando una talla que se relaciona con un color acorde a la referencia europea, aplicable tanto a mobiliario fijo como regulable. En este sentido, se propone inventariar los centros con pegatinas de colores para catalogar el mobiliario disponible, lo que facilitaría que el alumnado pueda utilizar el mobiliario apropiado cuando realice cambios de aula al asistir a materias que no se impartan en su aula ordinaria. Se ha demostrado que el método propuesto es un sistema con una alta correlación en el proceso de validación respecto al método de referencia del antropómetro. El TAIS y TAIM permitirán a los centros educativos proporcionar entornos seguros y saludables para sus estudiantes, permitiendo asignar el mobiliario mediante un método simple, no invasivo y válido. A su vez,

es una herramienta sencilla cuyo uso está al alcance de cualquier maestro con unas consignas básicas y, finalmente, tiene en cuenta la determinación de la altura ideal de silla y mesa de forma independiente.

Limitaciones y perspectivas futuras: Al tratarse de un estudio piloto, los resultados hallados se refieren a una muestra pequeña que deberá ser ampliada en el futuro para confirmar la legitimidad de la validación hallada. Del mismo modo, sería pertinente ampliar el proceso de validación del TAIS y TAIM a otras poblaciones, así como a otras etapas educativas como la educación infantil, secundaria, bachillerato o formación adulta.

En futuras investigaciones sería interesante analizar si el profesorado de un centro educativo tiene la destreza necesaria para realizar la correcta asignación del mobiliario mediante los instrumentos TAIS y TAIM validados en este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Delgado JÁG, Lara GV, Torres J del CM, Morales IP. Epidemiología del dolor de espalda bajo. *Investig Medicoquirúrgicas*. 2014;6(1):112-125. Disponible en: <http://www.revciimeq.sld.cu/index.php/imq/article/view/275>. Accessed April 10, 2020.
2. Hestbaek L, Leboeuf-Yde C, Kyvik KO, Manniche C. The course of low back pain from adolescence to adulthood: Eight-year follow-up of 9600 twins. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006;31(4):468-472. doi: 10.1097/01.brs.0000199958.04073.d9
3. Calvo-Muñoz I, Kovacs FM, Roqué M, Fernández IG, Calvo JS. Risk Factors for Low Back Pain in Childhood and Adolescence: A Systematic Review. *Clin J Pain*. 2018;34(5):468-484. doi: 10.1097/AJP.0000000000000558
4. Jeffries LJ, Milanese SF, Grimmer-Somers KA. Epidemiology of adolescent spinal pain: A systematic overview of the

