

Adrián Paramés González, TESIS DOCTORAL, 2022

El mobiliario en los centros educativos: valoración antropométrica e instrumentos de medida

TESIS DOCTORAL

*El mobiliario en los centros
educativos: valoración
antropométrica e instrumentos
de medida*

Adrián Paramés González

2022

Mención internacional

UniversidadeVigo

Escuela Internacional de Doctorado

ADRIÁN PARAMÉS GONZÁLEZ

TESIS DE DOCTODADO

El mobiliario en los centros educativos: valoración
antropométrica e instrumentos de medida

Dirigida por el Doctor: Alfonso Gutiérrez Santiago

2022

“Mención internacional”

Agradecimientos

Me gustaría agradecer a Iván y Alfonso todo vuestro tiempo, trabajo, atención y dedicación.

Sin vosotros este proyecto no hubiera sido posible, gracias por confiar en mí, asesorarme, estar a mi lado en los momentos difíciles y hacerme sentir parte de un equipo.

También quiero agradecer a todas las personas que trabajaron en las investigaciones que forman parte de esta tesis. Así como los centros educativos, alumnado y familias que nos permitieron realizar la toma de datos.

Por último, gracias Anne por creer y acompañarme en este proyecto, tu comprensión y apoyo han sido fundamentales en todo este camino.

Índice

Agradecimientos	5
Índice de tablas	7
Índice de figuras	8
Lista de siglas y abreviaturas	9
Estructura de tesis	11
1. Introducción general	19
1.1. Mismatch of school furniture in health and learning	20
1.2. Regulations on school furniture	22
1.3. European regulations in schools.....	23
1.4. Calculation of ideal chair and desk size	24
1.5. Measuring instruments	25
1.6. Accuracy, reliability and precision of measurement instruments	26
2. Objetivos	28
3. Artículos de investigación	31
3.1. Grado de desajuste entre las características antropométricas y el mobiliario escolar en una muestra de estudiantes españoles de 6-12 años. Estudio piloto.	32
3.2. La validez y fiabilidad de tres instrumentos que se utilizan para asignar el mobiliario escolar.....	46
3.3. La prevención del dolor de espalda mediante la correcta asignación del mobiliario escolar: validación de dos instrumentos.....	64
4. Discusión	84
4.1. Análisis del desajuste del mobiliario escolar respecto la antropometría del estudiantado a nivel internacional	85
4.2. Efectos sobre la salud del desajuste del mobiliario escolar	85
4.3. Análisis del tallaje propuesto por las diferentes normativas	87
4.4. Aplicación de la norma en los centros educativos	88
4.5. Asignación del mobiliario en las escuelas e instrumentos de medición	90
4.6. Validación de instrumentos de medida	93
4.7. Limitaciones, aplicaciones prácticas, futuras líneas de investigación y perspectivas futuras.....	95
5. Conclusiones	100
Bibliografía	103
Anexos	112
Apéndice I: Artículo con aceptación definitiva aún no publicado.	113
Apéndice II: Artículos publicados.....	114

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Análisis descriptivo y prueba ANOVA de los valores antropométricos del alumnado por curso.</i>	39
Tabla 2 <i>Comparación entre cursos (Anova) de la altura real e ideal del mobiliario y comparación por cursos entre la altura real e ideal de las sillas y mesas (prueba T).</i>	40
Tabla 3 <i>Relación de tallas recomendadas para el centro de análisis mediante normativa de la región de Galicia y directrices UE.</i>	42
Table 4 <i>General characteristics of the sample.</i>	56
Table 5 <i>Inter-observer reliability, agreement and precision.</i>	57
Table 6 <i>Intra-observer reliability, agreement and precision.</i>	58
Table 7 <i>Comparison between methods of measurement of reliability, agreement and precision.</i>	59
Tabla 8 <i>Análisis descriptivo y prueba ANOVA de los valores antropométricos del alumnado por curso.</i>	75
Tabla 9 <i>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 del aula con la ideal y de la real con la altura estimada con el TAIS en sillas (prueba T para muestras relacionadas).</i> 76	
Tabla 10 <i>Comparación entre cursos (Anova) de la altura ideal y de la altura ideal estimada con el TAIM en mesas, y comparación por cursos entre la altura real de aula con la ideal y la real con la altura estimada con el TAIM en mesas (prueba T para muestras relacionadas).</i> ..	76

Índice de figuras

Figura 1 Grado de ajuste del mobiliario de primaria por curso.	41
Figura 2 Nivel de ajuste por curso del mobiliario de primaria por catálogo de referencia.	43
Figure 3 <i>Anthropometric measurements, modified by (Castellucci et al. 2014).</i>	53
Figure 4 <i>Bland-Altman plots of the agreement between measurements with tape and anthropometer</i>	59
Figure 5 <i>Bland-Altman plots of the agreement between measurements with segmometer and anthropometer.</i>	60
Figura 6 <i>Herramienta de medición TAIS y TAIM</i>	71
Figura 7 <i>Grado de ajuste del mobiliario de primaria por curso.</i>	77
Figura 8 <i>Análisis correlacional entre la altura ideal de la silla calculada con antropómetro y 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.</i>	78

Lista de siglas y abreviaturas

UE: Unión Europea

Cm: Centímetros

AS: Altura de la silla ideal

AM: Altura de la mesa ideal

CO: Altura codo sentado

PO: Altura poplítea

HO: Altura hombro sentado

EHS: Elbow height sitting

PH: Popliteal height

SHS: Shoulder height sitting

Cos: Coseno

JCR: Journal Citation Reports

3D: Three-dimensional

Anova: Analysis of variance

SPSS: Statistical Package for Social Sciences

EP: Educación Primaria

ISAK: International Society for the Advancement of Kinanthropometry

USA: United States of America

Kg: Kilogramos

Sig: Significatividad

SD: Standard Deviation

N: Number

ICC: Intraclass Correlation Coefficient

SEM: Standard Error of Measurement

TEM: Technical Error of Measurement

D: Difference

TAIS: Test de Altura Ideal de Silla

TAIM: Test de Altura Ideal de Mesa

ISHT: Ideal Seat Height Test

IDHT: Ideal Desk Height Test

PVC: Cloruro de polivinilo

g: Gramos

CAFI: Centro Autonómico de Formación e Innovación

CFR: Centros de Formación e Recursos

Estructura de tesis

La tesis doctoral titulada “El mobiliario en los centros educativos: valoración antropométrica e instrumentos de medida” está compuesta por tres artículos de investigación con aceptación definitiva en revistas pertenecientes al *Journal Citation Reports* (JCR), que utilizan un sistema de revisión por pares de doble ciego:

Prieto-Lage, I., Ayán, C., Alonso-Fernández, D., Paramés-González, A., Argibay-González, J. C., Taboada-Solla, E. M., & Gutiérrez-Santiago, A. (2021). Grado de desajuste entre las características antropométricas y el mobiliario escolar en una muestra de estudiantes españoles de 6 a 12 años: estudio piloto. *Archivos Argentinos de Pediatría*, 119(6), 386-393. <https://doi.org/10.5546/aap.2021.386>

Gutiérrez-Santiago, A., Paramés-González, A., Ayán, C., Diz, J. C., & Prieto-Lage, I. (in press). The accuracy and reliability of three instruments that are used to assign school furniture. *Work: A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation*.
<http://dx.doi.org/10.3233/WOR-211034>

Paramés-González, A., Gutiérrez-Santiago, A., Gutiérrez Santiago, J. A., & Prieto-Lage, I. (2021). La prevención del dolor de espalda mediante la correcta asignación del mobiliario escolar: validación de dos instrumentos. *Revista Española de Salud Pública*, 95(15 septiembre), e1-15. e202109117. Retrieved from https://www.msbs.gob.es/biblioPublic/publicaciones/recursos_propios/resp/revista_cdrom/vol75/indices/VOL95_2021.htm

La tesis se divide en cinco apartados en total. En el primer apartado se realiza una fundamentación teórica sobre el grado de desajuste del mobiliario escolar en las escuelas, revisando las normativas existentes, los procedimientos de medida e instrumentos de medición. A continuación, en el segundo apartado, se establecen los objetivos que se abordarán en cada uno de los trabajos de investigación. Posteriormente, en el tercer apartado, se presentan los artículos que conforman el compendio de la tesis. En el cuarto apartado, tras la exposición de las investigaciones, se efectuará una discusión común a los tres trabajos, definiendo a su vez, las limitaciones, posibles aplicaciones prácticas, limitaciones, futuras líneas de investigación y

perspectivas futuras. Por último, en el apartado quinto, se describen las conclusiones relativas a las investigaciones realizadas.

A partir del trabajo realizado en el artículo que forma parte de esta tesis, sobre la validación de dos instrumentos para determinar el mobiliario ideal en alumnado de educación primaria (Paramés-González, Gutiérrez-Santiago, Gutiérrez Santiago, & Prieto-Lage, 2021), desarrollamos otra línea de investigación de iguales características pero en educación secundaria. Esta última línea ha generado una nueva publicación (Gutiérrez-Santiago, Prieto-Lage, Cancela-Carral, & Paramés-González, 2021), la cual no ha formado parte del compendio porque emplea una muestra de educación secundaria, a diferencia de todas las investigaciones que forman parte de esta tesis que son de educación primaria.

Gutiérrez-Santiago, A., Prieto-Lage, I., Cancela-Carral, J. M., & Paramés-González, A.

(2021). Validation of Two Instruments for the Correct Allocation of School Furniture in Secondary Schools to Prevent Back Pain. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1), 20. <https://doi.org/10.3390/IJERPH19010020>

Durante el proceso de desarrollo de la tesis se han realizado tres comunicaciones en congresos internacionales:

Paramés, A. (18-20 de diciembre de 2019). *Formación de futuros profesores en competencias para el ajuste del mobiliario escolar*. Conferencia en el XIII Congreso Internacional de Educación e Innovación. Granada.

Paramés, A. (10-11 de septiembre de 2020). *Ajuste del mobiliario universitario a la antropometría de su alumnado*. Conferencia en el III Congreso Internacional de innovación e investigación en el ámbito de la Salud. Murcia.

Paramés, A., & Prieto, I. (19-20 de marzo de 2020). *La impresión 3D en el ajuste del mobiliario a la antropometría del alumnado*. Conferencia en el V Congreso Internacional en investigación y didáctica de la Educación Física. Granada.

El trabajo presentado en el último de los congresos fue publicado en una revista no perteneciente al JCR, pero sí indexada en otras bases de datos como: Latindex, Dialnet, MIAR, Google académico, etc.

Paramés-González, A., Prieto-Lage, I., & Gutiérrez-Santiago, A. (2021). 3D printing in fitting furniture to student anthropometry. *ESHPA - Education, Sport, Health and Physical Activity*, 5(2), 76–89. <https://doi.org/http://doi.org/10.5281/zenodo.4228118>

A su vez, a través de la temática de la tesis presentada se ha participado en dos proyectos de innovación educativa en concurrencia competitiva en la Universidade de Vigo, obteniendo una financiación de 1500€ en cada uno de ellos. Estos proyectos han sido posteriormente publicados como capítulos de libros:

Prieto-Lage, I., Gutiérrez-Santiago, A., Ayán, C., Rey-Cao, A., Ramírez, E., Acuña-Trabazo, A., ... Argibay-González, J. C. (2019). Elección do mobiliario escolar axeitado en educación mediante a análise do parámetro antropométrico do alumnado. En *Proxectos de Innovación Educativa Educativa* (pp. 10–17). Pontevedra: Facultade de Ciencias da Educación e do Deporte. Universidade de Vigo.

Prieto-Lage, I., Gutiérrez-Santiago, A., Rey-Cao, A., Acuña-Trabazo, A., Lucato, M., Argibay-González, J. C., ... Paramés-González, A. (2020). Elección de la talla ideal de silla y mesa del alumnado a través de un método simplificado de valoración de las características antropométricas. En *Proxectos de Innovación Educativa* (pp. 58–63). Pontevedra: Facultade de Ciencias da Educación e do Deporte. Universidade de Vigo.

Durante el desarrollo de la tesis se realizó una estancia de tres meses en la Universidade do Minho, en el departamento de Ergonomics & Human Factors, a través de la que se solicita la Mención Internacional. Esta movilidad fue obtenida en régimen de concurrencia competitiva en la 7ª convocatoria del programa Iacobus. Programa de cooperación científica y pedagógica entre las Universidades de la Eurorregión Galicia - Norte de Portugal. Esta estancia de investigación permitió un enriquecimiento en la formación académica y adquisición de conocimientos teóricos, con una aplicación directa en el objeto de estudio de la tesis. Así, se

trabajó con profesionales en el ámbito de la ergonomía, con experiencia y publicaciones científicas en el ajuste antropométrico del mobiliario escolar.

Los trabajos de investigación desarrollados han tenido transcendencia en diferentes medios de comunicación:

Os nenos están mal sentados nas aulas por culpa de cadeiras e mesas inadecuadas. (18 de octubre de 2019). *Pontevedraviva*. Recuperado de: <https://pontevedraviva.com/xeral/58451/ninos-mal-sentados-aulas-culpa-sillas-mesas-inadecuadas/>

Diseñan en Pontevedra un sistema para coñecer a altura ideal de mesas e cadeiras nos centros educativos. (18 de octubre de 2019). *Pontevedraviva*. Recuperado de: <https://pontevedraviva.com/xeral/71612/disenan-sistema-conocer-altura-ideal-mesas-sillas-centros-educativos/>

Formación e ferramentas para que os nenos e as nenas estean ben sentados nas aulas. (18 de octubre de 2019). *Diario da Universidade de Vigo*. Recuperado de: <https://www.uvigo.gal/universidade/comunicacion/duvi/formacion-ferramentas-que-os-nenos-nenas-estean-ben-sentados-aulas>

El mobiliario escolar centra un proyecto de innovación del campus. (20 de octubre de 2019). *La Voz de Galicia*. Recuperado de: https://www.lavozdeg Galicia.es/noticia/vigo/vigo/2019/10/20/mobiliario-escolar-centra-proyecto-innovacion-campus/0003_201910P20C5993.htm

Ciordia, M. (31 de octubre de 2019). Nos últimos dez anos constátase un progresivo aumento de problemas de costas dos escolares. *Pontevedraviva*. Recuperado de: <https://pontevedraviva.com/web/xeral/58753/pontevedraviva-radio-cara-a-cara-ivan-prieto-lage-parametro-antropometrico-mobiliario-escolar/>

Investigadores da UVigo diseñan un sistema para coñecer a altura ideal de mesas e cadeiras nos centros educativos. (27 de enero de 2021). *Diario da Universidade de Vigo*. Recuperado de: <https://www.uvigo.gal/universidade/comunicacion/duvi/investigadores-uvigo-desenan-sistema-conecer-altura-ideal-mesas-cadeiras-centros-educativos>

El 90% de alumnos de primaria usan mesas y sillas de excesiva altura. (28 de enero de 2021). *Atlántico*. Recuperado de: <https://www.atlantico.net/articulo/universidad/90-alumnos-primaria-usan-mesas-sillas-excesiva-altura/20210128010943818707.html>

Penelas, S. (22 de febrero de 2021). Contra el dolor de espalda en el aula, impresión 3D. *Faro de Vigo*. Recuperado de: <https://www.farodevigo.es/gran-vigo/2021/02/22/dolor-espalda-aula-impresion-3d-35245505.html>

Deseñan na UVigo un sistema para calcular a altura ideal das mesas e cadeiras escolares. (17 de marzo de 2021). *Televisión de Galicia*. Recuperado de: <http://www.crtvg.es/tvg/a-carta/telexornal-seran-4876180?t=3162>

Summary

Students in primary education spend many hours sitting at school, so the furniture they use in the classroom will have an impact on their sitting position, which will influence their health and learning. Experts identify back pain as a common illness in primary education, recommending the development of interventions at this stage. There are multiple factors that can cause back pain in school children, but there is evidence that school furniture that is adapted to the anthropometric characteristics can correct posture and reduce pain.

In order to achieve standardization in the sizing of school furniture, the European Union has created a guide with proposed sizes for chairs and desks. Studies on school ergonomics in Europe indicate that these guidelines are not being followed and that there is a high degree of mismatch between the anthropometry of students and the furniture they use. No studies of this type have been carried out in Spain, but when analyzing the school furniture regulations of autonomous communities such as Galicia shows that the sizes do not coincide with the European proposal. Therefore, it is necessary to analyze the degree of adjustment of school furniture and anthropometry of the students, as well as study the sizes proposed by the different current and check which ones best fit the population under study.

In the study about the degree of mismatch, a total of 108 students participated. An expert evaluator took the measurements of the popliteal, shoulder and elbow heights while seated with an anthropometer. The ideal chair and desk height were obtained from this data, which was compared with what was currently used for the students. The following statistical analyses were done: descriptive, t-test, chi-square, ANOVA of one factor and the size of the effect (Cohen's *d*). In the second study, the accuracy and reliability of one expert was evaluated versus two inexperienced examiners (teachers). The measurements were taken with an anthropometer, a segmometer and a measuring tape. The statistical tests conducted were the following: Standard

Error of Measurement, Technical Error of Measurement, Intraclass Correlation Coefficient and the Bland and Altman Plot method. In the third study, anthropometric measurements of 92 students were taken to compare the data with what was obtained by the evaluating instruments. A statistical descriptive analysis was done, t-test, ANOVA of one factor and the size of the effect. In all the studies, the Kolmogorov-Smirnov normality test was applied. The level of significance that was established for all of the studies was $p \leq 0.05$.

The results obtained in the different studies evidenced a high degree of mismatch among the furniture that was used at the time of the measurements being taken and those of which they should use based on their morphological characteristics. In general, the equipment that has been assigned is excessively high, which could be causing health problems and learning difficulties. The regional regulations do not seem to be appropriate for the first years of primary school, since they only adapt to the anthropometric characteristics of students in the fifth and sixth years of primary school. On the other hand, the sizes proposed by the European standards would allow an adjustment based on the characteristics of the population studied.

In order to achieve the adjustment, various sizes of furniture would be necessary in the same class. When correctly assigning this furniture, anthropometric measurements should be used (popliteal height, height of the elbow while seated and height of the shoulder while seated), in order to apply formulas that determine the ideal chair and desk height for the student later on. Thus, the teachers would have to take these measurements by using an anthropometer, an anthropometric measuring instrument that has been recommended. This is a complex situation as it utilizes a difficult instrument; therefore, the accuracy, reliability and precision were analyzed in inexperienced and expert measurers that used an anthropometer and other measuring instruments. Based on the results that were obtained, the inexperienced measurers (teachers) should use simpler instruments such as a measuring tape or a segmometer, instead of anthropometer. To make it easier for the teachers to assign the furniture and to not have to take

anthropometric measurements, two instruments were created, which are named the Ideal Seat Height Test (ISHT) and the Ideal Desk Height Test (IDHT), that offer a high degree of correlation regarding the ideal chair and desk height calculated with the use of an anthropometer. Therefore, they are considered adequate instruments for the primary school teachers.

1. Introducción general

1. General introduction

Students spend around six and a half hours a day at school (Cooper et al., 2015; Janssen et al., 2016) and are seated about 70-90% of the time (Mooses et al., 2017; Ridgers et al., 2012). Because of this, it is fundamental that the school furniture be adapted to their anthropometric characteristics, otherwise they may develop anatomical-functional and learning process disorders (Fidelis, Ogunlade, Adalakun, & Adukwu, 2018; García-Acosta & Lange-Morales, 2007; Milanese & Grimmer, 2004). The study of ergonomics has been used to analyze the mismatch between the anthropometry of the students and the size of furniture in the classroom. If we choose studies with similar ages of the population that was studied, all of the continents show a low percentage of students that actually use furniture that correlates to their anthropometric characteristics (Castellucci, Arezes, Molenbroek, de Bruin, & Viviani, 2016).

1.1. Mismatch of school furniture in health and learning

During the past few years, studies that analyze the effect of furniture mismatch in health and learning have been on the rise. Neck and lower back pain represent the fourth most common disability worldwide, which has a significant impact on the quality of life and costs of 50 trillion dollars in the public health system (Delgado, Lara, Torres, & Morales, 2014). Studies indicate that the presence of this pathology during childhood and adolescence increases the risk of chronicity in adulthood (Hestbaek, Leboeuf-Yde, Kyvik, & Manniche, 2006). This way, back pain is very common in primary education (Calvo-Muñoz, Kovacs, Roqué, Fernández, & Calvo, 2018). The experts indicate that it is important to intervene between the age of six and 12 years with the intention of reducing the occurrence of pain, if the trend continues, there could be a prevalence of back pain at the end of adolescence with rates similar to those of adulthood (Jeffries, Milanese, & Grimmer-Somers, 2007). Previous studies in other countries show that during the primary education stage, the prevalence of lower back pain oscillates between 27% and 55% (Panagiotopoulou et al., 2004). In Spain, there is evidence that show that 51% of boys

and more than 69% of girls have already experienced back pain before the age of 15 (Kovacs et al., 2003).

There are many factors that can influence back pain in schoolchildren (Calvo-Muñoz et al., 2018). The majority of the studies that were analyzed in a systematic review (Castellucci, Arezes, et al., 2016) observed that an adequate adjustment between the furniture dimensions and the anthropometric characteristics of the students would have an impact on improving their posture and would reduce pain. Students spend long periods of time doing activities such as reading and writing, which require the students to be seated for many hours at a time (Savanur, Altekar, & De, 2007; Troussier et al., 1999). When the human body is in this position, 75% of the body weight is supported by a small area under the ischial tuberosities of the pelvis, so the chair alone is insufficient for stabilization, requiring the feet to rest firmly on the floor or another form of support to distribute the weight (Parcells, Stommel, & Hubbard, 1999). If the chair is higher than the popliteal height, the structures along the popliteal space will be compressed (Jeffries et al., 2007). On the other hand, if the chair is significantly lower than the popliteal height, the compression of the gluteus region will be increased (García-Molina, 1992). The student that uses a desk height that is higher than the recommended would have to flex, lift up the arm and raise their shoulders, in which case the posture would produce pain in the shoulder region (Milanese & Grimmer, 2004).

Uncomfortable body postures can make the learning process difficult (Fettweis, Demoulin, & Vanderthommen, 2013; Mura, Vellante, Nardi, Machado, & Carta, 2015). Thus, they can produce a negative influence on school performance (Jeffries et al., 2007), increased fatigue will affect attention span, which is essential for learning (Castellucci, Arezes, et al., 2016). It is important to remember that the mismatch of school furniture forces students to adapt their posture, as it has been shown that bad habits acquired during childhood are very difficult to change in adolescence or adulthood (Cardon, De Clercq, De Bourdeaudhuij, & Breithecker,

2004). Taking into account that the school is an ideal environment where healthy habits can be acquired that can be maintained even throughout adulthood (Wick, Faude, Manes, Zahner, & Donath, 2018), it is necessary to take action to identify what the ideal dimensions of school furniture should be.

1.2. Regulations on school furniture

In order to achieve standardization in the design of school furniture, some countries, such as Chile (INN, 2002), Japan (JIS, 2011) or Korea (KIS, 2015), have published a series of guidelines. Since 2004, the European Union (EU) has established the EN 1729-1 guide (CEN, 2015), which proposes eight sizes for the dimensions of the chair (21, 26, 31, 35, 38, 43, 46, 51 cm) and desk (40, 46, 53, 59, 64, 71, 76, 82 cm), to cover the variability associated with the anthropometry of the students. It seems that these guidelines are not yet being applied, as post-standard research in Europe does not show a decrease in the degree of mismatch in classrooms (Fernandes, Carneiro, Costa, & Braga, 2018; Gouvali & Boudolos, 2006; Macedo et al., 2015; Saarni, Nygård, Kaukiainen, & Rimpelä, 2007).

In Spain, no descriptive studies have yet been carried out to determine the level of adjustment of the furniture with respect to the anthropometry of the students. Only in one study (Quintana Aparicio et al., 2004), were some primary schools analyzed, but without the necessary instruments or measurements to determine the ideal chair and desk. In any case, it seems that European standards have not yet been imposed in our country. This may be because, on one hand, since educational competencies have been transferred, the autonomous communities are free to determine the type of furniture to be used in schools, while, on the other hand, there is a lack of updating regarding the design and measurements that school furniture should have. The difficulty of investing in new furniture due to its high cost may also be one of the reasons for this (Eckelman, Haviarova, Zui, & Gibson, 2001; Motamedzade, 2008). An example of this situation is the case in Galicia, where there is a 2007 catalogue of school

furniture for primary education (Xunta-de-Galicia, 2007) in which, although four chair sizes (36, 40, 44 and 48 cm) and four desk sizes (60, 66, 72 and 78 cm) were recorded, none matched the EU reference report (CEN, 2015).

The European population has different anthropometric characteristics. In Spain's case, different studies that analyze the growth of the population indicate that in the last decades, there have been changes in height without regional differences, with measurements approaching those of other European countries, but remaining below those of some central and northern European nations (Ballester et al., 2015; Sánchez González et al., 2011). The European reference is based on anthropometric data from students in the United Kingdom. Therefore, it is important to know if in the Spanish population, an adequate adjustment with the sizes proposed by the European standard is achieved.

1.3. European regulations in schools

Historically, the allocation of classroom furniture has been by chronological age. Numerous studies have shown that the correct fit is achieved by applying anthropometric dimensions and not by chronological age, due to the high morphological variability among students of the same age (Assiri et al., 2019; Castellucci, Catalán, Arezes, & Molenbroek, 2016; Dhara, Khaspuri, & Sau, 2009; Dianat, Karimi, Asl Hashemi, & Bahrampour, 2013; Ghazilla, 2010; Khaspuri, Sau, & Dhara, 2007; Motamedzade, 2008; Musa, 2011; Parcels et al., 1999). In European legislation (CEN, 2015) eight sizes are established for the dimensions of the desk and chair in order to cover the variability associated with the anthropometry of the student body. This standard proposes to assign furniture based on the height or popliteal height of the student body. The simplest and most objective indicator that the teacher would have to make the assignment would be the height, but there is research that has determined a low efficiency, proving that it is not adequate (Castellucci, Arezes, & Molenbroek, 2014a). Therefore, it is necessary to take anthropometric measurements such as popliteal height, from which the ideal

chair height can be calculated, and additional anthropometric measurements are necessary to determine the ideal desk (Castellucci, Arezes, & Molenbroek, 2014b).

1.4. Calculation of ideal chair and desk size

Over the years, researchers have been concerned with determining an ideal furniture size. Therefore, studies have focused their efforts, on one hand, on indicating which anthropometric measurements are necessary for the calculation of the ideal size and, on the other hand, providing the appropriate formulas to perform this calculation.

Thus, the necessary anthropometric measurements (ISO, 2017) for the calculation of the ideal furniture size for students are the following:

- Shoulder Height Sitting (SHS): vertical distance from the surface on which the subject is sitting to the acromion.
- Elbow Height Sitting (EHS): taken with the elbow flexed at a 90° angle. Vertical distance from the bottom of the tip of the elbow (olecranon) to the surface on which the subject is sitting.
- Popliteal Height (PH): the knee should be in 90° flexion. Vertical distance from the floor to the back surface of the knee (popliteal surface).

From these data, the ideal height of the chair and desk is calculated by applying the following formulas (Castellucci et al., 2014b):

- Seat height (SH): $(PH + 2.5) \cos 30^\circ \leq SH \leq (PH + 2.5) \cos 5^\circ$
- Desk height (DH): $(SH + EHS) \leq DH \leq (SH + EHS * 0.7396 + SHS * 0.2604)$

The degree of mismatch is defined as the incompatibility between the dimensions of the school furniture and the anthropometry of the students. (Castellucci, Arezes, & Molenbroek, 2015). For this purpose, we compare the data of the ideal furniture with the current furniture used by the students in their daily lives (Castellucci et al., 2014a):

- Current Chair Height: vertical distance from the floor to the midpoint of the front edge of the chair surface.
- Current Desk Height: vertical distance from the floor to the top of the front edge of the desk.

1.5. Measuring instruments

The schools that follow the European standard (CEN, 2015) need their teachers to know how to associate this furniture to morphological characteristics, because ignorance can lead to mismatches (Molenbroek, Kroon-Ramaekers, & Snijders, 2003). Thus, there are interventions in which, even with all the sizes from the European reference (Macedo et al., 2015), schools were barely able to improve the degree of adjustment due to lack of knowledge when assigning the furniture. The selection of school furniture for students by their teachers is a complex task (Panagiotopoulou et al., 2004). This requires specific measuring instruments such as the anthropometer (ISO, 2017) and to take the measurements described above in order to apply the formulas for calculating the ideal furniture (Castellucci et al., 2014b). In this reality, it must be taken into account that an anthropometer is an expensive instrument and requires specific training for its proper use (Castellucci, Arezes, & Molenbroek, 2015). In addition, it may be necessary to perform several measurements throughout the school course due to the growth of the students (Carrascosa, 2014). Therefore, it is necessary to look for teacher-friendly strategies (Molenbroek et al., 2003), which allow the allocation of appropriate furniture in schools.

The International Standardization Organization (ISO, 2017) determines that for the body measurements, the anthropometer is the “true value” validation instrument. Different authors have used other devices such as tape measures or segmometers, since they are a low-cost and easy-to-use resource (Bravo, Bragança, Arezes, Molenbroek, & Castellucci, 2018). There is also the possibility of creating specific instruments to perform measurements in the classroom (Molenbroek et al., 2003), but it should be taken into account that the information

provided by anthropometric assessments must be accurate, reliable and precise (Golfashani, 2003), an aspect that has not yet been investigated with these alternative instruments.

1.6. Accuracy, reliability and precision of measurement instruments

In order to assess whether an instrument can be used to make measurements, it is necessary to perform a series of statistical tests and apply the criterion of accuracy, reliability and precision.

Validity allows us to know if an instrument measures what it really wants to measure. This validity is demonstrated when the instrument analyzed is compared with another that measures the same thing and correlates significantly. To perform this analysis, it is necessary to determine the “true value” or accuracy, which is how close a measurement is to the value defined as “truth” (Ulijaszek & Kerr, 1999). Accuracy in anthropometry is related to the “gold standard,” a value used to compare the measurements of novice anthropometrists with expert level anthropometrists (Norton & Olds, 1996). Reliability is defined as the stability of a measurement, such that when a measurer performs several measurements at different times, they obtain similar results (Bruton, Conway, & Holgate, 2000). The reliability criterion is also applied when measurements made by different testers have a good agreement. When analyzing that the measurements are stable over time, we will speak of test-retest reliability if it is a single measurer and inter-rater reliability with different examiners. Precision is a characteristic of the measurer, when using a technique in the measurement of a body dimension, and is an indicator of the skill of an anthropometrist (Viviani et al., 2018).

Regulations governing anthropometric measurements (ISO, 2012), recommend that the people that take the measurements be trained and that they have experience in order to make the anthropometric evaluations. However, in a different context such as a school, where it is not possible to have anthropometric evaluators, it has not been investigated whether teachers, despite being untrained evaluators, can perform measurements that meet the criterion of

accuracy, reliability and precision to be able to follow anthropometric criterion in the allocation of school furniture. In the same way, these criteria should be applied to other measurement instruments to be used alternatively in the classroom.

2. Objetivos

2. Objetivos

El ajuste del mobiliario escolar es un aspecto importante a tener en cuenta en las aulas, por sus efectos en la salud y el aprendizaje. La falta de estudios en ergonomía escolar en nuestro país y comunidad autónoma hacen necesario desarrollar trabajos de investigación en este ámbito. El objetivo principal de la presente tesis doctoral es analizar el mobiliario escolar y establecer métodos de medición válidos para un correcto ajuste en el aula. Para conseguir este objetivo, se desarrollaron tres trabajos de investigación originales, con aceptación definitiva para su publicación en revistas indexadas en el JCR, de acuerdo con los requisitos y normas propuestas por la Universidad de Vigo.

Para conseguir el objetivo principal se desarrollaron una serie de objetivos específicos en cada uno de los trabajos de investigación:

INVESTIGACIÓN I

Grado de desajuste entre las características antropométricas y el mobiliario escolar en una muestra de estudiantes españoles de 6-12 años. Estudio piloto.

Los objetivos de esta investigación fueron analizar la antropometría del alumnado y su mobiliario escolar para conocer el nivel de ajuste existente. Posteriormente, comprobar si el sistema de tallas de la referencia europea se ajusta a la población objeto de estudio. Por último, una vez estudiada la realidad del aula, realizar una propuesta para asignar el mobiliario existente, según las normativa autonómica y europea.

INVESTIGACIÓN II

La validez y fiabilidad de tres instrumentos que se utilizan para asignar el mobiliario escolar.

Los objetivos propuestos en este estudio fueron, en primer lugar, evaluar la validez y la fiabilidad inter e intra-medidor de los métodos de medición con cinta y segmómetro para la recogida de datos antropométricos de escolares. En segundo lugar, estimar las diferencias entre los valores de los antropometristas expertos con los obtenidos por los medidores inexpertos.

INVESTIGACIÓN III

La prevención del dolor de espalda mediante la correcta asignación del mobiliario escolar: validación de dos instrumentos.

En esta tercera investigación, además de comprobar el grado de ajuste entre mobiliario y la antropometría del alumnado pertenecientes a otra escuela, se buscó validar dos instrumentos de medición que permitan al profesorado asignar el mobiliario escolar de forma válida y fiable, sin la necesidad de realizar mediciones antropométricas.

3. Artículos de investigación

3.1. Grado de desajuste entre las características antropométricas y el mobiliario escolar en una muestra de estudiantes españoles de 6-12 años. Estudio piloto.

Degree of mismatch between anthropometric characteristics and school furniture in a sample of Spanish students aged 6-12 years. Pilot study

Iván Prieto-Lage^{a,b}, Carlos Ayán^a, Diego Alonso-Fernández^a, Adrián Paramés-González^{a,b}, Juan Carlos Argibay-González^{a,b}, Emma M. Taboada-Solla^a and Alfonso Gutiérrez-Santiago^{a,b}

^a. School of Education and Sports Sciences. Universidade de Vigo. Pontevedra, Spain.

^b. Observational Research Group.

Referencia:

Prieto-Lage, I., Ayán, C., Alonso-Fernández, D., Paramés-González, A., Argibay-González, J. C., Taboada-Solla, E. M., & Gutiérrez-Santiago, A. (2021). Grado de desajuste entre las características antropométricas y el mobiliario escolar en una muestra de estudiantes españoles de 6 a 12 años: estudio piloto. *Archivos Argentinos de Pediatría*, 119(6), 386-393.

<https://doi.org/10.5546/aap.2021.386>

Resumen

Introducción. El mobiliario escolar influye en la postura sedente que adopta el alumnado en el aula, teniendo efectos en su salud y aprendizaje. Por ello es preciso determinar la existencia de un posible desajuste entre las dimensiones del mobiliario escolar y la antropometría del alumnado. Así como realizar una propuesta de tallas en base a la realidad del aula y las normativas de Galicia y la Unión Europea.

Población y métodos. Un evaluador experto en antropometría realizó las mediciones de peso, talla, altura poplítea, hombro y codo sentado, con un antropómetro. Comparándolas posteriormente con las sillas y mesas utilizadas actualmente. Las técnicas de análisis empleadas fueron: descriptivo (medidas de tendencia central), ANOVA de un factor, prueba t, chi-cuadrado (SPSS) y tamaño del efecto (Cohen's *d*). El nivel de significación establecido fue de $\rho \leq 0,05$.

Resultados. La muestra se compuso de 108 estudiantes españoles de educación primaria (6-12 años). El 91,7 % y el 97,2 % del alumnado emplea, respectivamente, una silla y una mesa que no se ajusta a sus características antropométricas, utilizando mobiliario con tamaño superior al que le corresponde. La normativa de tallas de mobiliario que rige actualmente en la población estudiada no es apropiada, al no tener sillas y mesas adecuadas a los primeros cursos de primaria.

Conclusiones. Existe un alto grado de desajuste entre mobiliario y antropometría del alumnado. Se propone seguir las tallas de la normativa europea, utilizando varias tallas por curso o mobiliario regulable, para adaptarse a las características antropométricas de todo el alumnado.

Palabras clave: educación, ergonomía, antropometría, diseño interior y mobiliario, evaluación de necesidades.

Abstract

Introduction. School furniture affects the sitting position of students in the classroom, as well as their health and learning. Therefore, it is necessary to determine the existence of a potential mismatch between school furniture dimensions and students' anthropometric characteristics, as well as to propose dimensions based on classroom actuality and the regulations in place in both Galicia and the European Union.

Population and methods. An evaluator with experience in anthropometry measured weight, height, popliteal height, sitting shoulder height, and sitting elbow height using an anthropometer and then compared values with the chairs and desks currently used. Analysis techniques were descriptive (measures of central tendency), single-factor analysis of variance, t test, χ^2 test (using the SPSS® software), and effect size (Cohen's d test). The significance level was established at $p \leq 0.05$.

Results. The sample was made up of 108 Spanish children in primary school (aged 6-12 years). Of them, 91.7 % and 97.2 % use a chair and a desk that do not adjust to their anthropometric characteristics and use furniture that is larger than what they need, respectively. The regulations for furniture dimensions currently in place for the studied population are not adequate because the chairs and desks included are not adequate for the first grades of primary school.

Conclusions. There is a high mismatch level between school furniture and students' anthropometric characteristics. We propose the use of the European regulations for furniture dimensions, with varying heights per grade or adjustable furniture that can be adapted to the anthropometric characteristics of all students.

Key words: education, ergonomics, anthropometry, interior design and furniture, needs assessment.

Introducción

El alumnado pasa en torno 6,5 horas al día en los centros escolares (Cooper et al., 2015; Janssen et al., 2016) y están entre un 70-90 % del tiempo sentados (Mooses et al., 2017; Ridgers et al., 2012). Esta situación incrementa el riesgo de padecer problemas musculoesqueléticos a una temprana edad, como dolor de cuello, espalda u hombro, como consecuencia del desajuste que suele existir entre las medidas antropométricas del alumnado y las dimensiones del mobiliario escolar (Castellucci, Arezes, et al., 2016). Por otro lado, el rendimiento académico puede verse igualmente afectado, ya que las posturas corporales incómodas dificultan el aprendizaje (Fettweis et al., 2013; Mura et al., 2015), produciendo un aumento de la fatiga que afectará a la capacidad de atención, fundamental en el proceso de aprendizaje (Castellucci, Arezes, et al., 2016). Teniendo en cuenta que la escuela es un entorno ideal para adquirir hábitos saludables que puedan mantenerse en la edad adulta (Wick et al., 2018), se hace necesario emprender acciones para identificar cuáles deben ser las dimensiones ideales del mobiliario escolar.

Esta situación ha sido solventada en algunos países mediante pautas para la estandarización del diseño del mobiliario escolar, como por ejemplo en Chile (INN., 2002), Japón (JIS, 2011) o Corea (KIS., 2015). Respecto a España, existen unas directrices relativamente recientes emitidas por la Unión Europea (UE) (CEN., 2015), que sin embargo no parecen imponerse todavía. Esto provoca una falta de actualización en lo referente al diseño y medidas que debiera presentar el mobiliario escolar. Un ejemplo de esta situación es el caso de la región de Galicia, que cuenta con un catálogo de mobiliario escolar para Educación Primaria (EP) del año 2007 (Xunta-de-Galicia., 2007) y ninguna talla coincide con el informe de referencia de la UE (CEN., 2015).

Esta investigación tiene un doble objetivo. En primer lugar, determinar la existencia de un posible desajuste entre las dimensiones del mobiliario escolar y las medidas antropométricas

del alumnado (6-12 años). En segundo lugar, establecer una propuesta de distribución del mobiliario en base a la realidad del aula y conforme a la normativa de Galicia y de la UE.

Población y Métodos

Población

Los participantes en este estudio fue alumnado de un centro público de EP situado en una ciudad gallega del noroeste de España, durante el curso académico 2019-20. Se utilizó la técnica de muestreo de conveniencia para facilitar el reclutamiento del estudiantado. Se incluyó en la investigación todo el alumnado entre 6-12 años que presentó el consentimiento informado firmado por los padres/tutores y la autorización del propio alumnado.

Para efectuar la investigación fueron solicitados los permisos pertinentes a la dirección del centro. Todas las familias y el alumnado fueron informados sobre los objetivos del estudio, procedimientos a seguir, la declaración de confidencialidad y los datos de contacto del investigador antes del estudio. En todo momento se respetaron los principios éticos de investigación médica en seres humanos de la Declaración de Helsinki (Harriss & Atkinson, 2015). El estudio fue aprobado por el comité ético perteneciente a la Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte de la Universidade de Vigo con el código 04/1019.

Valoraciones

Para las medidas antropométricas se siguió el procedimiento de otras investigaciones similares (Castellucci, Arezes, et al., 2016). El alumnado fue valorado tomando las medidas en el lado derecho (excepto la estatura y el peso), sentados en una silla de altura ajustable con un asiento de superficie horizontal, las piernas flexionadas en un ángulo de 90° y con los pies totalmente apoyados en un reposapiés ajustable. Durante el proceso de medición, el alumnado estaba descalzo, con pantalón y camiseta corta. Para las mediciones se empleó un antropómetro Cescorf de 60 cm, homologado por ISAK (Sociedad Internacional para el Avance de la

Cineantropometría). A excepción de la estatura que fue medida con un tallímetro Seca transportable 20-205 cm y para el peso se utilizó una báscula Tanita UM-076. Las medidas se realizaron en dos sesiones, fueron registradas en centímetros por un ayudante y todas las mediciones fueron realizadas por un mismo antropometrista. Este hecho permitió minimizar los errores que se producen cuando varios antropometristas realizan las mediciones (Bragança et al., 2018). La precisión y la repetibilidad de las mediciones se lograron mediante la capacitación del antropometrista, certificado con nivel ISAK 3 y experiencia previa en este tipo de valoraciones. Se tomaron un mínimo de dos mediciones de cada parámetro y si los valores hallados variaban entre ellos más de 0,5 cm, se realizó una medida adicional. Se consideraron las siguientes medidas antropométricas para estimar las dimensiones ideales del mobiliario (ISO., 2017):

-Estatura: determinada como la distancia vertical entre el piso y la parte superior de la cabeza, medida con el sujeto erguido y mirando en línea recta (plano de Frankfort).

-Altura hombro sentado (HO): distancia vertical desde la superficie en la que se sienta el sujeto hasta el acromion.

-Altura codo sentado (CO): tomada con el codo flexionado en ángulo de 90°. Distancia vertical desde la parte inferior de la punta del codo (olécranon) hasta la superficie sobre la que se sienta el sujeto.

-Altura poplítea (PO): la rodilla deberá estar en flexión de 90°. Distancia vertical desde el suelo hasta la superficie posterior de la rodilla (superficie poplítea).

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 incompatibilidad entre dimensiones mobiliario actual y antropometría del alumnado, de

acuerdo con las siguientes fórmulas para el cálculo de las medidas ideales (Castellucci et al., 2014b):

- Altura de la silla (AS): $(PO + 2.5) \cos 30^\circ \leq AS \leq (PO + 2.5) \cos 5^\circ$

- Altura de la mesa (AM): $(AS + CO \leq AM \leq (AS + CO * 0.7396 + HO * 0.2604)$

Procedimiento

Se recogieron las medidas de las sillas y mesas que utilizaba el alumnado en su día a día para el posterior análisis y comparación (Castellucci et al., 2014b):

-Altura silla actual: distancia vertical desde el suelo hasta el punto medio del borde delantero de la superficie del asiento.

-Altura mesa actual: distancia vertical desde el suelo hasta la parte superior del borde frontal del escritorio.

Las mediciones antropométricas se repartieron en dos jornadas consecutivas. Las valoraciones se realizaron en horario escolar de 9.00 a 14.00, testándose los cursos de primero, segundo y tercero el primer día y los restantes durante el segundo, durante la primera semana del mes de abril.

Análisis estadístico

Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando IBM- Statistical Package for the Social Sciences, versión 20.0 (IBM-SPSS Inc., Chicago, USA). 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). La prueba Kolmogorov-Smirnov confirmó la normalidad de la muestra. 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 en el caso de variables cuantitativas y un chi cuadrado en el caso de variables cualitativas. Se realizó una comparación de medias mediante la prueba T para muestras relacionadas para observar las diferencias existentes entre los valores ideales y reales del mobiliario. La comparación de variables cualitativas se realizó mediante chi cuadrado. Además, sobre las variables cuantitativas, analizamos el tamaño del efecto mediante Cohen's d ($d < 0,2$ -nulo-, $d = 0,2-0,49$ -pequeño-, $d = 0,5-0,8$ -moderado- y $d > 0,8$ -grande-). En todas las pruebas estadísticas se consideró como nivel de significación $p < 0,05$.

Resultados

Un total de 110 estudiantes (66 niños y 44 niñas) que estaban matriculados en el centro con edades entre 6-12 años fueron invitados a participar, de los cuales dos no recibieron la autorización familiar. La muestra final estuvo conformada por 108 alumnos (edad media: 9,49 años; 52% niños y 48% niñas). Sus características antropométricas, así como la altura del mobiliario escolar registrada se presenta en la tabla 1.

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

Curso	Intervalo edad (años)	Estatura (cm)	Peso (kg)	Altura poplíteica (cm)	Altura codo (cm)	Altura hombro (cm)
1° EP n = 11	6-7	122,1±5,5 ^a	27,2±3,9 ^e	29,3±1,6 ^g	15,0±2,0 ⁱ	40,1±2,6 ^e
2° EP n = 13	7-8	126,6±6,0 ^{ab}	32,3±9,2 ^{ef}	31,3±1,1 ^b	15,5±2,4 ⁱ	42,3±2,9 ^{ej}
3° EP n = 19	8-9	130,3±6,8 ^b	31,2±6,1 ^{ef}	32,6±2,2 ^b	14,5±1,9 ⁱ	42,1±2,7 ^{ej}
4° EP n = 16	9-10	138,9±8,7 ^c	39,7±13,8 ^f	35,7±2,6 ^c	15,4±2,8 ⁱ	44,7±3,8 ⁱ
5° EP n = 21	10-11	143,6±7,5 ^c	39,8±9,4 ^f	36,9±2,0 ^{ch}	16,6±1,6 ^{hi}	47,4±2,7 ^k
6° EP n = 28	11-12	150,1±6,7 ^d	51,5±12,3 ^d	38,5±1,5 ^h	18,2±2,3 ^h	50,1±2,7 ^d
Anova	F	41,66	14,78	60,55	8,34	31,97
	g/l	5	5	5	5	5
	Sig.	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*

Nota. * $p < 0,05$. Relación de significatividad entre cursos académicos: a) 1° y 2° muestra diferencias con restantes; b) 2° y 3° con restantes; c) 4 y 5° con restantes; d) 6° con restantes; e) 1° a 3° con restantes; f) 2° a 5° con restantes; g) 1° con restantes; h) 5° y 6° con restantes; i) 1° a 5° con restantes; j) 2° a 4° con restantes; k) 5° con restantes.

Los resultados mostraron la existencia de diferencias significativas en los registros antropométricos realizados en función del curso ($p < 0,0005$). No se observaron diferencias significativas en base al género en cada curso.

En la tabla 2 se muestra la altura media por curso de silla y mesa que empleaba el alumnado antes de la investigación (altura real), así como la determinada posteriormente como ideal.

Tabla 2 Comparación entre cursos (Anova) de la altura real e ideal del mobiliario y comparación por cursos entre la altura real e ideal de las sillas y mesas (prueba T).