- research literature. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32(23):2630-2637. doi: 10.1097/BRS.0b013e318158d70b
5. Panagiotopoulou G, Christoulas K, Papanicolaou A, Mandroukas K, Papanickolaou A, Mandroukas K. Classroom Furniture Dimensions and Anthropometric Measures in Primary School. *Appl Ergon*. 2004;35(2):121-128. doi: 10.1016/j.apergo.2003.11.002
6. Kovacs FM, Gestoso M, Gil Del Real MT, López J, Muffraggi N, Méndez JI. Risk factors for non-specific low back pain in schoolchildren and their parents: A population based study. *Pain*. 2003;103(3):259-268. doi: 10.1016/S0304-3959(02)00454-2
7. Castellucci HI, Arezes PM, Molenbroek JFM, de Bruin R, Viviani C. The influence of school furniture on students' performance and physical responses: results of a systematic review. *Ergonomics*. 2016;60(1):93-110. doi: 10.1080/00140139.2016.1170889
8. Parcells C, Stommel M, Hubbard RP. Mismatch of classroom furniture and student body dimensions: Empirical findings and health implications. *J Adolesc Heal*. 1999;24(4):265-273. doi: 10.1016/S1054-139X(98)00113-X
9. García-Molina C. Guía de Recomendaciones Para El Diseño Del Mobiliario Ergonómico. Valencia: Instituto biomecánica de Valencia; 1992.
10. Cardon G, De Clercq D, De Bourdeaudhuij I, Breithecker D. Sitting habits in elementary schoolchildren: A traditional versus a "Moving school." *Patient Educ Couns*. 2004;54(2):133-142. doi: 10.1016/S0738-3991(03)00215-5
11. CEN. Furniture - Chairs and Tables for Educational Institutions - Part 1: Functional Dimensions. European Union: CEN (European Committee for Standardization); 2015.
12. Macedo AC, Morais A V., Martins HF, Martins JC, Pais SM, Mayan OS. Match between classroom dimensions and students' anthropometry: Re-equipment according to european educational furniture standard. *Hum Factors*. 2015;57(1):48-60. doi: 10.1177/0018720814533991
13. Gouvali MK, Boudolos K. Match between school furniture dimensions and children's anthropometry. *Appl Ergon*. 2006;37(6):765-773. doi: 10.1016/j.apergo.2005.11.009
14. Quintana Aparicio E, Martín Noguera A, Orejuela Rodríguez J, Romero González J, Sánchez Pedraz L, Díez García R. Estudio del mobiliario escolar en una población infantil. *Fisioterapia*. 2004;26(1):3-12. doi: 10.1016/s0211-5638(04)73077-1
15. Xunta-de-Galicia. Equipamento de centros: catálogos xerais. Consellería de Educación, Universidade e Formación Profesional. <https://www.edu.xunta.gal/portal/node/495>. Published 2017. Accessed March 1, 2021.
16. Sánchez González E, Carrascosa Lezcano A, Fernández García JM, Ferrández Longás A, López De Lara D, López-Siguero JP. Estudios españoles de crecimiento: situación actual, utilidad y recomendaciones de uso. *An Pediatr*. 2011;74(3). doi: 10.1016/j.anpedi.2010.10.005
17. Castellucci HI, Arezes PM, Molenbroek JFM. Applying different equations to evaluate the level of mismatch between students and school furniture. *Appl Ergon*. 2014;45(4):1123-1132. doi: 10.1016/j.apergo.2014.01.012
18. Molenbroek JFM, Kroon-Ramaekers YMT, Snijders CJ. Revision of the design of a standard for the dimensions of school furniture. *Ergonomics*. 2003;46(7):681-694. doi: 10.1080/0014013031000085635
19. Milanese S, Grimmer K. School furniture and the user population: An anthropometric perspective. *Ergonomics*. 2004;47(4):416-426. doi: 10.1080/0014013032000157841
20. Madriz-Quirós C, Ramírez-Coretti A, Serrano R. Estudio antropométrico para el diseño de mobiliario para niños de edad escolar en Costa Rica. *Tecnol en Marcha*. 2008;21(4):17-28. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/221
21. Harriss DJ, Atkinson G. Ethical Standards in Sport and Exercise Science Research: 2016 Update. *Int J Sports Med*. 2015;36:1121-1124. doi: 10.1055/s-0035-1565186

22. Castellucci HI, Arezes PM, Molenbroek JFM, Viviani C. The effect of secular trends in the classroom furniture mismatch: support for continuous update of school furniture standards. *Ergonomics*. 2015;58(3):524-534. doi: 10.1080/00140139.2014.978900
23. ISO. ISO 15535: General Requirements for Establishing Anthropometric Databases. *Int Organ Stand*. 2012.
24. Carrascosa A. Aceleración secular de crecimiento en España. *Estudios Españoles de Crecimiento 2010. Población autóctona y población inmigrante*. *Endocrinol y Nutr*. 2014;61(5):229-233. doi: 10.1016/j.endonu.2014.03.004
25. Agha SR. School furniture match to students' anthropometry in the Gaza Strip. *Ergonomics*. 2010;53(3):344-354. doi: 10.1080/00140130903398366
26. Castellucci HI, Catalán M, Arezes PM, Molenbroek JFM. Evaluation of the match between anthropometric measures and school furniture dimensions in Chile. *Work*. 2016;53(3):585-595. doi: 10.3233/WOR-152233
27. Brewer JM, Davis KG, Dunning KK, Succop PA. Does ergonomic mismatch at school impact pain in school children? *Work*. 2009;34(4):455-464. doi: 10.3233/WOR-2009-0946
28. Lee Y, Yun MH. Evaluation of the guidelines and children's ability to select the anthropometrically recommendable height of school furniture: A case study of Korean primary school children. *Work*. 2019;64(3):427-438. doi: 10.3233/WOR-193005
29. Yanto, Lu CW, Lu JM. Evaluation of the Indonesian National Standard for elementary school furniture based on children's anthropometry. *Appl Ergon*. 2017;62:168-181. doi: 10.1016/j.apergo.2017.03.004
30. Cantin N, Delisle I, Baillargeon M. Reducing Child-Furniture Incompatibility in Primary Schools. *J Occup Ther Sch Early Interv*. 2019;12(2):200-209. doi: 10.1080/19411243.2018.1538843
31. Kane PJ, Pilcher M, Legg SJ. Development of a furniture system to match student needs in New Zealand schools. In: *16th World Congress on Ergonomics*. Maastricht, The Netherlands: Elsevier; 2006:1531-1536.