Curso	Edad (años)	Altura real silla (cm)	Altura ideal silla (cm) Rango ideal silla (cm)	Prueba T		Cohen's d		Altura real mesa (cm)	Altura ideal mesa (cm) Rango ideal mesa (cm)	Prueba T		Cohen's d	
				t	p	d	r			t	p	d	r
1º EP n = 11	6-7	37,1±1,8	29,6±1,5 ^a (27,5±1,4 / 31,7±1,6)	9,041	,000*	4,5	0,9	59,7±1,5	47,9±2,5 ^e (44,6±2,4 – 51,1±2,6)	19,127	,000*	5,7	0,9
2º EP n = 13	7-8	37,8±2,0	31,4±1,0 ^b (29,2±0,9 / 33,7±1)	10,069	,000*	4,0	0,9	60,5±2,4	50,4±2,6 ^{b,c} (46,9±2,5 - 53,9±2,7)	11,512	,000*	4,0	0,9
3º EP n = 19	8-9	42,7±2,7	32,7±2,0 ^b (30,4±1,9 / 35,0±2,2)	11,227	,000*	3,8	0,9	64,8±2,9	50,8±3,0 ^b (47,2±2,9 – 54,4±3,2)	13,292	,000*	4,7	0,9
4º EP n = 16	9-10	42,4±1,4	35,6±2,5 ^c (33,1±2,3 / 38,1±2,6)	11,579	,000*	3,4	0,9	66,±0,0	54,8±4,8 ^c (51,0±4,6 / 58,6±4,9)	9,401	,000*	3,3	0,9
5º EP n = 21	10-11	42,9±1,3	36,7±1,8 ^{cd} (34,1±1,7 / 39,3±1,9)	15,214	,000*	3,9	0,9	69,8±1,8	57,4±2,7 ^c (53,4±2,6 / 61,4±2,8)	17,195	,000*	5,4	0,9
6º EP n = 28	11-12	42,5±1,5	38,2±1,4 ^d (35,6±1 / 40,9±1,5)	11,430	,000*	3,4	0,9	71,0±1,4	60,5±3,0 ^f (56,4±2,9 / 64,7±3,0)	18,611	,000*	4,5	0,9
Anova	F		60,55					101,03	42,49				
	g/l		5					5	5				
	Sig.		0,00*					0,00*	0,00*				

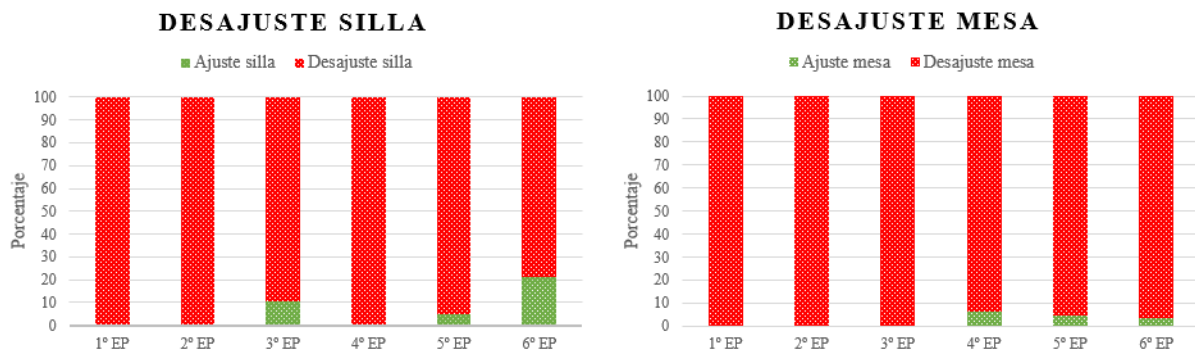
Nota. * $p < 0,05$. Relación de significatividad entre cursos académicos: a) 1º muestra diferencias con restantes; b) 2º y 3º con restantes; c) 4 y 5º con restantes; d) 5º y 6º con restantes; e) 1º y 2º con restantes; f) 6º con restantes. Expresión del tamaño del efecto: d y r , $d < 0,2$ (nulo), $d = 0,2-0,49$ (pequeño), $d = 0,5-0,80$ (moderado) y $d > 0,8$ (grande).

** Para la comprensión de esta tabla informamos que, a pesar de que la menor talla de silla y mesa del catálogo de primaria de Galicia es 36 y 60 cm respectivamente, el centro analizado utilizaba mobiliario de infantil en los primeros cursos. Por tanto, se observan en la tabla valores medios de la altura real del mobiliario del aula cuyo valor es inferior a las tallas menores del catálogo del mobiliario de esta región española.

En la figura 1 se muestra el análisis del desajuste del mobiliario escolar por curso. Los resultados muestran la existencia de desajustes entre las características antropométricas del alumnado y la altura del mobiliario empleado. Se encontró que el 91,7 % y el 97,2 % de los participantes en esta investigación utilizaron una silla y una mesa que no se ajustaba a sus

dimensiones antropométricas respectivamente. El alumnado se sienta en una silla entre dos y ocho cm más grande de lo que le corresponde y usa una mesa entre siete y diez cm más alta de su talla ideal.

Figura 1 Grado de ajuste del mobiliario de primaria por curso.



En relación con las medidas ideales de silla y mesa, así como su correspondiente intervalo mínimo y máximo recomendado, se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes cursos ($p < 0,0005$). No se aprecian diferencias estadísticamente significativas en cuanto al género de los participantes, salvo en segundo curso en la variable altura de la silla ideal ($p = 0,007$). El análisis del tamaño del efecto (Cohen's d) en la altura ideal de la silla nos indica que las diferencias entre ambos grupos son moderadas ($d = 0,74$). El análisis T para muestras relacionadas entre la altura real del mobiliario y la altura ideal tras el análisis antropométrico, muestra que existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0005$) en todas las comparaciones realizadas. El análisis del tamaño del efecto (Cohen's d) indica que todas las diferencias encontradas son grandes ($d > 0,8$).

En la tabla 3 se presenta la propuesta de mobiliario considerada ideal en base a las características antropométricas del alumnado. Para ello, se tuvo en cuenta el catálogo actual de Galicia (Xunta-de-Galicia., 2007) y el documento de referencia de la UE (CEN., 2015).

Tabla 3 Relación de tallas recomendadas para el centro de análisis mediante normativa de la región de Galicia y directrices UE.

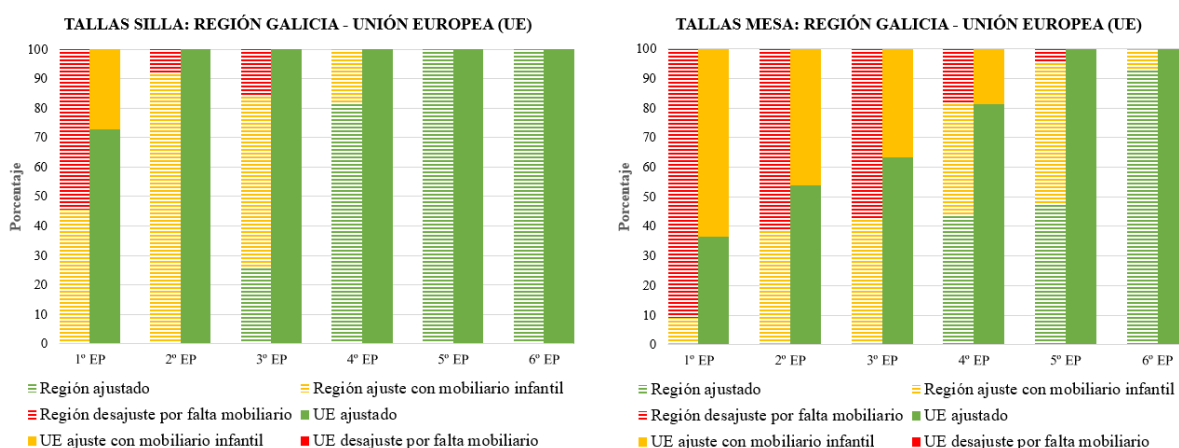
Curso	Talla silla Galicia			Talla silla UE			Talla mesa Galicia			Talla mesa UE		
	Talla	Frec.	Porc.	Talla	Frec.	Porc.	Talla	Frec.	Porc.	Talla	Frec.	Porc.
PRIMERO							M42*	2	18,2			
	S28*	6	54,5	S26	3	27,3	M48*	8	72,7	M46	7	63,6
	S32**	5	45,5	S31	8	72,7	M54**	1	9,1	M53	4	36,4
SEGUNDO	S28*	1	7,7				M48*	8	61,5	M46	6	46,2
	S32**	12	92,3	S31	13	100	M54**	5	38,5	M53	7	53,8
TERCERO	S28*	3	15,8	S31	8	42,1	M48*	11	57,9	M46	7	36,8
	S32**	11	57,9	S35	10	52,6	M54**	8	42,1	M53	12	63,2
	S36	5	26,3	S38	1	5,3						
CUARTO	S32**	3	18,7	S31	2	12,5	M48*	3	18,7	M46	3	18,8
	S36	9	56,3	S35	8	50	M54**	6	37,5	M53	6	37,5
	S40	4	25,0	S38	6	37,5	M60	7	43,8	M59	6	37,5
										M64	1	6,2
QUINTO	S36	17	81,0	S35	11	52,4	M48*	1	4,8	M53	3	14,3
	S40	4	19,0	S38	10	47,6	M54**	10	47,6	M59	15	71,4
							M60	10	47,6	M64	3	14,3
SEXTO	S36	10	35,7	S35	3	10,7	M54**	2	7,1	M53	1	3,6
	S40	18	64,3	S38	23	82,2	M60	20	71,5	M59	18	64,3
				S43	2	7,1	M66	6	21,4	M64	9	32,1
F	19,778			68,667			38,815			13,111		
Sig.	0,000			0,000			0,000			0,004		

Nota. * Propuesta de medida que se recomienda emplear pero que no existe actualmente en la normativa del mobiliario de la región de Galicia (ni en educación infantil, ni en primaria). Se añade la talla 28 y 32 cm en la silla y la de 42, 48 y 54 cm en la mesa siguiendo una lógica secuencial de cambio de tamaño que se podría esperar.

** Talla de catálogo de la región de Galicia recomendada para educación infantil (3-5 años).

En la figura 2 se ilustra el grado de ajuste evidenciado tras la reorganización del mobiliario escolar en el centro de referencia teniendo en cuenta la normativa de la UE y el catálogo de la región.

Figura 2 Nivel de ajuste por curso del mobiliario de primaria por catálogo de referencia.



Discusión

El presente estudio tuvo como objetivo la valoración del grado de ajuste del mobiliario en función de la antropometría del alumnado, así como la realización de una propuesta de tallas según la realidad del aula y las normativas de Galicia y la UE.

Las valoraciones realizadas evidenciaron la existencia de un desajuste entre las características antropométricas del alumnado y la altura del mobiliario escolar, siendo excesivamente elevado el porcentaje que se sienta en una silla y emplea una mesa demasiado alta. Estos desajustes pueden provocar trastornos anatómico-funcionales, problemas en el proceso de aprendizaje y están en la línea de lo reportado en estudios de diferentes continentes (Castellucci, Arezes, et al., 2016). En Norteamérica observaron que el alumnado utilizaba una silla inadecuada hasta en el 92 % de los casos y una mesa incorrecta en el 95,1 % de las ocasiones (Brewer, Davis, Dunning, & Succop, 2009). Desajustes elevados se han observado también en poblaciones asiáticas (Parvez, Parvin, Shahriar, & Kibria, 2018), con un 92,5 % en sillas y 100 % en mesas. En Sudamérica escuelas chilenas encontraron que más del 70 % del alumnado utilizaba un silla incorrecta y en un 100 % de los casos la altura de la mesa era errónea (Castellucci, Catalán, et al., 2016), también Perú informó de altos niveles de desajuste (Manrique-Olivares & Quispe-Montoya, 2016). En Europa, trabajos en el norte de Portugal (Macedo et al., 2015), informan de niveles de desajuste del 96 % en sillas y un 76 % en mesas.

En relación a las normativas en España no existe una regulación estatal, por lo que debe seguir las directrices de la UE (CEN., 2015), sin embargo, esta norma no se está siguiendo. Esto puede ser debido a que, por un lado, al estar las competencias educativas transferidas, existe libertad por parte de las regiones del estado para determinar el tipo de mobiliario a utilizar en las escuelas. A su vez, los resultados del estudio muestran que estas administraciones no están siguiendo un criterio antropométrico en las tallas propuestas, existiendo una falta de actualización en lo referente al diseño y medidas que debiera presentar el mobiliario escolar, ya que la norma vigente de Galicia es del 2007. La dificultad de abordar una inversión en nuevo mobiliario por su elevado coste también puede ser uno de los motivos (Cantin, Delisle, & Baillargeon, 2019; Da Silva, Coutinho, Da Costa Eulálio, & Soares, 2012). Los resultados obtenidos indican que la población objeto de estudio debería seguir las tallas del catálogo de la UE (CEN., 2015), el cual permite adecuar tanto las sillas como las mesas a las características de todo el alumnado. Así, serían necesarias cinco tallas para sillas (26, 31, 35, 38 y 43) y cuatro tallas para las mesas (46, 53, 59 y 64). Con el catálogo actual de la región de Galicia (Xunta-de-Galicia., 2007), solo es posible el ajuste total en 5º y 6º EP (10-12 años). En el resto de los cursos, se tendría que recurrir a mobiliario no destinado a EP. Como caso más destacable, señalar que la totalidad del alumnado de 1º EP utiliza mobiliario inadecuado. Si a 1º EP le asignáramos el mobiliario destinado por normativa a educación infantil, podríamos ajustar tan solo al 45,5 % del alumnado en la silla y al 9,1 % en la mesa. El alumnado restante no encontraría en las tallas de la normativa de mobiliario de Galicia una silla y mesa acorde a sus características antropométricas. Si el centro dispusiera de muebles según la normativa de la UE, sí podría hacer una distribución apropiada a la totalidad del estudiantado.

A su vez, se observaron diferencias estadísticamente significativas respecto a las tallas de silla y mesa que debe emplear el alumnado por curso, por lo que no se puede determinar una única talla por curso o edad, sino más bien establecer una propuesta de tamaño de mobiliario

por nivel madurativo. Estos hallazgos coinciden con las conclusiones de otras investigaciones (Lee & Yun, 2019; Macedo et al., 2015) y evidencian la variabilidad de dimensiones antropométricas del alumnado de primaria, siendo necesaria tanto en silla como en mesa, entre dos y tres tallas diferentes en cada curso o mobiliario regulable (Cantin et al., 2019; Yanto, Lu, & Lu, 2017).

Limitaciones

Existen ciertas debilidades metodológicas, como el reducido tamaño muestral, perteneciente a un único colegio público, o los análisis comparativos entre los diferentes grupos (al ser pequeños), tanto al analizar los diferentes cursos como el sexo de los participantes. Por tanto, deben ser tenidas en cuenta, pues limitan la interpretación y transferencia de los resultados presentados, al no ser una muestra representativa de toda la región. Tampoco se utilizó ningún instrumento que permitiera detectar dolencias musculo-esqueléticas. Sin embargo, los hallazgos podrían ser un indicador de un problema similar en este y otros países, siendo necesario realizar estudios con un número más grande de alumnado.

Conclusiones

Existe un desajuste entre las características antropométricas del alumnado y las medidas del mobiliario escolar, siendo elevado el porcentaje de estudiantado que se sienta en una silla y emplea una mesa demasiado grande.

El catálogo de tallas regional que se está utilizando en la actualidad es inadecuado, al no seguir el criterio de ajuste antropométrico. En cambio, las tallas indicadas en el catálogo europeo se adaptan correctamente a la muestra de referencia, siendo necesario utilizar varias tallas por curso o mobiliario regulable, para adaptarse a las características antropométricas de todo el alumnado.

3.2. La validez y fiabilidad de tres instrumentos que se utilizan para asignar el mobiliario escolar.

The accuracy and reliability of three instruments that are used to assign school furniture.

Gutiérrez-Santiago, Alfonso^a; Paramés-González, Adrián^a; Ayán, Carlos^b; Diz, José Carlos^b; Prieto-Lage, Iván^a

^aObservational Research Group, Faculty of Education and Sport,
University of Vigo (Spain)

^bWell-Move Research Group, Faculty of Education and Sport, University
of Vigo (Spain)

Reference:

Gutiérrez-Santiago, A., Paramés-González, A., Ayán, C., Diz, J. C., & Prieto-Lage, I. (in press). The accuracy and reliability of three instruments that are used to assign school furniture. *Work: A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation*. <http://dx.doi.org/10.3233/WOR-211034>

Resumen

Antecedentes. Los alumnos pasan un elevado número de horas sentados en la escuela. Para encontrar el ajuste correcto entre el mobiliario escolar y las características antropométricas, son necesarios conocimientos y herramientas específicas.

Objetivo. El objetivo del estudio es evaluar la validez y fiabilidad de los medidores con diferentes instrumentos, así como contrastar las diferencias entre los valores que obtuvieron los distintos examinadores.

Métodos. Las mediciones fueron realizadas de forma independiente por un examinador experto y dos profesores de escuela inexpertos. Utilizaron una cinta métrica, un segmómetro y un antropómetro para las diferentes mediciones antropométricas. Las pruebas estadísticas realizadas fueron: Prueba de Kolmogorov-Smirnov, Coeficiente de Correlación Intraclase, Método de Bland y Altman, Error Estándar de Medición, Error Técnico de Medición y TEM relativo con un nivel de significación de $p \leq 0,05$.

Resultados. Un total de 108 estudiantes ($8,87 \pm 1,67$ años; 40,7 % niñas) participaron en el estudio. Los medidores no expertos tuvieron una buena validez y fiabilidad, pero superaron con creces los porcentajes de error del experto, obteniendo los peores resultados en la medición del hombro. El instrumento con menor afinidad entre los medidores no expertos fue el antropómetro.

Conclusiones. Para la asignación de mobiliario en los colegios, los expertos deben seguir utilizando el antropómetro. Los medidores inexpertos pueden utilizar instrumentos más accesibles en el ámbito escolar como la cinta métrica y el segmómetro.

Palabras clave: estudiantes, antropometría, mediciones

Abstract

Background. Students spend a high number of hours being seated while at school. In order to find the correct adjustment between school furniture and the anthropometric characteristics, specific knowledge and tools are necessary.

Objective. The objective of the study is to evaluate the accuracy and reliability of the measurers with different instruments, as well as contrast the differences between the values that were obtained by the different examiners.

Methods. Measurements were taken independently by one expert examiner and two inexperienced teachers from the school. They used a measuring tape, a segmometer and an anthropometer for the anthropometric measurements. The statistical tests conducted: Kolmogorov-Smirnov test, Intraclass Correlation Coefficient, Bland and Altman method, Standard Error of Measurement, Technical Error of Measurement and relative TEM with a level of significance of $p \leq 0.05$.

Results. A total of 108 students (8.87 ± 1.67 years; 40.7 % girls) participated in the study. The non-expert measurers had good accuracy and reliability, but they far exceeded the error percentages of the expert, obtaining the worst results in the shoulder measurement. The instrument with the lowest affinity between the inexperienced measurers was the anthropometer.

Conclusions. In order to assign furniture in the schools, the experts should continue using the anthropometer. The inexperienced measurers can use more accessible instruments in the school environment such as a measuring tape and segmometer.

Keywords: students, anthropometry, measurements

Introduction

School is the largest workplace of all. During school, children spend prolonged periods of time seated, which is a situation that could have a negative impact on sitting habits (Parcells et al., 1999). This could also influence students' physical response (Castellucci, Arezes, et al., 2016) due to the existence of a possible mismatch between the body dimensions and the classroom furniture. At the same time, academic performance may be affected (Fettweis et al., 2013; Mura et al., 2015), since uncomfortable body postures can increase fatigue that affect the attention span and the learning process (Castellucci, Arezes, et al., 2016). Consequently, research in ergonomics has led to a heightened interest in investigating mismatches between students and classroom furniture dimensions, showing a low percentage of students who use furniture according to their anthropometric characteristics (Castellucci, Arezes, & Viviani, 2010; Fernandes et al., 2018; Gouvali & Boudolos, 2006; Macedo et al., 2015; Saarni et al., 2007).

One key procedure that must be carried out in this kind of investigation is the performance of several anthropometric measurements related to the students' body dimensions (Castellucci et al., 2014b). The information provided by these assessments must be valid and reliable for scientific purposes (Golfashani, 2003). Validity determines whether the research instrument truly measures that which it was intended to measure. Validity can be demonstrated by showing that the instrument correlates significantly with another one that measures the same constructs. There are studies (Bragança et al., 2018) that utilize the scanner as a measuring instrument, but due to its high cost, it is difficult to implement it massively in schools. In the field of school children and ergonomics, the anthropometer is considered to be the recommended instrument (true value) (ISO., 2017). However, authors can be tempted to use other devices such as measuring tapes or segmometers, since they are a low cost and easy-to-use resource (Bravo et al., 2018). Consequently, it is important to identify the accuracy of these

measurement tools when they are used for assessing students' body dimensions for ergonomic purposes.

In order to meet this goal, a true value must be determined. True value or accuracy refers to the closeness of the measurements to a standard value accepted as the "truth". In anthropometry, accuracy is related to the "gold standard," which is used to compare the results of novice anthropometrists to expert anthropometrists (Viviani et al., 2018).

Reliability refers to consistency or stability of measurement. A test is reliable when it demonstrates that test scores are stable over time (test-retest reliability) and with different examiners (inter-rater reliability). This means that those measurements taken by the same measurer at different times yield similar results, and also that there should be good agreement between measurements taken by different investigators. In spite of the importance of this psychometric property, in anthropometric studies focused on school children, reliability is often overlooked (Bravo et al., 2018). In this regard, in order to guarantee the quality of the data recorded in this kind of investigation, it has been recommended that anthropometric evaluators should be trained and experienced (ISO., 2012). Nevertheless, there is a lack of information regarding to which extent untrained measurers can provide valid and reliable data when performing anthropometric measures used for ergonomic purposes involving school students.

Similarly, insufficient research has been carried out regarding the precision resulted from performing repeated measurements in anthropometrics. Precision is a characteristic of a specific measurer executing a specific measurement technique on any body's dimension, and it is considered as the most basic indicator of an anthropometrist's expertise or ability (Viviani et al., 2018).

In the light of all this, this study has a two-fold objective. Firstly, it aims at assessing the accuracy, inter and intra-rater reliability of the tape measurement and segmometer methods for collecting anthropometric data of school children related to ergonomics. A secondary goal

is to estimate the differences between the expert anthropometrists values (considered as "true" or reference value) with those obtained by new measurers.

Material and methods

In this section we describe the subjects and examiners who participated in the study, the equipment used, the anthropometric measurements taken, and the procedures and statistical methods employed in the present investigation.

Subjects

Of a total of 112 students registered in the same urban primary school (1th to 6th grades) in northern Spain, 108 students were invited to participate (96.43 %). We discarded four repeating students in 6th grade. Those students who did not show any medical problem that could affect the completion of the proposed measurement tests were deemed eligible for the study. Informed written consent was obtained from the school principal as well as from the parents of the children who agreed to participate in the study. The protocol of the research was approved by the Local Ethics Committee with the code 04/1019, and the study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki (Harriss & Atkinson, 2015).

Examiners

The measurements were taken independently by three examiners: two school teachers, inexperienced examiners in the measurement protocol and an expert examiner with level 3 ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry).

Equipment

A digital scale (Tefal PP1200VO, Barcelona, Spain), portable stadimeter (Seca 225, Hamburg, Germany) measuring tape, segmometer and anthropometer (Cescorf of 60 cm, Porto Alegre, Brazil, approved by ISAK) were used for the purpose of this study.

Anthropometric Measurements

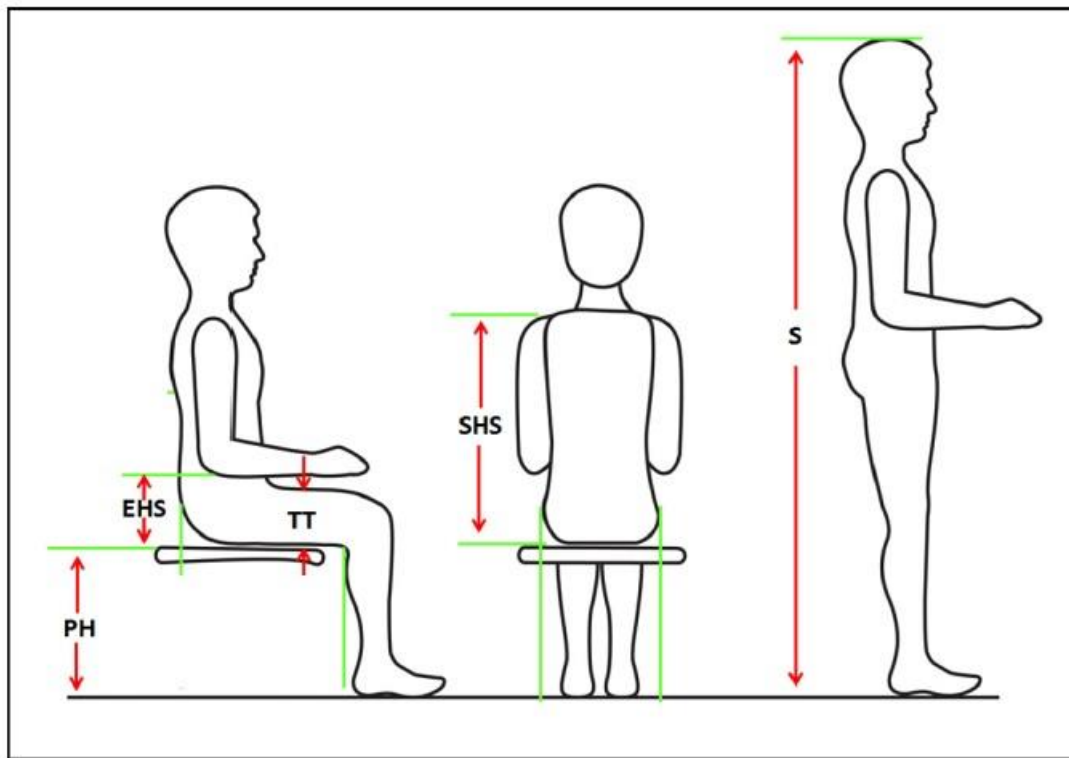
In the present study, we used anthropometric data that allowed the ideal chair and table height to be calculated based on the formulas proposed in previous studies (Castellucci, Arezes, et al., 2016). The anthropometric measures described below were considered (ISO., 2017):

- Stature (S). Determined as vertical distance between the floor and the top of the head, and measured with the subject erect and looking straight ahead (Frankfort plane).
- Shoulder height sitting (SHS). Vertical distance from subject's seated surface to the acromion.
- Elbow height sitting (EHS). Taken with a 90° angle elbow flexion, as the vertical distance from the bottom of the tip of the elbow (olecranon) to the subject's seated surface.
- Popliteal height (PH). Measured with 90° knee flexion, as the vertical distance from the floor or footrest and the posterior surface of the knee (popliteal surface).
- Thigh thickness (TT). The vertical distance from the highest uncompressed point of the thigh to the subject's seated surface.

Procedures

The anthropometric measurements were collected from the right side of the subjects, while they were sitting in an erect position on a height-adjustable chair with a horizontal surface, with their legs flexed at a 90° angle, and with their feet flat on the floor. During the measurement process, the children were wearing lightweight clothing and no shoes (Castellucci et al., 2014b). All tests were carried out in groups of 23 children per day during break time in the school gymnasium. The measurements were taken during the school timetable from 9:00 to 14:00 during the month of December of 2019.

Figure 3 Anthropometric measurements, modified by (Castellucci et al. 2014).



Each child was independently and consecutively evaluated by the three examiners. The experienced examiner showed the school teachers how to use the measurement devices an hour before the assessments took place.

Each examiner performed all the anthropometric measurements (with the exception of height and weight, which was only assessed once by the experienced tester) by using the measuring tape. Then, all measurements were taken for a second time using the segmometer. For determining inter-tester reliability, a complete evaluation was considered when the child was assessed first by one of the school teachers (non-expert examiner 1), then by the experienced examiner and finally by the second school teacher (non-expert examiner 2), during the same session. For identifying intra-tester reliability, all children underwent two complete evaluations, with a 15-day interval between them. For the purpose of determining the accuracy of the measuring tape and the caliber, all three examiners performed the anthropometric

measurements using the anthropometer, which was done during the week interspersed between the first and the second evaluations.

Statistical methods

We represent data as mean \pm standard deviation (SD), after assessing normal distribution with the Kolmogorov-Smirnov test and qualitative variables as n (%).

We analyzed the data in three steps. First, we made an intra-observer analysis, comparing the two measurements performed by every observer with the tape and the segmometer for the four distances measured (SHS, EHS, TT and PH).

In the second step, for the inter-observer analysis, we used the mean value of the two measurements obtained by every observer with the measuring tape and the segmometer, and the single measurement obtained with the anthropometer. We compared the mean values of every inexpert observer with the expert.

In the third step, we performed an inter-methods analysis, comparing the results obtained with the measuring tape and the segmometer with those of the anthropometer. In this analysis, we used the mean values of all the measurements obtained by the three observers with every method.

For the three above-mentioned steps, we analyzed reliability with the intraclass correlation coefficient (ICC), using a two-way mixed model and absolute agreement type, calculating 95 % confidence intervals of ICC.

For the analysis of agreement, we calculated the limits of agreement (as the average difference \pm 1.96 standard deviation of the difference) and the repeatability coefficient (1.96 standard deviation of the difference) with the Bland and Altman method (Bland & Altman, 1999). As an additional measurement of agreement, we calculated the standard error of measurement (SEM) with the formula (de Vet, Terwee, Knol, & Bouter, 2006):

$$SEM = SD \sqrt{(1 - ICC)} \quad [1]$$

(ICC: Intraclass correlation coefficient, SD: Standard deviation)

We analyzed precision with the Technical Error of Measurement (TEM) (Bragança et al., 2018), with the formula:

$$TEM = \sqrt{\frac{\sum D^2}{2N}} \quad [2]$$

(D: difference between the two measurements; N: sample size.)

As there are relevant differences among the size of the four distances measured, we also calculated the relative TEM (%TEM) to allow comparisons, with the formula (Ulijaszek & Kerr, 1999):

$$\%TEM = \frac{TEM}{mean} \times 100 \quad [3]$$

(Mean: mean of the measurements)

Not all of the measurements that are necessary in school ergonomics are considered by ISAK. Determining acceptable differences can result in being complex and on some occasions due to the characteristics of the population or age (Norton & Olds, 1996; Sicotte, Ledoux, Zunzunegui, Ag Aboubacrine, & Nguyen, 2010). For this reason, % TEM was calculated. On account of the measurements taken, the literature advises values less than 2% in % TEM in non-expert measurers (Norton & Olds, 1996).

All statistical analyses were done with the Statistical Package for the Social Sciences Software, version 20.0® (IBM-SPSS Inc., Chicago, USA) and Office 365 EXCEL spreadsheet (Microsoft Corp., Redmon, Washington, USA).

Results

All the participants that agreed to take part in the study completed all of the measurements. Thus, the final sample comprised 108 children (mean age: 8.87 ± 1.67 years; 40.7 % girls). Their characteristics are shown in Table 4.

Table 4 *General characteristics of the sample.*

		n	%	X	SD
Sex	Male	64	59.26		
	Female	44	40.74		
	Total	108	100.00		
Age (ys)				8.87	1.67
School grade	1	11	10.19		
	2	16	14.81		
	3	19	17.59		
	4	16	14.81		
	5	22	20.37		
	6	24	22.22		
Stature (cm)				138.00	11.99

Accuracy is shown in Table 5. Differences in the measurements performed by both non-expert examiners and the experienced examiner ranged from -0.01 cm to -1.53 cm. Inter-rater reliability was excellent in almost all of the measurements taken, except for EHS (ICC: 0.752-0.835) and TT (ICC: 0.882-0.930). According to the measurements taken by the inexperienced examiners, % TEM ranged from 1.35 (SHS) to 9.41 (TT). The instrument with the lowest affinity was the anthropometer between the non-expert measurers with higher values both in %TEM (2.34-6.72), and SEM (0.54-1.16).

Table 5 Inter-observer reliability, agreement and precision.

		Dif (3rd-1st or 2nd)		ICC	SEM		TEM	% TEM	
		X	SD		CI 95 % Inf	CI 95 % Sup			
Non-expert 1									
<i>Tape</i>	SHS	0.36	1.00	0.972	0.959	0.981	0.71	0.75	1.65
	EHS	-0.82	1.28	0.822	0.750	0.875	0.91	1.07	6.65
	TT	1.23	0.84	0.891	0.845	0.925	0.59	1.05	9.41
	PH	-1.53	0.98	0.963	0.947	0.975	0.69	1.28	3.65
<i>Segmometer</i>	SHS	0.30	1.08	0.969	0.955	0.979	0.77	0.79	1.74
	EHS	-0.47	1.27	0.832	0.763	0.882	0.90	0.96	5.96
	TT	0.92	0.90	0.882	0.832	0.918	0.64	0.91	8.24
	PH	-1.20	1.09	0.955	0.935	0.969	0.76	1.14	3.24
<i>Anthropometer</i>	SHS	0.57	1.42	0.946	0.922	0.963	1.01	1.08	2.38
	EHS	-0.08	1.52	0.752	0.657	0.824	1.07	1.07	6.58
	TT	0.11	0.85	0.918	0.883	0.944	0.60	0.60	5.31
	PH	-0.47	1.21	0.943	0.917	0.961	0.86	0.92	2.61
Non-expert 2									
<i>Tape</i>	SHS	-0.16	0.97	0.976	0.965	0.983	0.68	0.69	1.52
	EHS	-0.56	1.30	0.825	0.754	0.877	0.92	1.00	6.19
	TT	0.50	0.77	0.920	0.885	0.945	0.55	0.65	5.81
	PH	0.04	0.79	0.978	0.968	0.985	0.56	0.56	1.59
<i>Segmometer.</i>	SHS	-0.01	0.87	0.980	0.972	0.987	0.62	0.61	1.35
	EHS	-0.72	1.25	0.835	0.768	0.885	0.88	1.02	6.35
	TT	0.33	0.72	0.922	0.889	0.946	0.51	0.56	5.08
	PH	0.10	0.89	0.972	0.960	0.981	0.63	0.63	1.79
<i>Anthropometer.</i>	SHS	0.23	1.64	0.930	0.899	0.951	1.16	1.17	2.58
	EHS	0.06	1.55	0.766	0.676	0.834	1.09	1.09	6.72
	TT	0.59	0.77	0.930	0.899	0.952	0.54	0.69	6.04
	PH	0.05	1.17	0.949	0.927	0.965	0.83	0.82	2.34

Nota. Dif (3rd-1st or 2nd): Difference between the mean of expert measurements and the means of non-experts 1 or 2. There is a single Anthropometer measurement for the three examiners
 CI 95 %: Confidence interval for ICC (inferior or superior)

Test-retest reliability, Table 6, was excellent regardless of the examiner and the measurements taken, except for EHS (ICC: 0.694-0.901) and TT (ICC: 0.815-0.94). Test-retest showed that the lowest SEM values were obtained by the trained examiner for every assessment carried out.

Table 6 Intra-observer reliability, agreement and precision.

		Dif (2nd-1st)		ICC	SEM		TEM	% TEM	
		X	SD		CI 95 % Inf	CI 95 % Sup			
Non-expert 1									
<i>Tape</i>	SHS	0.76	1.56	0.917	0.881	0.943	1.22	1.22	2.71
	EHS	0.70	1.67	0.700	0.589	0.784	1.25	1.27	7.72
	TT	-0.47	0.98	0.815	0.741	0.870	0.76	0.77	7.29
	PH	0.16	0.98	0.961	0.944	0.973	0.70	0.70	1.93
<i>Segmometer</i>	SHS	0.83	1.55	0.923	0.889	0.946	1.23	1.24	2.75
	EHS	1.06	1.59	0.694	0.582	0.780	1.31	1.35	8.37
	TT	-0.42	0.97	0.851	0.789	0.896	0.74	0.74	7.07
	PH	0.39	1.00	0.952	0.931	0.967	0.75	0.75	2.10
Non-expert 2									
<i>Tape</i>	SHS	0.42	1.27	0.957	0.937	0.970	0.94	0.94	2.07
	EHS	0.48	1.59	0.761	0.669	0.830	1.16	1.17	7.18
	TT	0.50	0.94	0.867	0.812	0.907	0.74	0.75	6.63
	PH	0.23	1.26	0.945	0.921	0.962	0.91	0.90	2.61
<i>Segmometer</i>	SHS	0.34	1.64	0.933	0.903	0.953	1.17	1.18	2.60
	EHS	0.18	1.65	0.755	0.661	0.826	1.16	1.17	7.12
	TT	0.14	0.80	0.902	0.860	0.932	0.57	0.57	5.17
	PH	0.33	1.71	0.898	0.854	0.929	1.23	1.23	3.54
Expert									
<i>Tape</i>	SHS	-0.09	0.89	0.979	0.969	0.985	0.63	0.63	1.39
	EHS	0.17	1.11	0.874	0.821	0.912	0.79	0.79	5.04
	TT	-0.26	0.72	0.923	0.890	0.947	0.53	0.54	4.56
	PH	-0.01	1.08	0.959	0.941	0.972	0.76	0.76	2.19
<i>Segmometer</i>	SHS	-0.26	0.81	0.981	0.972	0.987	0.60	0.60	1.32
	EHS	0.03	0.99	0.901	0.858	0.931	0.69	0.69	4.44
	TT	-0.21	0.62	0.940	0.914	0.959	0.46	0.46	4.05
	PH	0.10	0.97	0.968	0.954	0.978	0.69	0.69	1.97

Nota. Dif (3rd-1st or 2nd): Difference between the mean of expert measurements and the means of non-experts 1 or 2. There is a single Anthropometer measurement for the three examiners
 CI 95 %: Confidence interval for ICC (inferior or superior)

Differences obtained between the first and the second measurement indicated that precision was mostly high regardless of the instrument used, with only one assessment showing values above 1 cm (EHS). The analyzed data indicated that the experimented examiner was more precise in each of the measurements taken.

Table 7 shows the results obtained when comparing the data registered by the measuring tape and the segmometer with that registered by the anthropometer. Differences ranged from -0.01 cm to 0.16 cm and from 0.01 cm to 0.32 cm, respectively. Figures 3 and 4 show information regarding the level of agreement observed.

Table 7 Comparison between methods of measurement of reliability, agreement and precision.

		Dif (Anthro - Tape or Segmo)		ICC	CI 95 %		SEM	TEM	% TEM
		X	SD		Inf	Sup			
		<i>Tape</i>	SHS	-0.01	0.84	0.981	0.972	0.987	0.59
	EHS	0.11	0.87	0.913	0.875	0.940	0.61	0.61	3.78
	TT	0.16	0.63	0.946	0.922	0.963	0.45	0.46	4.04
	PH	-0.04	0.65	0.984	0.977	0.989	0.34	0.46	1.30
<i>Segmometer</i>	SHS	0.06	0.80	0.983	0.975	0.988	0.57	0.57	1.25
	EHS	0.22	0.85	0.917	0.880	0.942	0.60	0.62	3.81
	TT	0.32	0.63	0.946	0.921	0.963	0.44	0.50	4.39
	PH	0.01	0.72	0.980	0.970	0.986	0.38	0.51	1.45

Nota. Dif (Anthro - Tape or Segmo): Difference between the mean measurements with Anthropometer and the means measurements with Tape or Segmometer, for the three examiners.

CI 95 %: Confidence interval for ICC (inferior or superior)

Figure 4 Bland-Altman plots of the agreement between measurements with tape and anthropometer

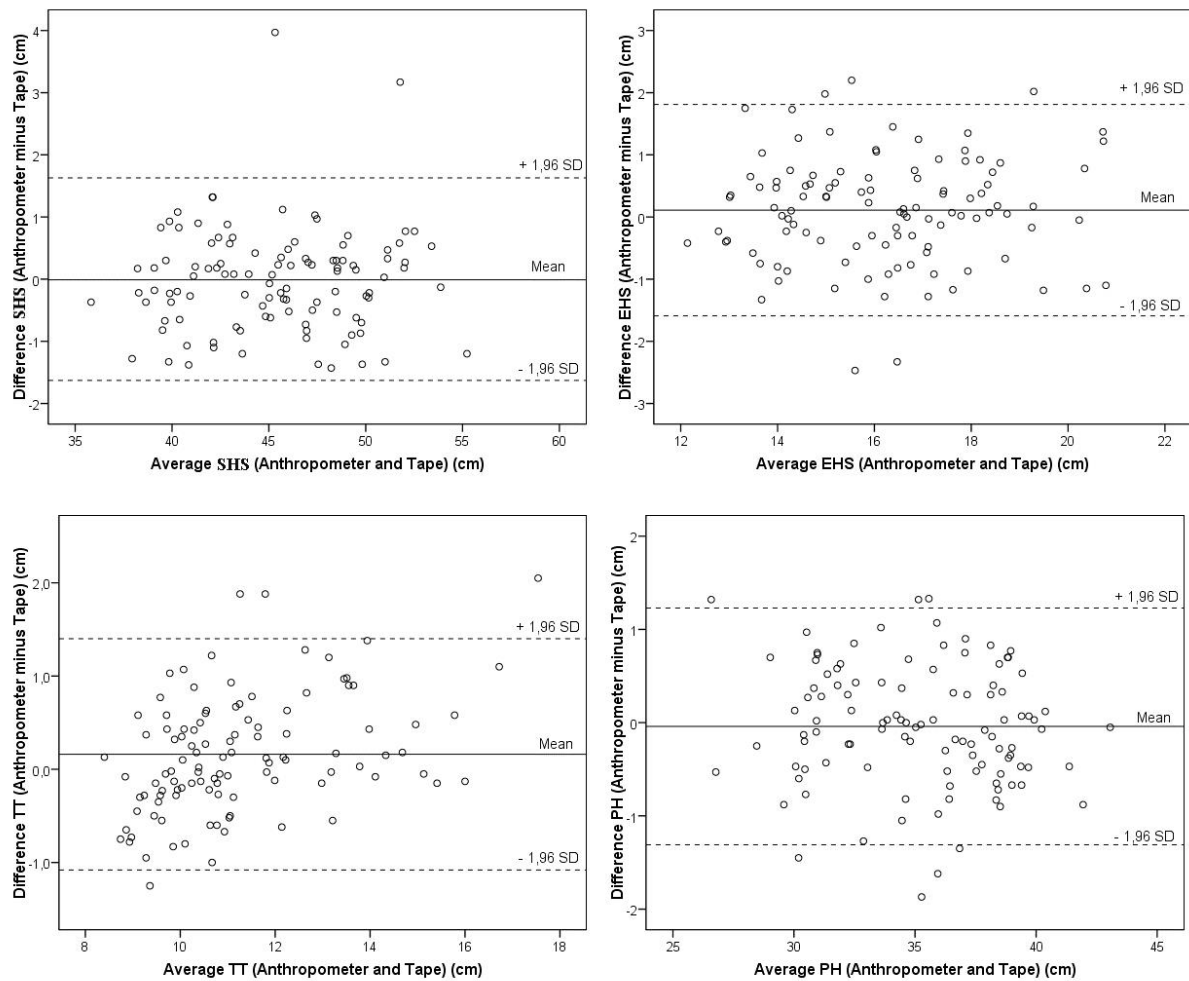
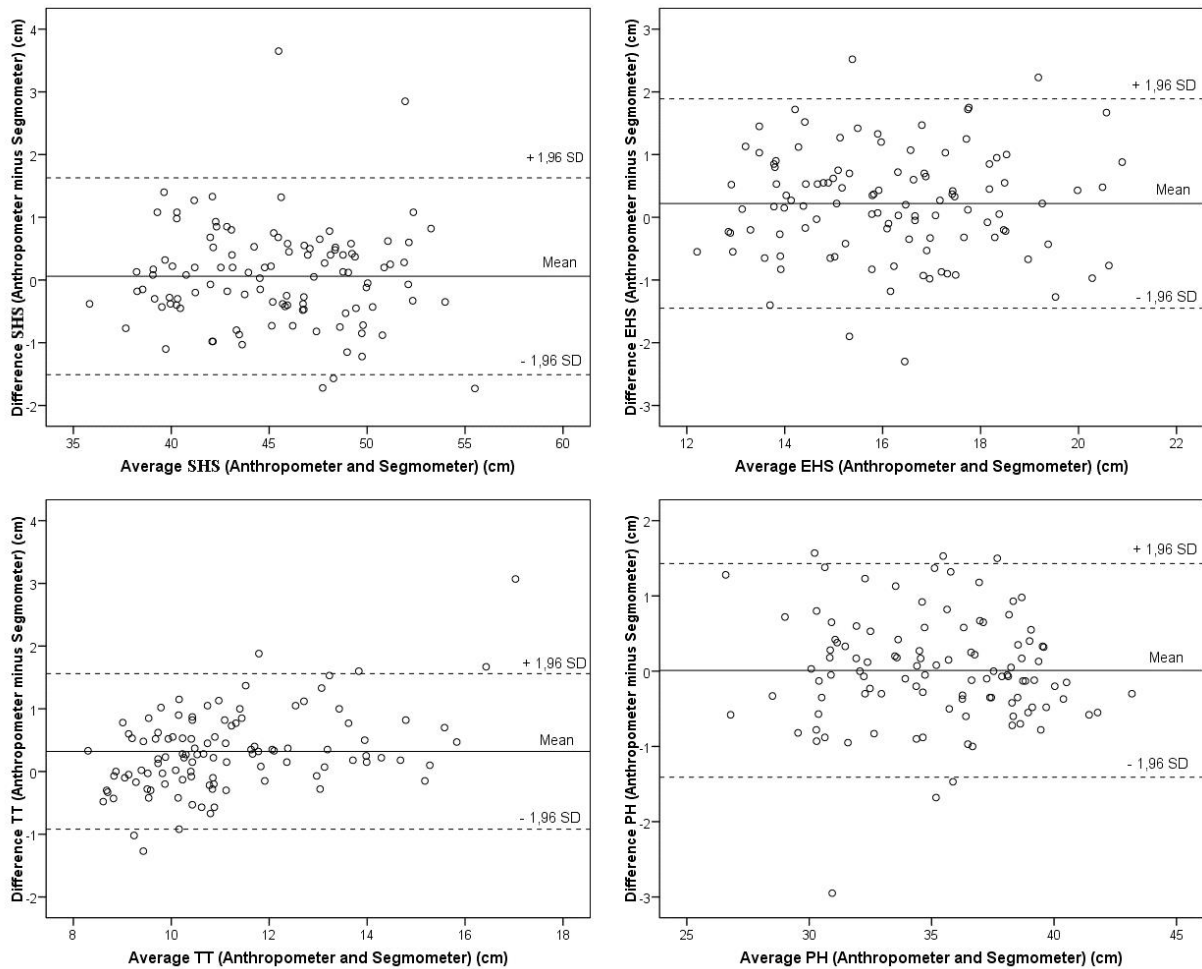


Figure 5 Bland-Altman plots of the agreement between measurements with segmometer and anthropometer.



Discussion

The objective of this study was to evaluate the accuracy and reliability of the measurers with different instruments, so as to contrast the differences between the values of the expert anthropometrist with those obtained by non-experts.

The ISAK uses TEM as an evaluation index for the accreditation of new anthropometrists (Perini, de Oliveira, dos Santos Ornellas, & Palha de Oliveira, 2005), but it does not consider the same measurements that are usually applied in the field of school ergonomics such as SHS or TT (Castellucci, Arezes, & Molenbroek, 2015). While comparing the results of % TEM between the expert anthropometrist and the inexperienced teachers, we

observed that the non-experts had good accuracy and reliability, but they greatly exceeded the error rates of the expert.

In the analysis of accuracy, the measurements EHS and TT recorded the highest % TEM out of all the instruments that can be observed. This is due to the fact that they are more complex measurements from an anthropometric point of view due to the difficulty in locating points of reference on the body or maintaining postures while the measurement is being taken (Dianat, Molenbroek, & Castellucci, 2018). This way, for TT, it is necessary to detect the highest point of muscle and for EHS; they should look for the optimal position of the back and the angle of 90° of the elbow before taking the measurement.

However, SHS and PH appear to be the simplest, with SHS being the most reliable. In general, the anthropometer is the instrument that produces the highest degree of error among the non-expert measurers, being that EHS is the measurement with the lowest affinity. It is observed that the percentage of TEM and SEM of the anthropometer produces the highest error out of all of the measurements. There are studies that indicate that the inaccuracy of the measurements taken with a measuring tape are probably less than those that were taken with sliding scales, such as anthropometers (Ulijaszek & Kerr, 1999) In our case, non-expert measurers could make more mistakes with a more complex instrument such as an anthropometer.

When it comes to anthropometric measurements of the students, there is a variety of instruments in the bibliography (Bravo et al., 2018). The anthropometer is the recommended instrument (ISO., 2017), but because it is a costly instrument, which requires specific training for its use (Castellucci, Arezes, & Molenbroek, 2015), it is recommended to use a simple system that is easy for teachers to apply (Molenbroek et al., 2003). This study has delved into accessible instruments for schools such as the measuring tape and the segmometer.

The test and retest reliability between meters was excellent, with the expert once again showing the highest reliability, with higher levels of ICC and lower levels of SEM. In contrast, the inexperienced examiners far outweigh the expert's values. The TT and EHS measurements were also the ones with the lowest reliability, the latter having the worst results. This could be explained by variations in the position of the student's back and elbow between one measurement and another (Dianat et al., 2018). The inexperienced observers do not agree on the instrument that has the most reliability of measurement. In terms of precision, the non-expert measurers were very accurate, but the expert was the one with the highest precision. The EHS and TT measurements presented the highest differences, with the expert obtaining the best results. Therefore, these measures are consolidated as the most complicated to carry out without correct training.

Comparison of the measurements made by the three measurers with measuring tape and segmometer, versus those recorded with an anthropometer, showed very small differences. This is due to the fact that the three instruments have a recognized validity, with the expectation that the measurements between them will be similar. Therefore, the instrument will not mark differences between expert and inexperienced measurers, and there are acceptable differences between the anthropometer and the other two instruments.

For the measures analyzed when assigning the ideal furniture in schools, the experts should continue to use the anthropometer. Inexperienced meters can use instruments that are more accessible in their use and cost in the school environment, such as the measuring tape and the segmometer. The degree of error that they obtained is acceptable as it is within the adequate range between the different sizes of the furniture. Taking into account the values required in the formulas, the non-expert measurers were within a 2 % margin of error in popliteal height (PH), a measurement required to calculate chair height. For the calculation of the ideal desk height, in two (SHS, SH) of the three required measurements obtained a %TEM of around 2 %.

In the third measurement (EHS), the error was higher, therefore, it is advisable to pay more attention and perform the measurement several times. Regarding TT, the other value with the highest degree of error, it could be discarded as it is not a necessary parameter in the formulas for calculating the ideal table and chair height (Castellucci et al., 2014b):

- Seat height (SH): $(PH + 2.5) \cos 30^\circ \leq SH \leq (PH + 2.5) \cos 5^\circ$
- Desk height (DH): $(SH + EHS \leq DH \leq (SH + EHS * 0.7396 + SHS * 0.2604)$

Limitations

The inexperienced measurers, despite having no experience taking measurements with the instruments and the research protocol, they were graduates in Physical Activity and Sports Sciences, with knowledge in biomechanics and anthropometry. It is possible that the results obtained would have been different if the non-expert measurers were Primary Education teachers without specific training in anatomy. The study participants belonged to the same educational center, so the sample size is limited to the students of the selected center. It has not been possible to carry out analyzes by age groups, as there is not a sufficient sample in each grade, so the data have been presented as a whole.

Conclusions

The most reliable instrument for the expert is the anthropometer. In the case of inexperienced measurers, the anthropometer is not adequate, since more errors are produced than simple instruments, which achieve an acceptable range for adjusting the furniture. In primary schools, teachers with knowledge of anthropometry could assign the furniture with some efficiency, using accessible instruments such as a measuring tape or segmometer. It is recommended that Physical Education teachers carry out the measurements in primary schools due to their greater knowledge of aspects of anatomy and biomechanics.

3.3. La prevención del dolor de espalda mediante la correcta asignación del mobiliario escolar: validación de dos instrumentos.

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

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

⁽¹⁾ Observational Research Group. Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte. Universidade de Vigo (España).

Referencia:

Paramés-González, A., Gutiérrez-Santiago, A., Gutiérrez Santiago, J. A., & Prieto-Lage, I. (2021). La prevención del dolor de espalda mediante la correcta asignación del mobiliario escolar: validación de dos instrumentos. *Revista Española de Salud Pública*, 95(15 septiembre), e1-15. e202109117. Retrieved from https://www.mscbs.gob.es/biblioPublic/publicaciones/recursos_propios/resp/revista_cdrom/vol75/indices/VOL95_2021.htm

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 $\rho < 0,05$.

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 necesitan tallas de silla y mesa diferente. El análisis correlacional de los instrumentos a validar muestra 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.

Summary

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 need different chair and table sizes. The correlational analysis of the instruments to be validated shows 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 (Delgado et al., 2014). Los estudios indican que la presencia de esta patología durante la infancia y adolescencia aumenta el riesgo de cronicidad en la edad adulta (Hestbaek et al., 2006). En este sentido, el dolor de espalda es muy común en educación primaria (Calvo-Muñoz et al., 2018). Los expertos indican que es importante intervenir en las edades de seis 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 (Jeffries et al., 2007). 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 % (Panagiotopoulou et al., 2004). 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 (Kovacs et al., 2003), incidiendo de manera negativa en el rendimiento escolar (Jeffries et al., 2007).

Existen múltiples factores que pueden influir en el dolor de espalda de los escolares (Calvo-Muñoz et al., 2018). La mayoría de los estudios que se analizaron en una revisión sistemática (Castellucci, Arezes, et al., 2016) 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 de sentado. 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 (Parcells et al., 1999). En el caso de que la silla sea más alta que la altura poplítea, se comprimirán las estructuras a lo largo del espacio poplíteo

(Jeffries et al., 2007). Por otra parte, si la silla es significativamente más baja que la altura poplítea, aumentará la compresión en la región del glúteo (García-Molina, 1992). 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 (García-Molina, 1992).

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 (Cardon et al., 2004). 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 (CEN., 2015). En Europa se han efectuado diversos estudios sobre antropometría y grado de concordancia del mobiliario escolar, concluyendo que existe un alto índice de desajuste (Gouvali & Boudolos, 2006; Macedo et al., 2015; Panagiotopoulou et al., 2004). En cuanto a la valoración de la referencia europea (CEN., 2015), tan solo una investigación (Macedo et al., 2015) 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 (Quintana Aparicio et al., 2004). Al no existir una norma propia, España debería seguir la referencia europea (CEN., 2015), 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 (Xunta-de-Galicia., 2007), ninguna de las cuales coinciden con la norma europea (CEN., 2015). 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 (Sánchez González et al., 2011). 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 (Macedo et al., 2015), 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 (CEN., 2015) propone efectuar el proceso de asignación del mobiliario en base a la estatura o la altura pobléa. Existen estudios que indican que estos métodos no son precisos y que se necesitan medidas adicionales (Castellucci et al., 2014b), 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 (Molenbroek et al., 2003).

Por todo ello, los objetivos de esta investigación son determinar el grado de desajuste en el mobiliario de educación primaria, comprobar si las tallas de la normativa europea (CEN., 2015) son 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 fue 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 (ver figura 6). Ambas herramientas han sido diseñadas siguiendo las medidas propuestas por la referencia europea (CEN., 2015). 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 (Castellucci et al., 2014b).

Figura 6 Herramienta de medición TAIS y TAIM



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 poplítea (Parcells et al., 1999). Para diseñar el instrumento se partió del Peter lower leg meter (Molenbroek et al., 2003), una estrategia que facilita la medición de la altura poplítea. 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 poplítea 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 indicará 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 (Milanese & Grimmer, 2004; Parcells et al., 1999) consiguiendo que el brazo esté vertical y el antebrazo horizontal, formando ángulo recto en el codo (Madriz-Quirós, Ramírez-Coretti, & Serrano, 2008). 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 empleaba siempre la misma aula, utilizando en todo momento la misma mesa y silla. Las tallas del mobiliario eran las que corresponden al catálogo de la administración educativa regional (Xunta-de-Galicia., 2007), 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 (Harriss & Atkinson, 2015). El estudio fue aprobado por el comité ético perteneciente a la Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte de la Universidade 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 (Castellucci, Arezes, Molenbroek, & Viviani, 2015). 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 (ISO., 2012). 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 (Macedo et al., 2015).

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 (Castellucci et al., 2014b):

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

- 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, USA). La prueba de Kolmogorov-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 $\rho < 0,05$.

Resultados

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

Tabla 8 *Análisis descriptivo y prueba ANOVA de los valores antropométricos del alumnado por curso.*

Curso	Intervalo edad (años)	Estatura (cm)	Peso (kg)	Altura poplíteica (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 ^{ab}	29,94±5,09 ^e	28,92±2,42 ^{ab}	14,10±2,20 ^{gh}	41,15±2,28 ^j
3º EP n = 12	8-9	129,83±6,14 ^{bc}	35,54±8,62 ^{ef}	30,15±1,84 ^{bc}	14,66±2,30 ^{fh}	42,53±2,52 ^j
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 ^{gh}	42,61±2,21 ^j
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 ^{fh}	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 ^{fg}	47,17±2,73 ^d
Anova	F	39,367	9,252	33,249	7,680	27,278
	g/l	5	5	5	5	5
	Sig.	0,001*	0,001*	0,001*	0,001*	0,001*

Nota. * $\rho < 0,05$; 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.

Los datos analizados evidencian la existencia de diferencias significativas respecto a los registros antropométricos en función del curso al que pertenecían el alumnado ($\rho < 0,05$) en todas las variables analizadas. El análisis intergrupar efectuado nos muestra la existencia de diversos subgrupos dentro de cada variable que se relacionan 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 9 y 10 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).

Tabla 9 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 del 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		Cohen's d		Prueba T		Cohen's d	
					real – ideal1*		d		real – Ideal2 TAIS**		d	
					t	p	d	r	t	p	d	r
1° 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
2° EP n = 12	7-8	37,66±2,03	32,33±2,25 ^{ab} (30,08±2,08 / 34,62±2,42)	32,33±2,25 ^{ab}	5,412	0,001*	2,49	0,78	5,500	0,001*	2,51	0,78
3° EP n = 12	8-9	40,70±2,92	33,48±1,7 ^{bc} (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
4° 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
5° 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
6° 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*	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota. * $p < 0,05$; a) 1° y 2° con las restantes; b) 2° y 3° con las restantes; c) 3° y 4° con las restantes; d) 5° y 6° con las restantes; e) 4° con las restantes.

*Ideal1: altura ideal calculada con antropómetro.

**Ideal2 TAIS: altura ideal calculada con el instrumento TAIS.

Tabla 10 Comparación entre cursos (Anova) de la altura ideal y de la altura ideal estimada con el TAIM en mesas, y comparación por cursos entre la altura real de aula con la ideal y la real con la altura estimada con el TAIM 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		Cohen's d		Prueba T		Cohen's d	
					real – ideal1		d		real – ideal2 TAIM**		d	
					t	p	d	r	t	p	d	r
1° 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
2° 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
3° 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
4° 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
5° 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
6° 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*	-	-	-	-	-	-	-	-

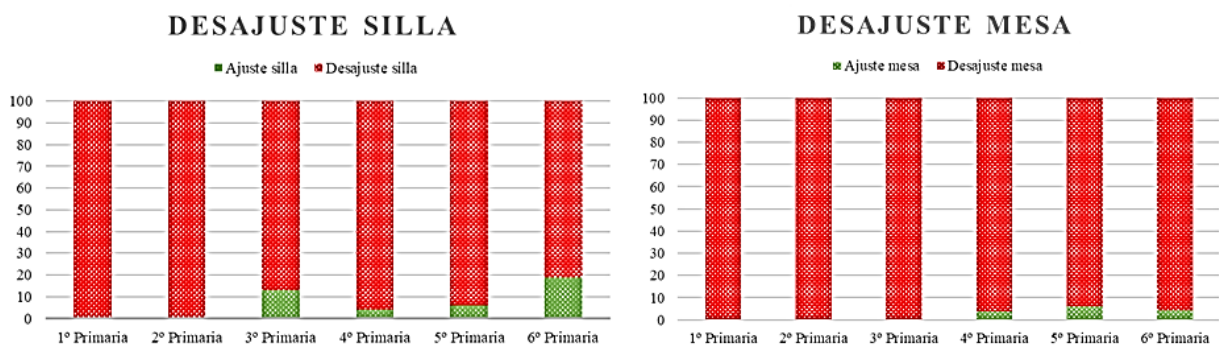
Nota. * $p < 0,05$; a) 1° con las restantes; b) 2° a 4° con las restantes; c) 5° y 6° con las restantes.

*Ideal1: altura ideal calculada con antropómetro.

**Ideal2 TAIM: altura ideal calculada con el instrumento TAIM.

El análisis del desajuste del mobiliario escolar (figura 7) 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 eran 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 10 más 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 %.

Figura 7 Grado de ajuste del mobiliario de primaria por curso.

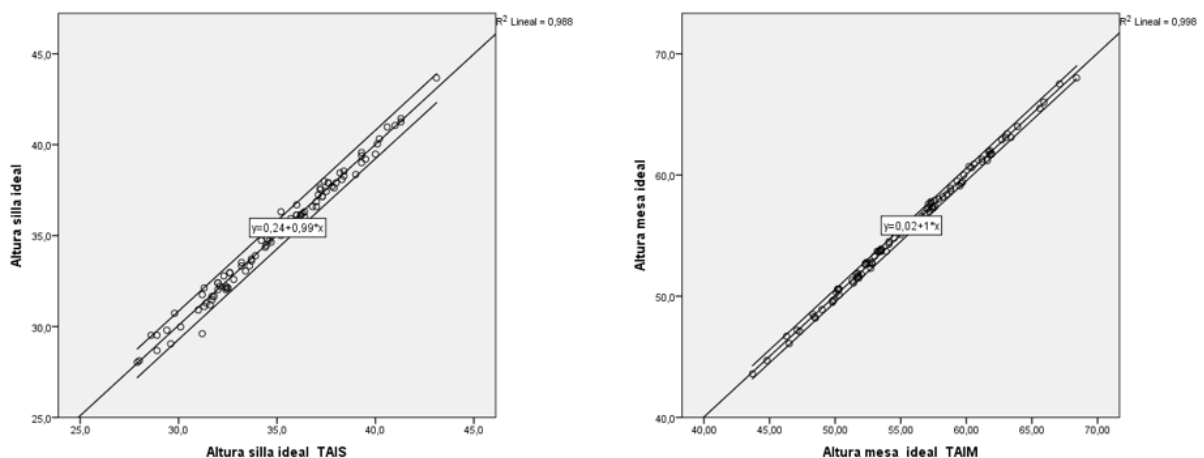


En relación con las medidas ideales de silla y mesa (tanto con antropómetro como con el método nuevo), se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes cursos ($p < 0,05$). Las diferencias intergrupales más importantes en el caso de la silla se dan entre 1º y 2º respecto al resto y en 3º y 4º sobre los demás cursos. En cuanto a la mesa, tales diferencias se dan 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 del registro en función del sexo nos indica 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, muestra que existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$) en todas las comparaciones realizadas. El análisis del tamaño del efecto (Cohen's d) indica 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 8, entre la nueva herramienta de medición para calcular el tamaño ideal para la silla (TAIS) y para la 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 muestra un $r > 0,916$; TAIS varones y mujeres presenta un $r > 0,994$; TAIM 1º a 4º muestra un $r > 0,992$ y TAIM varones y mujeres refleja 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 8 *Análisis correlacional entre la altura ideal de la silla calculada con antropómetro y 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 la normativa europea y autonómica 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 (Cardon et al., 2004). 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 (Castellucci, Arezes, et al., 2016). 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 (Carrascosa, 2014).

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 (Agha, 2010) 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 (Castellucci, Catalán, et al., 2016) también se observaron altos niveles de desajuste con niveles de 70 % en sillas y de más del 95 % en mesas. Asimismo, en escolares norteamericanos (Brewer et al., 2009), 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 (Panagiotopoulou et al., 2004). En este mismo país, un estudio posterior determinó desajustes un poco inferiores: 73,4 % y 91 % respectivamente (Gouvali & Boudolos, 2006).

En las últimas décadas se ha producido una evolución en las tallas antropométricas de la población española (Sánchez González et al., 2011), 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 (Kovacs et al., 2003). 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 (Xunta-de-Galicia., 2007) 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 (Castellucci, Arezes, Molenbroek, et al., 2015). En el presente estudio no se encontraron tallas en el catálogo autonómico que permitan un ajuste adecuado en los primeros cursos de primaria (Xunta-de-Galicia., 2007), puesto que la talla más pequeña de silla y mesa era excesivamente alta para los primeros cursos. En cambio, el catálogo europeo (CEN., 2015), sí que lo permitiría.

Al seguir la propuesta de la referencia europea (CEN., 2015), 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 del alumnado, en lugar de la edad cronológica (Agha, 2010; Castellucci, Catalán, et al., 2016; Parcels et al., 1999). La diversidad de medidas antropométricas en una misma clase provoca que sean necesarias más de una talla por curso para conseguir el ajuste (Brewer et al., 2009; Gouvali &

Boudolos, 2006; Lee & Yun, 2019; Panagiotopoulou et al., 2004) o utilizar mobiliario regulable (Agha, 2010; Cantin et al., 2019; Lee & Yun, 2019; Yanto et al., 2017).

Respecto a la elección de mobiliario, la referencia europea (CEN., 2015) 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 (Castellucci et al., 2014b). 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 (Castellucci et al., 2014b).

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 (Gouvali & Boudolos, 2006). 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 (Kane, Pilcher, & Legg, 2006). Estos dos métodos no son directos y no cumplen los criterios de validez y fiabilidad precisos para seleccionar las alturas de mobiliario (Lee & Yun, 2019).

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 (Cantin et al., 2019), 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 (Carrascosa, 2014).

La recomendación de utilizar datos antropométricos, precisa desarrollar sistemas sencillos y de fácil utilización (Molenbroek et al., 2003). Con este objetivo se creó el Peter lower leg meter (Molenbroek et al., 2003) que permite la estimación de la altura poplítea 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 (CEN., 2015), una vez definida la altura poplítea y determinada la talla de la silla, pretenden asociar al alumnado 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 (Castellucci et al., 2014b). Estos mismos resultados fueron obtenidos en estudios similares (Yanto et al., 2017), observando cómo estudiantado con la misma altura poplítea, 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 su alumnado, 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.

4. Discusión

4.1. Análisis del desajuste del mobiliario escolar respecto la antropometría del estudiantado a nivel internacional

El análisis del nivel de ajuste entre el mobiliario del aula y las características antropométricas del alumnado de los centros de primaria objeto de estudio mostró, en el momento de la toma de datos, un porcentaje superior al 90 % de estudiantado que se sentaba en una silla y empleaba una mesa que no eran acorde a sus características morfológicas. En ambos casos el mobiliario fue más alto de lo que correspondía. En España apenas hay evidencias sobre investigaciones con los mismos objetivos, aunque sí se han realizado estudios similares en otras poblaciones de todos los continentes (Castellucci, Arezes, et al., 2016), existiendo en todos ellos un elevado grado de desajuste, derivado, en su mayoría, por mobiliario excesivamente alto. En países europeos, se han encontrado trabajos en Portugal (Macedo et al., 2015), donde se registraron desajustes del 96 % en sillas y el 76 % en mesas. En Grecia también se han encontrado investigaciones donde se constató un nivel de desajuste del 98,4 % en sillas y el 97,8 % en mesas (Panagiotopoulou et al., 2004). Posteriormente, en otra investigación de este país se determinó un nivel de desajuste inferior, evidenciando un 73,4 % y 91 % de desajuste respectivamente (Gouvali & Boudolos, 2006). En Asia se han efectuado varias investigaciones en las que se observaron desajustes entre el 90 % y el 100 % en ambos elementos del mobiliario escolar (Agha, 2010; Parvez et al., 2018). Por último, en el continente americano, se encontraron altos niveles de desajuste, tanto en la zona norte con una ratio de error del 92 % en sillas y 95,1 % en mesas (Brewer et al., 2009), como en el sur donde el 70 % del alumnado empleaba sillas inadecuadas y el 100% del estudiantado utilizaba mesas incorrectas (Castellucci, Catalán, et al., 2016).

4.2. Efectos sobre la salud del desajuste del mobiliario escolar

Los estudios especializados en la temática objeto de estudio indican que los niveles de desajuste encontrados entre el mobiliario y las características antropométricas del estudiantado van a causar que estén sentados en una posición incorrecta durante las numerosas horas que el

alumnado está en los colegios (Mooses et al., 2017). En una columna vertebral en desarrollo, el hecho de mantener una posición inadecuada tendrá un efecto negativo en las curvaturas espinales (Cardon et al., 2004). A su vez, el hecho de que el alumnado en edades tempranas adquiriera una posición sedente incorrecta, supone que esa postura inadecuada se mantenga posiblemente en edad adulta, siendo esta una de las causas probables de dolor de espalda entre adolescentes y adultos (Castellucci, Arezes, et al., 2016). Esta situación afecta por igual a niños y niñas, ya que en las edades estudiadas aún no están en una fase de desarrollo puberal en las que se producen velocidades de crecimiento diferentes (Carrascosa, 2014). En este sentido, al analizar el grado de desajuste en función del sexo, no se apreciaron diferencias significativas, estando afectados por igual tanto los niños como las niñas.

Por otro lado, sabemos que en los últimos años el tamaño de las dimensiones antropométricas de los españoles ha aumentado (Sánchez González et al., 2011). A pesar de este incremento en la altura, en los resultados obtenidos se comprobó que el desajuste existente fue causado por un mobiliario excesivamente alto. Esta situación es preocupante ya que, en el proceso de toma de datos, se pudo observar que los muebles que se están utilizando en las aulas actualmente tienen más de 30 años. Por tanto, y a pesar de que se ha evidenciado un problema de desajuste en la actualidad, podríamos considerar que ese desajuste fue mayor en el pasado, en generaciones previas, en las que aún no se había producido una evolución antropométrica de la población, lo cual podría ser una de las razones de la gran cantidad de casos de dolor lumbar en edad infantil descrito en la bibliografía (Kovacs et al., 2003). Por tanto, consideramos que el catálogo del mobiliario autonómico utilizado por la administración (Xunta-de-Galicia., 2007) está desactualizado, a pesar de que la última revisión de este fue del año 2007. Así, se está utilizando equipamiento de los años 80 obviando los avances en ergonomía que se han ido produciendo, así como las normativas (CEN., 2015) que se han publicado para paliar los desajustes entre el mobiliario del aula y las características morfológicas del estudiantado.

4.3. Análisis del tallaje propuesto por las diferentes normativas

En la presente tesis se han realizado intervenciones destinadas a conocer el grado de ajuste del mobiliario respecto a las características antropométricas del alumnado en base a las diferentes normativas. A la hora de analizar el catálogo autonómico (Xunta-de-Galicia., 2007), se encontró que las tallas que propone no permiten en los primeros cursos de primaria realizar un correcto ajuste, ya que las tallas más bajas de mobiliario son demasiado altas para las necesidades del alumnado de estos cursos. El desajuste encontrado en los cursos iniciales de primaria fue tan elevado que, ni utilizando mobiliario del catálogo gallego destinado a educación infantil, se podría ofertar sillas y mesas que consiguieran un ajuste correcto. En el resto de cursos, y hasta quinto de primaria, tan solo una parte de la clase podría encontrar mobiliario dentro del catálogo autonómico (Xunta-de-Galicia., 2007) que se ajustara a sus necesidades. Por tanto, únicamente en los cursos de quinto y sexto de EP (10-12 años) se podría hacer una asignación de mobiliario adecuada con el catálogo de referencia actual en esta comunidad. En cambio, el catálogo europeo (CEN., 2015), tras un análisis antropométrico de cada alumno y alumna, permitiría realizar el ajuste correcto del mobiliario en la totalidad del estudiantado de EP adaptándose, de este modo, a sus características morfológicas. Por tanto, los resultados obtenidos en la población objeto de estudio, nos permiten afirmar que se debe desestimar el uso de las tallas propuestas por el catálogo autonómico (Xunta-de-Galicia., 2007) y demuestran que el criterio que se está utilizando para asignar el mobiliario no es el antropométrico. Esta situación ya ha sido descrita en otras poblaciones de países latinoamericanos (Castellucci, Arezes, Molenbroek, et al., 2015), sirviendo para justificar, en base a normativas desactualizadas y una evolución en las medidas de la población, una actualización de las normativas del mobiliario. En nuestro caso, el análisis de las tallas propuestas por ambos catálogos, el autonómico y el de la UE, muestra que el catálogo de la UE

(CEN., 2015) es el que permite un ajuste correcto a las características antropométricas de la población analizada, por lo que es el catálogo que se recomienda utilizar.

4.4. Aplicación de la norma en los centros educativos

Tal y como hemos descrito en el apartado precedente, la utilización de las tallas de la referencia europea (CEN., 2015) en la población analizada, permite cubrir las necesidades del alumnado desde primero a sexto curso de primaria. En cualquier caso, es necesario un método que permita determinar las tallas correctamente para el estudiantado, logrando un ajuste adecuado a sus características morfológicas. En caso contrario podría suceder que, a pesar de contar con las tallas de la referencia europea, no se consiga asignar correctamente las tallas al alumnado (Macedo et al., 2015).

Diferentes estudios indican que asociar la silla y la mesa al estudiantado en función de su edad cronológica es un sistema incorrecto, debiendo asignar las tallas del mobiliario en función de las dimensiones antropométricas específicas de cada individuo (Agha, 2010; Castellucci, Catalán, et al., 2016; Parcells et al., 1999). En los trabajos de investigación que hemos realizado, se observaron diferencias estadísticamente significativas en las tallas de mobiliario que deben utilizar el estudiantado por curso. Esto significa que es incorrecta la utilización de la edad cronológica como sistema de asignación, puesto que no hay evidencia de que con una única talla de silla y mesa se pueda realizar una asignación correcta en un aula de Educación Primaria (EP). Por tanto, se debe realizar la elección de las tallas en base al nivel madurativo, tal y como indican diferentes investigaciones (Brewer et al., 2009; Gouvali & Boudolos, 2006; Lee & Yun, 2019; Macedo et al., 2015). En el alumnado de esta etapa educativa, se observa una variación de dimensiones antropométricas que hace necesaria la utilización de entre dos y tres tallas diferentes de mobiliario en cada curso, valorándose de forma positiva también la posible utilización de mobiliario regulable que permitiera alcanzar un ajuste adecuado (Agha, 2010; Cantin et al., 2019; Yanto et al., 2017).

La referencia europea (CEN., 2015) no es partidaria del uso de la edad cronológica para la elección del mobiliario escolar, en cambio recomienda la utilización de la estatura o la altura poplítea del alumnado para conseguir un correcto ajuste en la talla de la silla y la mesa. Los diferentes trabajos de investigación en este ámbito, han analizado el método de la estatura calificándolo de inadecuado (Castellucci et al., 2014b). Esto es debido a la falta de precisión alcanzada en comparación con el método antropométrico para el cálculo de la talla ideal de mobiliario. En nuestras investigaciones se comparó el uso del método de la estatura frente al de las mediciones antropométricas. Tras el análisis, se obtuvo una baja correlación, que corrobora que la estatura no es una estrategia apropiada para determinar las tallas ideales de mobiliario para el alumnado.

La utilización de la altura poplítea como sistema de asignación del tallaje, está recomendado por la referencia europea (CEN., 2015) y se ha comprobado como método efectivo para determinar la altura ideal de la silla. En cambio, para poder definir la talla ideal de mesa, son necesarias otras mediciones antropométricas del alumnado (Castellucci et al., 2014b). En nuestras intervenciones se ha hecho una comparación entre la asignación de la mesa a partir únicamente de la altura poplítea y con el sistema basado en las mediciones antropométricas propuesto por los expertos. Los resultados evidenciaron que la talla de mesa y de silla (teniendo en cuenta su relación de proporcionalidad desde la más pequeña a las más grande) no siempre coincidió para un mismo alumno o alumna, produciéndose un error en la asignación de la mesa en más de la mitad de los casos. Por tanto, parece que se confirma la necesidad de realizar las mediciones antropométricas de altura del hombro y altura del codo que, complementándose con la medida de la altura poplítea, permitiría el cálculo adecuado de la altura ideal de la mesa (Castellucci et al., 2014b).

4.5. Asignación del mobiliario en las escuelas e instrumentos de medición

Las intervenciones realizadas en este proyecto de investigación, así como los estudios que analizan el grado de ajuste del mobiliario a las características antropométricas del alumnado (Castellucci, Catalán, et al., 2016; Lee & Yun, 2019; Macedo et al., 2015), determinan que en una misma clase son necesarias diferentes tallas de mobiliario. Para conseguir este ajuste en las aulas es necesario un responsable que se encargue de aplicar el procedimiento. El profesorado manifiesta que esta no debe ser su función y que no tienen las capacidades necesarias para hacerlo (Cantín et al., 2019). Esta situación podría explicar por qué en los estudios realizados en los diferentes países, se observa que el estudiantado no tiene mobiliario adaptado a sus características antropométricas. Al no estar definido el método a seguir, ni quién debe asumir las funciones de elegir el mobiliario que utilice el alumnado, este ajuste no se está realizando.

Ante tal indefinición, surgen propuestas donde la responsabilidad recae en el alumnado. En una investigación reciente, se puso a disposición del estudiantado todas las tallas de mobiliario, para que fueran ellos quienes tomaran la decisión del mobiliario más adecuado (Gouvali & Boudolos, 2006). Los resultados mostraron porcentajes de ajuste en torno al 50% para altura de mesa y de silla. En otra intervención, se utilizó una metodología diferente. Al alumnado se le facilitó una guía con su altura probable y orientaciones que debían seguir para elegir entre las diferentes tallas que tenían a su disposición (Kane et al., 2006). Se les pedía que tuvieran en cuenta que la silla no estuviera por encima de la altura de su rótula y que probaran una silla más alta o baja antes de tomar la decisión. Se les propuso que siguieran un criterio de autopercepción de comodidad, para seleccionar la talla de silla y posteriormente elegir la misma talla de mesa. En este trabajo no se realizaron mediciones antropométricas, para valorar si las tallas elegidas por el alumnado eran correctas. Únicamente se utilizó una encuesta, en la que el profesorado valoró este sistema de asignación como apropiado. En estas dos intervenciones el método utilizado no está basado en la antropometría, utilizando sistemas indirectos a partir de

percepciones del alumnado, que no cumplen los principios de validez y fiabilidad necesarios para determinar la altura adecuada del mobiliario escolar (Lee & Yun, 2019).

La falta de estudios que realicen una valoración sobre la capacidad del profesorado para realizar la asignación del mobiliario en las aulas motiva una de nuestras investigaciones. En ella evaluamos la validez y fiabilidad entre las mediciones de un antropometrista experto y profesores inexpertos, con diferentes instrumentos de medida. El % TEM es un valor que nos permite realizar comparaciones entre medidas (Ulijaszek & Kerr, 1999). Al analizar los datos, observamos que los profesores no expertos tuvieron una buena validez y fiabilidad, pero superan ampliamente los porcentajes de error obtenidos por el experto.

En el análisis de la validez, se pudo observar que las medidas de altura de codo sentado registran el % TEM más elevado con todos los instrumentos. Esto podría deberse a que es una medición más compleja desde el punto de vista antropométrico, debido a la dificultad de localizar puntos corporales de referencia o mantener la postura durante la medición (Dianat et al., 2018). En cambio, la altura poplítea y la altura de hombro sentado parecen ser las más sencillas, siendo esta última la medida que obtiene mejores resultados.

En cuanto a los instrumentos, el antropómetro fue el instrumento que produjo mayor grado de error entre los medidores noveles, con porcentajes de error de TEM y SEM más elevados en todas las mediciones, siendo la medida de la altura del codo la que registra porcentajes más altos. El antropómetro es el instrumento recomendado (ISO., 2017), pero debido a que es un instrumento con un alto coste, que requiere de una formación específica para su uso (Castellucci, Arezes, & Molenbroek, 2015), se ha profundizado en instrumentos accesibles para las escuelas, como son la cinta y el segmómetro. Con estos instrumentos la fiabilidad test y retest, así como la precisión entre medidores fue excelente, siendo nuevamente el experto el que muestra mayor fiabilidad y precisión, con niveles más altos de ICC y más bajos de SEM. En cambio, los inexpertos obtienen peores resultados que los valores obtenidos

por el experto. La medida de la altura del codo fue la que tuvo una fiabilidad y precisión más baja, consolidándose como la más complicada a efectuar sin una correcta formación. La cinta y el segmómetro son dos instrumentos con una fiabilidad y precisión similar para los medidores inexpertos.

En base a los resultados obtenidos, para las medidas analizadas a la hora de asignar el mobiliario ideal en las escuelas, el antropómetro debe ser utilizado únicamente por los expertos. Los medidores inexpertos pueden utilizar instrumentos más accesibles en su uso y coste en el ámbito escolar, como son la cinta métrica y el segmómetro. El grado de error que obtuvieron es aceptable ya que se encuentra dentro del rango entre las diferentes tallas de mobiliario, teniendo en cuenta los valores requeridos en las fórmulas (Castellucci et al., 2014b). A su vez, existen investigaciones que establecen valores inferiores al 2 % en % TEM, como grado de error aceptable (Norton & Olds, 1996). Al analizar los resultados obtenidos los medidores inexpertos estuvieron dentro de un margen de error del 2 % en dos (altura poplítea y hombro sentado) de las tres medidas necesarias. La altura del codo obtuvo un % TEM mayor, siendo un valor que afecta al cálculo ideal de mesa. Para esta medida se aconseja prestar más atención, pudiendo realizar esta medida más veces para contrastar el resultado.

Para utilizar este sistema de asignación de mobiliario mediante instrumentos como la cinta y el segmómetro, los profesores necesitan identificar puntos antropométricos. En nuestra intervención, los profesores eran de la materia de Educación Física, Licenciados en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, con conocimientos en biomecánica y antropometría. Es posible que los resultados obtenidos hubieran sido diferentes si los medidores no expertos fueran profesores de EP sin formación específica en anatomía. A su vez, los profesores recibieron directrices básicas previas a la medición para realizar las medidas objeto de estudio, ya que sabemos que el desconocimiento en la toma de mediciones puede llevar a un desajuste (Molenbroek et al., 2003).

En relación a esto, debemos señalar que hubo una intervención en la que se trató de reequipar un centro educativo con mobiliario que seguía las tallas de la referencia europea (Macedo et al., 2015) pero, al no tener conocimientos de cómo realizar la asignación del mobiliario, apenas hubo mejoras en el grado de ajuste del mobiliario respecto a las características antropométricas del alumnado. Esta situación motivó el trabajo en el que se buscó validar dos instrumentos de fácil utilización que tuvieran una alta correlación con el antropómetro y que no requirieran de conocimientos antropométricos por parte del profesorado, permitiendo una correcta asignación del mobiliario.

4.6. Validación de instrumentos de medida

Tras una revisión de la literatura especializada se ha identificado un instrumento que evita tomar mediciones antropométricas con aparatos como los mencionados anteriormente. Se trata del “Peter lower leg meter” (Molenbroek et al., 2003), una herramienta con la que puede ser estimada la altura poplítea. El planteamiento que se ha utilizado para su diseño es correcto, pero no ha seguido un proceso de validación. A su vez, con este instrumento se comete el mismo error que se ha identificado en las instrucciones de la normativa europea (CEN., 2015). Así, al determinar la altura poplítea y la talla de silla, se asocia automáticamente la talla de mesa, de tal modo que la mesa del alumnado será siempre la que está asociada por catálogo a la silla. En nuestras investigaciones, la estrategia de asociar la misma talla para la mesa y silla, produjo un error de ajuste en más de la mitad del alumnado estudiado. Estos resultados justifican las fórmulas antropométricas en las que se incluyen los valores del codo y del hombro para definir la talla ideal de mesa (Castellucci et al., 2014b). Así, se puede observar cómo existe estudiantado que comparte la misma altura poplítea, pero sus alturas de codo y de hombro son diferentes (Carrascosa, 2014). Esto supone que cierto alumnado precise de combinaciones diferentes en el conjunto del tallaje de la silla y la mesa, como ha sido demostrado en investigaciones similares (Yanto et al., 2017).

Con el objetivo de buscar una solución a esta situación, se crearon a través de este proyecto de investigación las herramientas Test de Altura Ideal de Silla (TAIS) y el Test de Altura Ideal de Mesa (TAIM), validadas en una de las intervenciones. Este sistema busca resolver la problemática de la asignación de mobiliario en los centros de EP sin tener que tomar mediciones antropométricas sobre el alumnado y aportando una talla que se relaciona con un color acorde a la normativa europea (CEN., 2015), aplicable tanto a mobiliario fijo como regulable. Se trata de unas plantillas en donde la distancia definida entre las franjas que determinan cada una de las tallas, se extrajo de las fórmulas establecidas para el cálculo de la altura ideal del mobiliario (Castellucci et al., 2014b).

Por medio del TAIS se obtiene la talla ideal de silla. Para facilitar su uso, el instrumento se apoya en una mesa, de tal forma que la plantilla con los rangos de colores quede colgando perpendicular al suelo. El alumnado que se va a valorar tiene que sentarse en la mesa, situando el hueco poplíteo en el bordillo de esta. La medida que definirá la altura ideal de la silla vendrá determinada por la posición en la que se sitúa la planta del pie, debiendo estar el tobillo formando un ángulo recto. En el caso del TAIM, esta herramienta nos permite obtener la talla ideal de mesa y se debe situar en contacto con una pared. El estudiantado se sentará en una silla, que ha sido previamente regulada con el TAIS, de forma lateral al TAIM. A continuación, se aproximará al TAIM de tal forma que el brazo derecho esté en contacto con el instrumento, colocando el codo en ángulo recto. La altura que coincida con el olécranon es la talla de mesa correspondiente. El sistema de colores utilizado en el TAIS y el TAIM es el mismo que la normativa europea (CEN., 2015), así cada talla está asociada a un color. Por tanto, se propone que el mobiliario existente en los colegios se catalogue mediante este código de colores, colocando una pegatina del color correspondiente en el mobiliario. De este modo el alumnado no tendrá que recordar una talla, sino que de forma rápida podrá seleccionar, en función del

color, el mobiliario que debe utilizar, incluso si tiene que cambiar de aula o si el mobiliario no es de la misma talla.

Las pruebas realizadas en la validación de los instrumentos TAIS y TAIM, determinan que son unas herramientas con una alta correlación con el antropómetro, que es el método de referencia. Por tanto, cumplen el objetivo de determinar la altura ideal de silla y de mesa sin necesidad de que el profesorado tenga que realizar mediciones antropométricas sobre el estudiantado. De este modo, se consigue, de una forma rápida, asignar al alumnado la talla de silla y mesa de forma independiente, consiguiendo un ajuste apropiado que repercutirá en la salud y aprendizaje del estudiantado.

4.7. Limitaciones, aplicaciones prácticas, futuras líneas de investigación y perspectivas futuras

Limitaciones

En el trabajo de organización y programación previo a la toma de datos para esta tesis, se hicieron los cálculos de representatividad de la muestra necesarios para describir el grado de desajuste del mobiliario escolar en centros de EP de Galicia, así como para los procesos de análisis y validación de los instrumentos de medida. Una vez iniciado el procedimiento de recogida de datos, la pandemia de la COVID-19 interrumpió el proceso. Las restricciones implantadas y los protocolos sanitarios existentes imposibilitaron acceder a los centros educativos. Esta situación se mantiene en la actualidad, no teniendo aún autorización para visitar colegios y realizar mediciones antropométricas en el alumnado. Por tanto, solamente se pudieron recoger datos en dos colegios que se visitaron poco antes de la pandemia. Ante esta realidad, tuvimos que replantear las investigaciones que componen la tesis, enfocando los datos recogidos hacia estudios piloto, al no poder obtener una muestra representativa como estaba programado en un primer momento.

De este modo, se debe tener en cuenta que los resultados y conclusiones que se alcanzan en los grupos participantes se realizan con una muestra no representativa y esto limita su interpretación, así como la transferencia de los resultados al resto de la población. A pesar de ello, creemos que establecen un precedente sobre investigaciones en este ámbito en España, estableciendo una metodología, propuestas e instrumentos que podrán ser empleados en próximas investigaciones, cuando se pueda acceder de nuevo a los centros educativos con seguridad.

Por otro lado, en la investigación en la que se analizó la validez y fiabilidad de diferentes instrumentos de medida por parte de profesores inexpertos, se debe mencionar que, aunque los profesores no tenían experiencia en la realización de mediciones, sí que tenían conocimientos en antropometría al ser profesorado de Educación Física. Por tanto, los resultados no pueden ser extrapolables a todo el profesorado de EP, ya que posiblemente serían diferentes, al no tener una formación previa en este ámbito propia a su titulación académica.

Aplicaciones prácticas

Los trabajos de investigación realizados en esta tesis parten de un problema real identificado por el colectivo docente en las aulas. Así, se observa que el alumnado parece estar utilizando mobiliario que no es acorde a sus características antropométricas, al no llegar con los pies al suelo y, por tanto, estar sentado en posiciones no ergonómicas.

A pesar de la limitación respecto a la representatividad de la muestra señalada, uno de los estudios piloto realizados, ha puesto de manifiesto que el problema de desajuste del mobiliario descrito en la literatura en otros países del mundo, también ha sido apreciado en un centro educativo gallego, algo que hasta el momento no se había analizado. Este alto grado de desajuste encontrado, permite alertar a la comunidad educativa de que este problema podría existir en otros colegios de la comunidad autónoma y del país. En base a esto, otros centros pueden seguir el protocolo utilizado para saber si el mobiliario que está utilizando el alumnado

está bien regulado en base a sus características antropométricas. El procedimiento empleado también permitiría valorar la normativa que rige el mobiliario escolar de otras comunidades autónomas y saber si está bien adaptada. En este sentido, a partir de la muestra analizada, recomendamos que las escuelas utilicen mobiliario que siga el tallaje de la referencia europea.

Otra de las principales aplicaciones prácticas de esta investigación es la creación y validación de dos instrumentos (el TAIS y el TAIM), que permiten al profesorado ajustar de forma adecuada el mobiliario a las características antropométricas de la población. Así, se ha podido observar que los profesores inexpertos precisan de conocimientos en antropometría para realizar las mediciones correctamente con instrumentos como una cinta métrica o segmómetros, aparte de evidenciar que el uso del instrumento gold standard, el antropómetro, no es muy aconsejable para este colectivo, ya que solo estaría recomendado para medidores expertos. De este modo, los instrumentos validados permitirían de una forma sencilla y sin necesidad de conocimientos antropométricos, un correcto ajuste de la silla y la mesa en base a las características morfológicas del alumnado.

Futuras líneas de investigación

Debido a las limitaciones descritas previamente, sería necesario ampliar la muestra de los estudios realizados. De este modo podríamos conocer si se mantiene la tendencia encontrada en cuanto al grado de desajuste del mobiliario existente en las escuelas de la comunidad gallega. También sería muy interesante analizar las normativas existentes en otras comunidades, el grado de ajuste y si el tallaje propuesto por la referencia europea consigue un ajuste adecuado para una muestra representativa de la población española.

A su vez, es necesario analizar otros niveles educativos como puede ser educación infantil, educación secundaria, bachillerato o educación para personas adultas. En estos momentos estamos trabajando con población de secundaria y bachillerato, ya que en las etapas de desarrollo puberal existen grandes diferencias antropométricas por el momento madurativo

del estudiantado. Suponiendo que el criterio de asignación del mobiliario es similar al de EP, es decir, por edad cronológica, se esperan obtener, nuevamente, grandes desajustes.

Los instrumentos de medición TAIS y TAIM únicamente han seguido un proceso de validación con población de EP. En el apartado de limitaciones explicamos que la muestra no era representativa, aspecto que se debe tener en cuenta sobre la validación de estos instrumentos, siendo importante ampliar la muestra y analizar poblaciones de otras edades. Del mismo modo, en próximas investigaciones se debería valorar la destreza en el uso del TAIS y TAIM por profesorado de diversas niveles educativos y especialidades, analizando la correlación obtenida.

Perspectivas de futuro

Como no podía ser de otra manera, el trabajo de investigación realizado no debería quedarse únicamente en la publicación de artículos científicos, sino que debería hacerse llegar a la propia comunidad educativa, que es el centro de la diana de este proyecto. Por este motivo, al margen de la difusión que se ha realizado a través de los medios de comunicación (recordemos que tanto medios locales como autonómicos han mostrado su interés en el proyecto), la intención del grupo de investigación es realizar un contacto formal con la Xunta de Galicia a través de la Consellería de Cultura, Educación e Universidade para explicar el proyecto, determinar las causas del problema evidenciado y diseñar estrategias para posibles soluciones.

A corto plazo, pensamos que se deberían realizar reorganizaciones del mobiliario, de manera que, los primeros cursos de EP utilizaran mobiliario presente en el catálogo actual de la Xunta de Galicia destinado, inicialmente, para educación infantil. Esto no solucionaría completamente el problema en esta región y etapa educativa, pero el rango de error se rebajaría ostensiblemente. En cualquier caso, será imprescindible que el profesorado tenga formación en esta cuestión porque, en caso contrario, será muy difícil que se puedan hacer distribuciones de

mobiliario correctamente (esto ya ha sido demostrado por la literatura). Esta formación se puede realizar desde varias vías diferentes: se pueden dar charlas de divulgación presenciales, ofertar cursos que permitan desarrollar las competencias necesarias para llevar a cabo la asignación correcta del mobiliario (tanto con los instrumentos de medida convencionales como por los propuestos en esta investigación), realizar píldoras educativas en formato vídeo para poder consultar online o a través del Centro Autonómico de Formación e Innovación (CAFI) y de los Centros de Formación e Recursos (CFR) de las ciudades gallegas.

A medio o largo plazo, emplazaríamos a la Xunta de Galicia a que valore la posibilidad de cambiar el catálogo de mobiliario utilizado actualmente que data del año 2007, recomendándole que sigan la propuesta de tallas de la Unión Europea. De esta forma, paulatinamente, se podría ir incorporando muebles más acordes con el nivel madurativo de los escolares de EP. Además, y aunque no ha sido estudiado, creemos que en otros niveles educativos el problema será igual o incluso mayor. Por ejemplo, en educación infantil, en base a los resultados de reasignación de mobiliario que se ha propuesto en una de las investigaciones, sería necesario el uso de mobiliario de infantil para los primeros cursos de primaria. Por lo que, con casi total seguridad, podemos indicar que ese mobiliario tampoco va a ser adecuado para esa etapa educativa. En una misma línea de ideas, también se debería contemplar la posibilidad de adquirir mobiliario regulable para su distribución en el futuro.

Por otro lado, con la intención de difundir lo máximo el uso de los instrumentos TAIS y TAIM, unas herramientas de fácil uso para la asignación del mobiliario y que no precisan de conocimientos antropométricos, se habilitarán los modelos de plantillas en formato .psd y .tiff en la página web del grupo de investigación (<http://iobserving.blogspot.com/>) para que puedan ser descargadas gratuitamente por los centros escolares. El coste de impresión en una plantilla de vinilo de 3mm (nuestra recomendación), no es superior a los 40€, una cantidad asumible por cualquier centro educativo. Además, estarán presentes también unos vídeos que explicarán su funcionamiento, para despejar las dudas que puedan generarse en el ámbito de su aplicación.

5. Conclusiones

5. Conclusions

CONCLUSION I

The current degree of mismatch between the classroom furniture and the anthropometric characteristics of the students analyzed was higher than 90 %.

CONCLUSION II

The current catalogue of regional sizes is inadequate, since it does not use an anthropometric criterion that adapts to the characteristics of the students analyzed.

CONCLUSION III

The catalogue of European sizes allows a correct adjustment to the characteristics of the sample of primary education students that were studied.

CONCLUSION IV

The assignment of furniture according to chronological age or height are incorrect methods.

CONCLUSION V

It is necessary to have several sizes of furniture or adjustable furniture in each course, so that they can be adapted to the anthropometric characteristics of the students.

CONCLUSION VI

The ideal chair size does not always correspond to the ideal desk size, so a differentiated anthropometric analysis should be done, and sizes should not be assigned as a set.

CONCLUSION VII

The best measuring instrument for experts is the anthropometer. In the case of the non-expert measurers, the anthropometer is not adequate, and they should be allowed to use more accessible instruments in the school environment, such as the measuring tape or segmometer.

CONCLUSION VIII

The high correlation found in the instruments TAIS and TAIM in the sample that was studied recommend their use as tools of furniture assignment in schools.

Bibliografía

- Agha, S. R. (2010). School furniture match to students' anthropometry in the Gaza Strip. *Ergonomics*, 53(3), 344–354. <https://doi.org/10.1080/00140130903398366>
- Assiri, A., Mahfouz, A. A., Awadalla, N. J., Abolyazid, A. Y., Shalaby, M., Abogamal, A., ... Riaz, F. (2019). Classroom furniture mismatch and back pain among adolescent school-children in Abha City, Southwestern Saudi Arabia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(8). <https://doi.org/10.3390/ijerph16081395>
- Ballester, A., Valero, M., Nacher, B., Pierola, A., Piqueras, P., Sancho, M., ... Alemany, S. (2015). 3D Body Databases of the Spanish Population and its Application to the Apparel Industry. In *6th International Conference on 3D Body Scanning Technologies, Lugano, Switzerland* (pp. 232–233). <https://doi.org/10.15221/15.232>
- Bland, J. M., & Altman, D. G. (1999). Measuring agreement in method comparison studies. *Statistical Methods in Medical Research*, 8(2), 135–160. <https://doi.org/10.1177/096228029900800204>
- Bragança, S., Arezes, P., Carvalho, M., Ashdown, S. P., Castellucci, I., & Leão, C. (2018). A comparison of manual anthropometric measurements with Kinect-based scanned measurements in terms of precision and reliability. *Work*, 59(3), 325–339. <https://doi.org/10.3233/WOR-182684>
- Bravo, G., Bragança, S., Arezes, P. M., Molenbroek, J. F. M., & Castellucci, H. I. (2018). A literature review of anthropometric studies of school students for ergonomics purposes: Are accuracy, precision and reliability being considered? *Work*, 60(1), 3–17. <https://doi.org/10.3233/WOR-182719>
- Brewer, J. M., Davis, K. G., Dunning, K. K., & Succop, P. A. (2009). Does ergonomic mismatch at school impact pain in school children? *Work*, 34(4), 455–464. <https://doi.org/10.3233/WOR-2009-0946>
- Bruton, A., Conway, J. H., & Holgate, S. T. (2000). Reliability: What is it, and how is it measured? *Physiotherapy*, 86(2), 94–99. [https://doi.org/10.1016/S0031-9406\(05\)61211-4](https://doi.org/10.1016/S0031-9406(05)61211-4)
- Calvo-Muñoz, I., Kovacs, F. M., Roqué, M., Fernández, I. G., & Calvo, J. S. (2018). Risk

Factors for Low Back Pain in Childhood and Adolescence: A Systematic Review.
Clinical Journal of Pain. Lippincott Williams and Wilkins.
<https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000558>

Cantin, N., Delisle, I., & Baillargeon, M. (2019). Reducing Child-Furniture Incompatibility in Primary Schools. *Journal of Occupational Therapy, Schools, and Early Intervention*, *12*(2), 200–209. <https://doi.org/10.1080/19411243.2018.1538843>

Cardon, G., De Clercq, D., De Bourdeaudhuij, I., & Breithecker, D. (2004). Sitting habits in elementary schoolchildren: A traditional versus a “Moving school.” *Patient Education and Counseling*, *54*(2), 133–142. [https://doi.org/10.1016/S0738-3991\(03\)00215-5](https://doi.org/10.1016/S0738-3991(03)00215-5)

Carrascosa, A. (2014). Aceleración secular de crecimiento en España. Estudios Españoles de Crecimiento 2010. Población autóctona y población inmigrante. *Endocrinología y Nutrición*, *61*(5), 229–233. <https://doi.org/10.1016/j.endonu.2014.03.004>

Castellucci, H. I., Arezes, P. M., & Molenbroek, J. F. M. (2014a). Analysis of the most relevant anthropometric dimensions for school furniture selection based on a study with students from one Chilean region. *Applied Ergonomics*, *46*(Part A), 201–211. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2014.08.005>

Castellucci, H. I., Arezes, P. M., & Molenbroek, J. F. M. (2014b). Applying different equations to evaluate the level of mismatch between students and school furniture. *Applied Ergonomics*, *45*(4), 1123–1132. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2014.01.012>

Castellucci, H. I., Arezes, P. M., & Molenbroek, J. F. M. (2015). Equations for defining the mismatch between students and school furniture: A systematic review. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *48*, 117–126. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2015.05.002>

Castellucci, H. I., Arezes, P. M., Molenbroek, J. F. M., de Bruin, R., & Viviani, C. (2016). The influence of school furniture on students’ performance and physical responses: results of a systematic review. *Ergonomics*, *60*(1), 93–110. <https://doi.org/10.1080/00140139.2016.1170889>

Castellucci, H. I., Arezes, P. M., Molenbroek, J. F. M., & Viviani, C. (2015). The effect of secular trends in the classroom furniture mismatch: support for continuous update of school furniture standards. *Ergonomics*, *58*(3), 524–534. <https://doi.org/10.1080/00140139.2014.978900>

- Castellucci, H. I., Arezes, P. M., & Viviani, C. A. (2010). Mismatch between classroom furniture and anthropometric measures in Chilean schools. *Applied Ergonomics*, *41*(4), 563–568. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2009.12.001>
- Castellucci, H. I., Catalán, M., Arezes, P. M., & Molenbroek, J. F. M. (2016). Evaluation of the match between anthropometric measures and school furniture dimensions in Chile. *Work*, *53*(3), 585–595. <https://doi.org/10.3233/WOR-152233>
- CEN. (2015). *Furniture - Chairs and tables for educational institutions - Part 1: Functional dimensions*. European Union: CEN (European Committee for Standardization).
- Cooper, A. R., Goodman, A., Page, A. S., Sherar, L. B., Esliger, D. W., van Sluijs, E. M. F., ... Ekelund, U. (2015). Objectively measured physical activity and sedentary time in youth: The International children's accelerometry database (ICAD). *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *12*(1). <https://doi.org/10.1186/s12966-015-0274-5>
- Da Silva, L. B., Coutinho, A. S., Da Costa Eulálio, E. J., & Soares, E. V. G. (2012). School furniture and work surface lighting impacts on the body posture of Paraíba's public school students. *Work*, *42*(4), 579–587. <https://doi.org/10.3233/WOR-2012-1369>
- de Vet, H. C. W., Terwee, C. B., Knol, D. L., & Bouter, L. M. (2006). When to use agreement versus reliability measures. *Journal of Clinical Epidemiology*, *59*(10), 1033–1039. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2005.10.015>
- Delgado, J. Á. G., Lara, G. V., Torres, J. del C. M., & Morales, I. P. (2014). Epidemiología del dolor de espalda bajo. *Investigaciones Médicoquirúrgicas*, *6*(1), 112–125. Retrieved from <http://www.revcimeq.sld.cu/index.php/imq/article/view/275>
- Dhara, P. C., Khaspuri, G., & Sau, S. K. (2009). Complaints arising from a mismatch between school furniture and anthropometric measurements of rural secondary school children during classwork. *Environmental Health and Preventive Medicine*, *14*(1), 36–45. <https://doi.org/10.1007/s12199-008-0055-8>
- Dianat, I., Karimi, M. A., Asl Hashemi, A., & Bahrampour, S. (2013). Classroom furniture and anthropometric characteristics of Iranian high school students: Proposed dimensions based on anthropometric data. *Applied Ergonomics*, *44*(1), 101–108. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2012.05.004>

- Dianat, I., Molenbroek, J., & Castellucci, H. I. (2018, December 2). A review of the methodology and applications of anthropometry in ergonomics and product design. *Ergonomics*. Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/00140139.2018.1502817>
- Eckelman, C., Haviarova, E., Zui, H., & Gibson, H. (2001). Considerations in the design and development of school furniture for developing regions based on local resources. *Forest Products Journal*, 51(6), 56–63.
- Fernandes, A., Carneiro, P., Costa, N., & Braga, A. C. (2018). Study of the School Furniture Adequacy to Students' Anthropometric Dimensions. In *International Conference on Human Systems Engineering and Design: Future Trends and Applications* (pp. 832–837). Cham, Germany: Springer.
- Fettweis, T., Demoulin, C., & Vanderthommen, M. (2013). Influence de la position assise d'enfants sur leurs capacités cognitives. *Kinesithérapie*, 13(136), 20–25. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2012.11.029>
- Fidelis, O. P., Ogunlade, B., Adelokun, S. A., & Adukwu, O. (2018). Ergonomic analysis of classroom furniture in a Nigerian university. *Nigerian Journal of Technology*, 37(4), 1154. <https://doi.org/10.4314/njt.v37i4.40>
- García-Acosta, G., & Lange-Morales, K. (2007). Definition of sizes for the design of school furniture for Bogotá schools based on anthropometric criteria. *Ergonomics*, 50(10), 1626–1642. <https://doi.org/10.1080/00140130701587541>
- García-Molina, C. (1992). *Guía de Recomendaciones para el diseño del mobiliario ergonómico*. Valencia: Instituto biomecánica de Valencia.
- Ghazilla. (2010). Pilot Investigation on the Mismatches of Classroom Furniture and Student Body Dimensions in Malaysian Secondary Schools. *Journal of Social Sciences*, 6(2), 287–292. <https://doi.org/10.3844/jssp.2010.287.292>
- Golfashani, N. (2003). Understanding Reliability and Validity in Qualitative Research. *The Qualitative Report*, 8(4), 597–607. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2003.1870>
- Gouvali, M. K., & Boudolos, K. (2006). Match between school furniture dimensions and children's anthropometry. *Applied Ergonomics*, 37(6), 765–773. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2005.11.009>
- Gutiérrez-Santiago, A., Prieto-Lage, I., Cancela-Carral, J. M., & Paramés-González, A.

- (2021). Validation of Two Instruments for the Correct Allocation of School Furniture in Secondary Schools to Prevent Back Pain. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1), 20. <https://doi.org/10.3390/IJERPH19010020>
- Harriss, D. J., & Atkinson, G. (2015). Ethical Standards in Sport and Exercise Science Research: 2016 Update. *International Journal of Sports Medicine*, 36, 1121–1124. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1565186>
- Hestbaek, L., Leboeuf-Yde, C., Kyvik, K. O., & Manniche, C. (2006). The course of low back pain from adolescence to adulthood: Eight-year follow-up of 9600 twins. *Spine*, 31(4), 468–472. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000199958.04073.d9>
- INN. (2002). Norma chilena 2566. Mobiliario escolar de silla y mesas escolares y requisitos dimensionales. Santiago de Chile: INN (Instituto Nacional de Normalización de Chile).
- ISO. (2012). ISO 15535: General Requirements for Establishing Anthropometric Databases. *International Organization for Standardization*. Geneva, Switzerland.
- ISO. (2017). ISO 7250-1: Basic human body measurements for technological design - Part 1: Body measurement definitions and landmarks. International Organization for Standardization,. Geneva, Switzerland.
- Janssen, X., Mann, K. D., Basterfield, L., Parkinson, K. N., Pearce, M. S., Reilly, J. K., ... Reilly, J. J. (2016). Development of sedentary behavior across childhood and adolescence: Longitudinal analysis of the Gateshead Millennium Study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 13(1), 88. <https://doi.org/10.1186/s12966-016-0413-7>
- Jeffries, L. J., Milanese, S. F., & Grimmer-Somers, K. A. (2007). Epidemiology of adolescent spinal pain: A systematic overview of the research literature. *Spine*, 32(23), 2630–2637. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e318158d70b>
- JIS. (2011). JIS S 1021 School furniture - Desk and chairs for general learning space. Tokyo: JIS (Japanese Industrial Standards).
- Kane, P. J., Pilcher, M., & Legg, S. J. (2006). Development of a furniture system to match student needs in New Zealand schools. In *16th World Congress on Ergonomics* (pp. 1531–1536). Maastricht, The Netherlands: Elsevier.
- Khaspuri, G. C., Sau, S. K., & Dhara, P. C. (2007). Anthropometric Consideration for

- Designing Class Room Furniture in Rural Schools. *Journal of Human Ecology*, 22(3), 235–244. <https://doi.org/10.1080/09709274.2007.11906027>
- KIS. (2015). KS G 2010:2015 Chairs and Tables for Educational Institutions. Korean Industrial Standards, Korea.
- Kovacs, F. M., Gestoso, M., Gil Del Real, M. T., López, J., Mufraggi, N., & Méndez, J. I. (2003). Risk factors for non-specific low back pain in schoolchildren and their parents: A population based study. *Pain*, 103(3), 259–268. [https://doi.org/10.1016/S0304-3959\(02\)00454-2](https://doi.org/10.1016/S0304-3959(02)00454-2)
- Lee, Y., & Yun, M. H. (2019). 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*, 64(3), 427–438. <https://doi.org/10.3233/WOR-193005>
- Macedo, A. C., Morais, A. V., Martins, H. F., Martins, J. C., Pais, S. M., & Mayan, O. S. (2015). Match between classroom dimensions and students' anthropometry: Re-equipment according to european educational furniture standard. *Human Factors*, 57(1), 48–60. <https://doi.org/10.1177/0018720814533991>
- Madriz-Quirós, C., Ramírez-Coretti, A., & Serrano, R. (2008). Estudio antropométrico para el diseño de mobiliario para niños de edad escolar en Costa Rica. *Tecnología En Marcha*, 21(4), 17–28. Retrieved from https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/221
- Manrique-Olivares, D., & Quispe-Montoya, K. (2016). ¿Es el mobiliario escolar adecuado para los estudiantes? Evaluación de una muestra de escolares peruanos. *Archivos Argentinos de Pediatría*.
- Milanese, S., & Grimmer, K. (2004). School furniture and the user population: An anthropometric perspective. *Ergonomics*, 47(4), 416–426. <https://doi.org/10.1080/0014013032000157841>
- Molenbroek, J. F. M., Kroon-Ramaekers, Y. M. T., & Snijders, C. J. (2003). Revision of the design of a standard for the dimensions of school furniture. *Ergonomics*, 46(7), 681–694. <https://doi.org/10.1080/0014013031000085635>
- Mooses, K., Mägi, K., Riso, E. M., Kalma, M., Kaasik, P., & Kull, M. (2017). Objectively measured sedentary behaviour and moderate and vigorous physical activity in different

- school subjects: a cross-sectional study. *BMC Public Health*, 17(1), 1–9.
<https://doi.org/10.1186/s12889-017-4046-9>
- Motamedzade, M. (2008). A practical method for school furniture design to prevent musculoskeletal disorders among pupils. *Journal of Research in Health Sciences*, 8(2), 9–12.
- Mura, G., Vellante, M., Nardi, A., Machado, S., & Carta, M. (2015). Effects of school-based physical activity interventions on cognition and academic achievement: a systematic review. *CNS & Neurological Disorders - Drug Targets*, 14(9), 1194–1208.
<https://doi.org/10.2174/1871527315666151111121536>
- Musa, A. I. (2011). 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), 499–508.
<https://doi.org/10.5267/j.ijiec.2011.03.006>
- Norton, K., & Olds, T. (1996). *Anthropometrica: A textbook of body measurement for sports and health courses*. Marrickville, Australia: UNSW press.
- Panagiotopoulou, G., Christoulas, K., Papanicolaou, A., Mandroukas, K., Papanicolaou, A., & Mandroukas, K. (2004). Classroom Furniture Dimensions and Anthropometric Measures in Primary School. *Applied Ergonomics*, 35(2), 121–128.
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2003.11.002>
- Paramés-González, A., Gutiérrez-Santiago, A., Gutiérrez Santiago, J. A., & Prieto-Lage, I. (2021). La prevención del dolor de espalda mediante la correcta asignación del mobiliario escolar: validación de dos instrumentos. *Revista Española de Salud Pública*, (95), e1-15. e202109117. Retrieved from
https://www.msbs.gob.es/biblioPublic/publicaciones/recursos_propios/resp/revista_cdrom/vol75/indices/VOL95_2021.htm
- Parcells, C., Stommel, M., & Hubbard, R. P. (1999). Mismatch of classroom furniture and student body dimensions: Empirical findings and health implications. *Journal of Adolescent Health*, 24(4), 265–273. [https://doi.org/10.1016/S1054-139X\(98\)00113-X](https://doi.org/10.1016/S1054-139X(98)00113-X)
- Parvez, M. S., Parvin, F., Shahriar, M. M., & Kibria, G. (2018). Design of Ergonomically Fit Classroom Furniture for Primary Schools of Bangladesh. *Journal of Engineering (United Kingdom)*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/3543610>

- Perini, T. A., de Oliveira, G. L., dos Santos Ornellas, J., & Palha de Oliveira, F. (2005). Technical error of measurement in anthropometry. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 11(1), 81–90. <https://doi.org/10.1590/s1517-86922005000100009>
- Quintana Aparicio, E., Martín Noguerras, A., Orejuela Rodríguez, J., Romero González, J., Sánchez Pedraz, L., & Díez García, R. (2004). Estudio del mobiliario escolar en una población infantil. *Fisioterapia*, 26(1), 3–12. [https://doi.org/10.1016/s0211-5638\(04\)73077-1](https://doi.org/10.1016/s0211-5638(04)73077-1)
- Ridgers, N. D., Salmon, J., Ridley, K., O’Connell, E., Arundell, L., & Timperio, A. (2012). Agreement between activPAL and ActiGraph for assessing children’s sedentary time. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 9(1), 15. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-9-15>
- Saarni, L., Nygård, C. H., Kaukiainen, A., & Rimpelä, A. (2007). Are the desks and chairs at school appropriate? *Ergonomics*, 50(10), 1561–1570. <https://doi.org/10.1080/00140130701587368>
- Sánchez González, E., Carrascosa Lezcano, A., Fernández García, J. M., Ferrández Longás, A., López De Lara, D., & López-Siguero, J. P. (2011). Estudios españoles de crecimiento: situación actual, utilidad y recomendaciones de uso. *Anales de Pediatría*, 74(3). <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2010.10.005>
- Savanur, C. S., Altekar, C. R., & De, A. (2007). Lack of conformity between Indian classroom furniture and student dimensions: proposed future seat/table dimensions. *Ergonomics*, 50, 1612-1625.
- Sicotte, M., Ledoux, M., Zunzunegui, M. V., Ag Aboubacrine, S., & Nguyen, V. K. (2010). Reliability of anthropometric measures in a longitudinal cohort of patients initiating ART in West Africa. *BMC Medical Research Methodology*, 10(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-10-102>
- Troussier, B., Tesniere, C., Fauconnier, J., Grison, J., Juvin, R., & Phelip, X. (1999). Comparative study of two different kinds of school furniture among children. *Ergonomics*. <https://doi.org/10.1080/001401399185612>
- Ulijaszek, S. J., & Kerr, D. A. (1999). Anthropometric measurement error and the assessment of nutritional status. *British Journal of Nutrition*, 82(3), 165–177. <https://doi.org/10.1017/s0007114599001348>

- Viviani, C., Arezes, P. M., Bragança, S., Molenbroek, J., Dianat, I., & Castellucci, H. I. (2018, May 1). Accuracy, precision and reliability in anthropometric surveys for ergonomics purposes in adult working populations: A literature review. *International Journal of Industrial Ergonomics*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2018.01.012>
- Wick, K., Faude, O., Manes, S., Zahner, L., & Donath, L. (2018). I can stand learning: A controlled pilot intervention study on the effects of increased standing time on cognitive function in primary school children. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *15*(2). <https://doi.org/10.3390/ijerph15020356>
- Xunta-de-Galicia. (2007). Equipamento de centros: catálogos xerais. Retrieved March 1, 2021, from <https://www.edu.xunta.gal/portal/node/495>
- Yanto, Lu, C. W., & Lu, J. M. (2017). Evaluation of the Indonesian National Standard for elementary school furniture based on children's anthropometry. *Applied Ergonomics*, *62*, 168–181. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.03.004>

Anexos

Apéndice I: Artículo con aceptación definitiva aún no publicado.

Work (2022) 1051–9815

DOI: 10.3233/WOR- 211034



Ref.: Ms. No. WOR-211034

The accuracy and reliability of three instruments that are used to assign school furniture.

WORK: A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation

Dear Mr. Paramés González,

We are pleased to inform you that your manuscript has been accepted for publication in WORK: A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation.

We expect to publish your paper in approximately six months. We hereby grant you permission to reproduce the mentioned material in print and electronic format at no charge subject to the following conditions:

1. If any part of the material to be used (for example, figures) has appeared in our publication with credit or acknowledgement to another source, permission must also be sought from that source. If such permission is not obtained then that material may not be included in your publication/copies.
2. Suitable acknowledgement to the source must be made, either as a footnote or in a reference list at the end of your publication, as follows:

“Gutiérrez-Santiago, A., Paramés-González, A., Ayán, C., Diz, J. C., & Prieto-Lage, I. (2022). The accuracy and reliability of three instruments that are used to assign school furniture (in press). *Work: A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation*. <http://dx.doi.org/10.3233/WOR- 211034>”.

“The publication is available at IOS Press through <http://dx.doi.org/10.3233/WOR-211034>”

3. Reproduction of this material is confined to the purpose for which permission is hereby given.

Thank you for publishing your manuscript in WORK.

September 24th 2021

Karen Jacobs, Editor-in-Chief

Amanda Nardone, Editor's Assistant

Lindsey Sousa, Editor's Assistant

Axana Scherbeijn, IOS Press

WORK: A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation

Apéndice II: Artículos publicados

1. Grado de desajuste entre las características antropométricas y el mobiliario escolar en una muestra de estudiantes españoles de 6-12 años. Estudio piloto.
2. La prevención del dolor de espalda mediante la correcta asignación del mobiliario escolar: validación de dos instrumentos.

Grado de desajuste entre las características antropométricas y el mobiliario escolar en una muestra de estudiantes españoles de 6 a 12 años: estudio piloto

Degree of mismatch between anthropometric characteristics and school furniture in a sample of Spanish students aged 6-12 years old: A pilot study

Prof. Dr. Iván Prieto-Lage^{a,b}, Prof. Carlos Ayán^a, Prof. Dr. Diego Alonso-Fernández^a,
Mag. Adrián Paramés-González^{a,b}, Mag. Juan Carlos Argibay-González^{a,b},
Lic. Emma M. Toboada-Solla^a y Prof. Dr. Alfonso Gutiérrez-Santiago^{a,b}

RESUMEN

Introducción. El mobiliario escolar influye en la postura sedente que adopta el alumnado en el aula, con efectos en su salud y aprendizaje. Por ello, es preciso determinar la existencia de un posible desajuste entre las dimensiones del mobiliario escolar y la antropometría del alumnado, así como realizar una propuesta de tallas en base a la realidad del aula y las normativas de Galicia y la Unión Europea.

Población y métodos. Un evaluador experto en antropometría realizó las mediciones de peso, talla, altura poplítea, hombro y codo sentado, con un antropómetro, comparándolas posteriormente con las sillas y mesas utilizadas actualmente. Las técnicas de análisis empleadas fueron: descriptivo (medidas de tendencia central), análisis de la varianza de un factor, prueba *t*, prueba de chi cuadrado (en *software* SPSS®) y tamaño del efecto (*d* de Cohen). El nivel de significación establecido fue de $p \leq 0,05$.

Resultados. La muestra se compuso de 108 estudiantes españoles de educación primaria (de entre 6 y 12 años). El 91,7 % y el 97,2 % del alumnado emplea, respectivamente, una silla y una mesa que no se ajusta a sus características antropométricas, y utiliza mobiliario con un tamaño superior al que le corresponde. La normativa de tallas de mobiliario que rige actualmente en la población estudiada no es apropiada, al no tener sillas y mesas adecuadas a los primeros cursos de primaria.

Conclusiones. Existe un alto grado de desajuste entre el mobiliario y la antropometría del alumnado. Se propone seguir las tallas de la normativa europea, utilizando varias tallas por curso o mobiliario regulable, para adaptarse a las características antropométricas de todo el alumnado.

Palabras clave: educación, ergonomía, antropometría, diseño interior y mobiliario, evaluación de necesidades.

<http://dx.doi.org/10.5546/aap.2021.386>
Texto completo en inglés:
<http://dx.doi.org/10.5546/aap.2021.eng.386>

Cómo citar: Prieto-Lage I, Ayán C, Alonso-Fernández D, Paramés-González A, et al. Grado de desajuste entre las características antropométricas y el mobiliario escolar en una muestra de estudiantes españoles de 6 a 12 años: estudio piloto. *Arch Argent Pediatr* 2021;119(6):386-393.

INTRODUCCIÓN

Los estudiantes pasan aproximadamente 6,5 horas al día en los centros escolares,^{1,2} y entre un 70 % y un 90 % del tiempo sentados.^{3,4} Esta situación incrementa el riesgo de padecer problemas músculo-esqueléticos a una edad temprana, como dolor de cuello, espalda u hombro, como consecuencia del desajuste que suele existir entre las medidas antropométricas del alumnado y las dimensiones del mobiliario escolar.⁵ Por otro lado, el rendimiento académico puede verse igualmente afectado, ya que las posturas corporales incómodas dificultan el aprendizaje,^{6,7} esto causa un aumento de la fatiga que afectará a la capacidad de atención, fundamental en el proceso de aprendizaje.⁵ Teniendo en cuenta que la escuela es un entorno ideal para adquirir hábitos saludables que puedan mantenerse en edad adulta,⁸ se hace necesario emprender acciones para identificar cuáles deben ser las dimensiones ideales del mobiliario escolar.

Esta situación ha sido solventada en algunos países mediante pautas para la estandarización del diseño del

- Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte. Universidad de Vigo. Pontevedra, España.
- Observational Research Group.

Correspondencia:
Mag. Adrián Paramés-González:
aparames@uvigo.es

Financiamiento:
Ninguno.

Conflicto de intereses:
Ninguno que declarar.

Recibido: 14-11-2020
Aceptado: 12-5-2021

mobiliario escolar, como por ejemplo en Chile,⁹ Japón¹⁰ o Corea.¹¹ Respecto a España, existen unas directrices relativamente recientes emitidas por la Unión Europea (UE)¹² que, sin embargo, no parecen imponerse todavía. Esto provoca una falta de actualización en lo referente al diseño y las medidas que debiera presentar el mobiliario escolar. Un ejemplo de esta situación es el caso de la región de Galicia, que cuenta con un catálogo de mobiliario escolar para educación primaria (EP) del año 2007¹³ y ninguna talla coincide con el informe de referencia de la UE.¹²

Esta investigación tiene un doble objetivo. En primer lugar, determinar la existencia de un posible desajuste entre las dimensiones del mobiliario escolar y las medidas antropométricas de un grupo de estudiantes de entre 6 y 12 años. En segundo lugar, establecer una propuesta de distribución del mobiliario en base a la realidad del aula y conforme a la normativa de Galicia y de la UE.

POBLACIÓN Y MÉTODOS

Población

Los participantes en este estudio fue alumnado de un centro público de EP situado en una ciudad gallega del noroeste de España, durante el curso académico 2019-20. Se utilizó la técnica de muestreo de conveniencia para facilitar el reclutamiento de estudiantes. Se incluyó en la investigación todo el alumnado de entre 6 y 12 años que presentó el consentimiento informado firmado por los padres o tutores y la autorización de los propios estudiantes.

Para efectuar la investigación, se solicitaron los permisos pertinentes a la dirección del centro. Todas las familias y el alumnado fueron informados sobre los objetivos del estudio, los procedimientos a seguir, la declaración de confidencialidad y los datos de contacto del investigador antes del estudio. En todo momento se respetaron los principios éticos de investigación médica en seres humanos de la Declaración de Helsinki.¹⁴ 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.

Evaluaciones

Para las medidas antropométricas se siguió el procedimiento de otras investigaciones similares.⁵ Los estudiantes fueron evaluados tomando las medidas en el lado derecho (excepto la estatura y el peso), sentados en una silla de altura ajustable

con un asiento de superficie horizontal, las piernas flexionadas en un ángulo de 90° y con los pies totalmente apoyados en un reposapiés ajustable. Durante el proceso de medición, el alumnado estaba descalzo, con pantalón y camiseta corta. Para las mediciones se empleó un antropómetro Cescorf® de 60 cm, homologado por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK, por su sigla en inglés), a excepción de la estatura, que fue medida con un tallímetro Seca® transportable 20-205 cm y el peso, para el que se utilizó una báscula Tanita UM-076®. Las medidas se realizaron en dos sesiones, fueron registradas en centímetros por un ayudante y fueron realizadas, todas ellas, por un mismo antropometrista. Este hecho permitió minimizar los errores que se producen cuando varios antropometristas realizan las mediciones.¹⁵ La precisión y la repetibilidad de las mediciones se lograron mediante la capacitación del antropometrista, certificado con nivel ISAK 3 y experiencia previa en este tipo de evaluaciones. Se tomaron un mínimo de dos mediciones de cada parámetro y si los valores hallados variaban más de 0,5 cm entre ellos, se realizó una medida adicional. Se consideraron las siguientes medidas antropométricas para estimar las dimensiones ideales del mobiliario:¹⁶

- Estatura: determinada como la distancia vertical entre el piso y la parte superior de la cabeza, medida con el sujeto erguido y mirando hacia el frente en línea recta (plano de Frankfort).
- Altura hombro sentado (HO): distancia vertical desde la superficie en la que se sienta el sujeto hasta el acromion.
- Altura codo sentado (CO): tomada con el codo flexionado en ángulo de 90°. Distancia vertical desde la parte inferior de la punta del codo (olecranon) hasta la superficie sobre la que se sienta el sujeto.
- Altura poplítea (PO): la rodilla deberá estar en flexión de 90°. Distancia vertical desde el suelo hasta la superficie posterior de la rodilla (superficie poplítea).

Los datos antropométricos obtenidos se compararon con las dimensiones del mobiliario para identificar una coincidencia o un desajuste entre ellos. Se definió un desajuste como la incompatibilidad entre las dimensiones del mobiliario actual y la antropometría del alumnado, de acuerdo con las siguientes fórmulas para el cálculo de las medidas ideales:¹⁷

- Altura de la silla (AS):
 $(PO+2,5) \cos 30^\circ \leq AS \leq (PO+2,5) \cos 5^\circ$.
- Altura de la mesa (AM):
 $(AS + CO \leq AM \leq (AS + CO \times 0,7396 + HO \times 0,2604)$.

Procedimiento

Se recogieron las medidas de las sillas y mesas que utilizaba el alumnado en su día a día para el posterior análisis y comparación.¹⁷

- Altura de la silla actual: distancia vertical desde el suelo hasta el punto medio del borde delantero de la superficie del asiento.
- Altura de la mesa actual: distancia vertical desde el suelo hasta la parte superior del borde frontal del escritorio.

Las mediciones antropométricas se repartieron en dos jornadas consecutivas. Las evaluaciones se realizaron en horario escolar de 9:00 a 14:00 horas, testándose los cursos de primero, segundo y tercero el primer día y los restantes durante el segundo día, durante la primera semana del mes de abril.

Análisis estadístico

Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el *software* Statistical Package for the Social Sciences, versión 20.0® (IBM-SPSS Inc., Chicago, USA). 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). La prueba Kolmogorov-Smirnov confirmó la normalidad de la muestra. Los valores medios de los parámetros obtenidos en los distintos cursos se compararon mediante un análisis de la varianza (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 en el caso de variables cuantitativas y una prueba de chi cuadrado en el caso de variables cualitativas.

TABLA 1. Análisis descriptivo y análisis de varianza de un solo factor (ANOVA) de los valores antropométricos del alumnado por curso

Curso	Intervalo edad (años)	Estatura (cm)	Peso (kg)	Altura poplítea (cm)	Altura codo (cm)	Altura hombro (cm)
1° EP n = 11	6-7	122,1 ± 5,5 ^a	27,2 ± 3,9 ^e	29,3 ± 1,6 ^s	15,0 ± 2,0 ^t	40,1 ± 2,6 ^c
2° EP n = 13	7-8	126,6 ± 6,0 ^{a,b}	32,3 ± 9,2 ^{e,f}	31,3 ± 1,1 ^b	15,5 ± 2,4 ^t	42,3 ± 2,9 ^{e,j}
3° EP n = 19	8-9	130,3 ± 6,8 ^b	31,2 ± 6,1 ^{e,f}	32,6 ± 2,2 ^b	14,5 ± 1,9 ^t	42,1 ± 2,7 ^{e,j}
4° EP n = 16	9-10	138,9 ± 8,7 ^c	39,7 ± 13,8 ^f	35,7 ± 2,6 ^c	15,4 ± 2,8 ^t	44,7 ± 3,8 ^j
5° EP n = 21	10-11	143,6 ± 7,5 ^c	39,8 ± 9,4 ^f	36,9 ± 2,0 ^h	16,6 ± 1,6 ^{h,i}	47,4 ± 2,7 ^k
6° EP n = 28	11-12	150,1 ± 6,7 ^d	51,5 ± 12,3 ^d	38,5 ± 1,5 ^h	18,2 ± 2,3 ^h	50,1 ± 2,7 ^d
ANOVA	F	41,66	14,78	60,55	8,34	31,97
	g/1	5	5	5	5	5
	Sig.	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*

EP: educación primaria.

* $p < 0,05$.

Relación de significatividad entre los cursos académicos:

^a 1° y 2° muestran diferencias con los restantes.

^b 2° y 3° con los restantes.

^c 4 y 5° con los restantes.

^d 6° con los restantes.

^e 1° a 3° con los restantes.

^f 2° a 5° con los restantes.

^g 1° con los restantes.

^h 5° y 6° con los restantes.

ⁱ 1° a 5° con los restantes.

^j 2° a 4° con los restantes.

^k 5° con los restantes.

Se realizó una comparación de medias mediante la prueba *t* para muestras relacionadas para observar las diferencias existentes entre los valores ideales y reales del mobiliario. La comparación de variables cualitativas se realizó mediante la prueba de chi cuadrado. Además, sobre las variables cuantitativas, se analizó el tamaño del efecto mediante la prueba de *d* de Cohen ($d < 0,2$: nulo; $d = 0,2-0,49$: pequeño; $d = 0,5-0,8$: moderado; y $d > 0,8$: grande). En todas las pruebas estadísticas se consideró como nivel de significación un valor de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Un total de 110 estudiantes (66 niños y 44 niñas) que estaban matriculados en el

centro con edades de entre 6 y 12 años fueron invitados a participar, de los cuales dos no recibieron la autorización familiar. La muestra final estuvo conformada por 108 alumnos (edad media: 9,49 años; 52 % niños y 48 % niñas). Sus características antropométricas, así como la altura del mobiliario escolar registrada se presentan en la *Tabla 1*.

Los resultados mostraron la existencia de diferencias significativas en los registros antropométricos realizados en función del curso ($p < 0,0005$). No se observaron diferencias significativas por sexo en cada curso.

En la *Tabla 2* se muestra la altura media por curso de silla y mesa que empleaba el alumnado antes de la investigación (altura real), así como la

Tabla 2. Comparación entre cursos con análisis de varianza de un factor (ANOVA) de la altura real e ideal de las sillas y las mesas, y comparación por cursos entre la altura real e ideal de las sillas y mesas (prueba *t*)

Curso	Edad (años)	Altura real silla (cm)	Altura ideal silla (cm)	Prueba <i>t</i>		Prueba <i>d</i> de Cohen		Altura real mesa (cm)	Altura ideal mesa (cm)	Prueba <i>t</i>		Prueba <i>d</i> de Cohen	
			Rango ideal silla (cm)	t	p	d	r		Rango ideal mesa (cm)	t	p	d	r
1º EP n = 11	6-7	37,1 ± 1,8	29,6 ± 1,5 ^a (27,5 ± 1,4/ 31,7 ± 1,6)	9,041	,000*	4,5	0,9	59,7 ± 1,5	47,9 ± 2,5 ^c (44,6 ± 2,4 - 51,1 ± 2,6)	19,127	,000*	5,7	0,9
2º EP n = 13	7-8	37,8 ± 2,0	31,4 ± 1,0 ^b (29,2 ± 0,9/ 33,7 ± 1)	10,069	,000*	4,0	0,9	60,5 ± 2,4	50,4 ± 2,6 ^{bc} (46,9 ± 2,5 - 53,9 ± 2,7)	11,512	,000*	4,0	0,9
3º EP n = 19	8-9	42,7 ± 2,7	32,7 ± 2,0 ^b (30,4 ± 1,9/ 35,0 ± 2,2)	11,227	,000*	3,8	0,9	64,8 ± 2,9	50,8 ± 3,0 ^b (47,2 ± 2,9 - 54,4 ± 3,2)	13,292	,000*	4,7	0,9
4º EP n = 16	9-10	42,4 ± 1,4	35,6 ± 2,5 ^c (33,1 ± 2,3/ 38,1 ± 2,6)	11,579	,000*	3,4	0,9	66,0 ± 0,0	54,8 ± 4,8 ^c (51,0 ± 4,6/ 58,6 ± 4,9)	9,401	,000*	3,3	0,9
5º EP n = 21	10-11	42,9 ± 1,3	36,7 ± 1,8 ^{cd} (34,1 ± 1,7/ 39,3 ± 1,9)	15,214	,000*	3,9	0,9	69,8 ± 1,8	57,4 ± 2,7 ^c (53,4 ± 2,6/ 61,4 ± 2,8)	17,195	,000*	5,4	0,9
6º EP n = 28	11-12	42,5 ± 1,5	38,2 ± 1,4 ^d (35,6 ± 1/ 40,9 ± 1,5)	11,430	,000*	3,4	0,9	71,0 ± 1,4	60,5 ± 3,0 ^f (56,4 ± 2,9/ 64,7 ± 3,0)	18,611	,000*	4,5	0,9
ANOVA F			60,55					101,03	42,49				
	g/1		5					5	5				
	Sig.		0,00*					0,00*	0,00*				

* $p < 0,05$.

** Para la comprensión de esta tabla se informa que, a pesar de que la menor talla de silla y mesa del catálogo de primaria de Galicia es 36 y 60 respectivamente, el centro analizado utilizaba mobiliario de educación infantil en los primeros cursos. Por tanto, se observan en la tabla valores medios de la altura real del mobiliario del aula cuyo valor es inferior a las tallas menores del catálogo del mobiliario de esta región española.

Relación de significatividad entre cursos académicos:

^a 1º muestra diferencias con las restantes.

^b 2º y 3º con las restantes.

^c 4 y 5º con las restantes.

^d 5º y 6º con las restantes.

^e 1º y 2º con las restantes.

^f 6º con las restantes.

Expresión del tamaño del efecto: *d* y *r*, $d < 0,2$: nulo; $d = 0,2-0,49$: pequeño; $d = 0,5-0,80$: moderado; y $d > 0,8$: grande.

determinada posteriormente como ideal.

En la *Figura 1* se muestra el análisis del desajuste del mobiliario escolar por curso. Los resultados muestran la existencia de desajustes entre las características antropométricas del alumnado y la altura del mobiliario empleado. Se encontró que el 91,7 % y el 97,2 % de los participantes en esta investigación utilizaron una silla y una mesa que no se ajustaba a sus dimensiones antropométricas, respectivamente. El alumnado se sienta en una silla entre 2 y 8 cm

más grande de lo que le corresponde y usa una mesa entre 7 y 10 cm más alta de su talla ideal.

En relación con las medidas ideales de silla y mesa, así como su correspondiente intervalo mínimo y máximo recomendado, se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes cursos ($p < 0,0005$). No se aprecian diferencias estadísticamente significativas en cuanto al sexo de los participantes, salvo en segundo curso en la variable altura de la silla ideal ($p = 0,007$).

FIGURA 1. Grado de ajuste del mobiliario de educación primaria (EP) por curso. A: desajuste de la silla; B: desajuste de la mesa

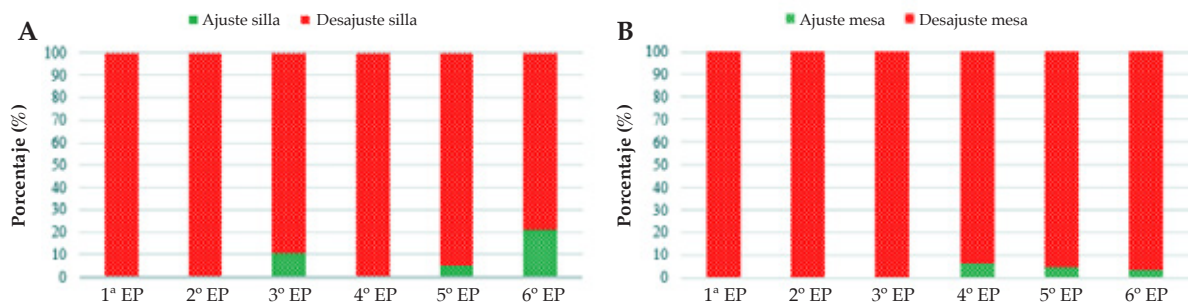


TABLA 3. Relación de tallas recomendadas para el centro de análisis mediante la normativa de la región de Galicia y directrices de la Unión Europea

Curso	Talla silla Galicia			Talla silla UE			Talla mesa Galicia			Talla mesa UE		
	Talla	Frec.	Porc.	Talla	Frec.	Porc.	Talla	Frec.	Porc.	Talla	Frec.	Porc.
Primero	S28*	6	54,5	S26	3	27,3	M42*	2	18,2	M46	7	63,6
	S32**	5	45,5	S31	8	72,7	M48*	8	72,7	M53	4	36,4
							M54**	1	9,1			
Segundo	S28*	1	7,7				M48*	8	61,5	M46	6	46,2
	S32**	12	92,3	S31	13	100	M54**	5	38,5	M53	7	53,8
Tercero	S28*	3	15,8	S31	8	42,1	M48*	11	57,9	M46	7	36,8
	S32**	11	57,9	S35	10	52,6	M54**	8	42,1	M53	12	63,2
	S36	5	26,3	S38	1	5,3						
Cuarto	S32**	3	18,7	S31	2	12,5	M48*	3	18,7	M46	3	18,8
	S36	9	56,3	S35	8	50	M54**	6	37,5	M53	6	37,5
	S40	4	25,0	S38	6	37,5	M60	7	43,8	M59	6	37,5
									M64	1	6,2	
Quinto	S36	17	81,0	S35	11	52,4	M48*	1	4,8	M53	3	14,3
	S40	4	19,0	S38	10	47,6	M54**	10	47,6	M59	15	71,4
						M60	10	47,6	M64	3	14,3	
Sexto	S36	10	35,7	S35	3	10,7	M54**	2	7,1	M53	1	3,6
	S40	18	64,3	S38	23	82,2	M60	20	71,5	M59	18	64,3
			S43	2	7,1	M66	6	21,4	M64	9	32,1	
F		19,778			68,667			38,815			13,111	
Sig.		0,000			0,000			0,000			0,004	

UE: Unión Europea.

* Propuesta de medida que se recomienda emplear pero que no existe actualmente en la normativa del mobiliario de la región de Galicia (ni en educación infantil ni en primaria). Se añaden las tallas de 28 y 32 cm en la silla y las de 42, 48 y 54 cm en la mesa siguiendo una lógica secuencial de cambio de tamaño que se podría esperar.

** Talla de catálogo de la región de Galicia recomendada para la educación infantil (3-5 años).

El análisis del tamaño del efecto (prueba *d* de Cohen) en la altura ideal de la silla indica que las diferencias entre ambos grupos son moderadas ($d = 0,74$). La prueba *t* para muestras relacionadas entre la altura real del mobiliario y la altura ideal tras el análisis antropométrico, muestra que existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0005$) en todas las comparaciones realizadas. El análisis del tamaño del efecto (prueba *d* de Cohen) indica que todas las diferencias encontradas son grandes ($d > 0,8$).

En la *Tabla 3* se presenta la propuesta de mobiliario considerada ideal en base a las características antropométricas del alumnado. Para ello, se tuvo en cuenta el catálogo actual de Galicia¹³ y el documento de referencia de la UE.¹²

En la *Figura 2* se ilustra el grado de ajuste evidenciado tras la reorganización del mobiliario escolar en el centro de referencia teniendo en cuenta la normativa de la UE y el catálogo de la región.

DISCUSIÓN

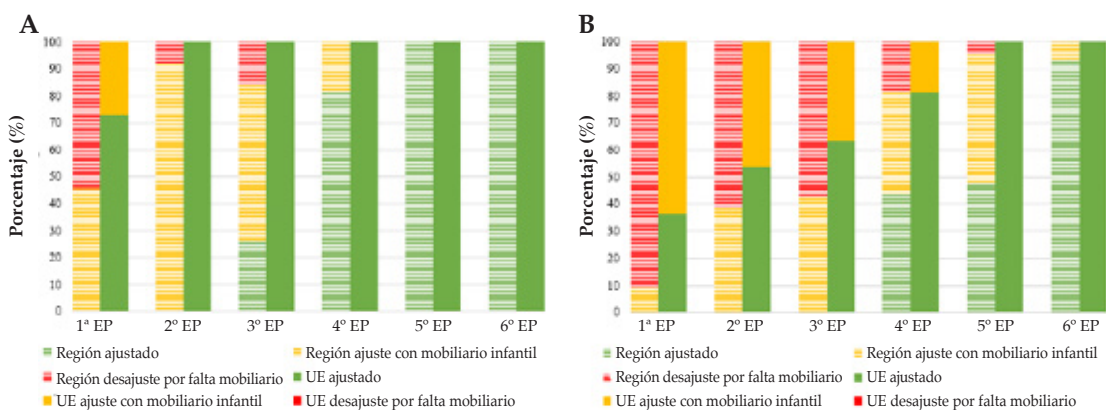
El presente estudio tuvo como objetivo la evaluación del grado de ajuste del mobiliario en función de la antropometría de un grupo de estudiantes, así como la realización de una propuesta de tallas según la realidad del aula y las normativas de Galicia y la UE.

Las evaluaciones realizadas evidenciaron la existencia de un desajuste entre las características antropométricas del alumnado y la altura del mobiliario escolar; el porcentaje de estudiantes que se sientan en una silla y emplean una mesa, demasiado altas, es excesivamente elevado. Estos desajustes pueden provocar trastornos

anatómico-funcionales, problemas en el proceso de aprendizaje y están en la línea de lo reportado en estudios de diferentes continentes.⁵ En Norteamérica observaron que el alumnado utilizaba una silla inadecuada hasta en el 92 % de los casos y una mesa incorrecta en el 95,1 % de las ocasiones.¹⁸ Desajustes elevados se han observado también en poblaciones asiáticas,¹⁹ con un 92,5 % en sillas y 100 % en mesas. En Sudamérica se encontró, en escuelas chilenas, que más del 70 % del alumnado utilizaba una silla incorrecta y en un 100 % de los casos la altura de la mesa era errónea;²⁰ también Perú informó de altos niveles de desajuste.²¹ En Europa, trabajos realizados en el norte de Portugal,²² informan de niveles de desajuste del 96 % en las sillas y un 76 % en las mesas.

En relación a las normativas en España no existe una regulación estatal, por lo que debe seguir las directrices de la UE;¹² sin embargo, esta norma no se está siguiendo. Esto puede ser debido a que, por un lado, al estar las competencias educativas transferidas, existe libertad por parte de las regiones del estado para determinar el tipo de mobiliario a utilizar en las escuelas. A su vez, los resultados del estudio muestran que estas administraciones no están siguiendo un criterio antropométrico en las tallas propuestas, y que existe una falta de actualización en lo referente al diseño y medidas que debiera presentar el mobiliario escolar, ya que la norma vigente de Galicia es del 2007. La dificultad de abordar una inversión en nuevo mobiliario por su elevado coste también puede ser uno de los motivos.^{23,24} Los resultados obtenidos indican que para la población objeto de estudio se deberían

FIGURA 2. Nivel de ajuste por curso del mobiliario de educación primaria (EP) por catálogo de referencia de Galicia y de la Unión Europea. **A:** tallas de las sillas. **B:** tallas de las mesas



seguir las tallas del catálogo de la UE,¹² el cual permite adecuar tanto las sillas como las mesas a las características de todo el alumnado. Así, serían necesarias cinco tallas para sillas (26, 31, 35, 38 y 43) y cuatro tallas para las mesas (46, 53, 59 y 64). Con el catálogo actual de la región de Galicia,¹³ solo es posible el ajuste total en 5° y 6° de la EP (10 a 12 años). En el resto de los cursos, se tendría que recurrir a mobiliario no destinado a la EP. Como caso más destacable, señalar que la totalidad del alumnado de 1° de la EP utiliza mobiliario inadecuado. Si a 1° EP se le asignara el mobiliario destinado por normativa a educación infantil, se podría ajustar tan solo al 45,5 % de los estudiantes en la silla y al 9,1 % en la mesa. El alumnado restante no encontraría en las tallas de la normativa de mobiliario de Galicia una silla y mesa acorde a sus características antropométricas. Si el centro dispusiera de muebles según la normativa de la UE, sí podría hacer una distribución apropiada a la totalidad de sus estudiantes.

A su vez, se observaron diferencias estadísticamente significativas respecto a las tallas de silla y mesa que debe emplear el alumnado por curso, por lo que no se puede determinar una única talla por curso o edad, sino más bien establecer una propuesta de tamaño de mobiliario por nivel madurativo. Estos hallazgos coinciden con las conclusiones de otras investigaciones^{22,25} y evidencian la variabilidad de dimensiones antropométricas del alumnado de la EP, siendo necesaria tanto en silla como en mesa, entre dos y tres tallas diferentes en cada curso, o mobiliario regulable.^{24,26}

Limitaciones

Existen ciertas debilidades metodológicas, como el reducido tamaño muestral, perteneciente a un único colegio público, o los análisis comparativos entre los diferentes grupos (al ser pequeños) tanto al analizar los diferentes cursos como el sexo de los participantes. Por tanto, deben ser tenidas en cuenta, pues limitan la interpretación y transferencia de los resultados presentados, al no ser una muestra representativa de toda la región. Tampoco se utilizó ningún instrumento que permitiera detectar dolencias músculo-esqueléticas. Sin embargo, los hallazgos podrían ser un indicador de un problema similar en este y otros países, por lo que resulta necesario realizar estudios con un número más grande de estudiantes.

CONCLUSIONES

Existe un desajuste entre las características antropométricas del alumnado y las medidas del mobiliario escolar, con un elevado porcentaje de estudiantes que se sientan en una silla y emplean una mesa, demasiado grandes.

El catálogo de tallas regional que se está utilizando en la actualidad es inadecuado, al no seguir el criterio de ajuste antropométrico. En cambio, las tallas indicadas en el catálogo europeo se adaptan correctamente a la muestra de referencia, por lo que es necesario utilizar varias tallas por curso o mobiliario regulable para adaptarse a las características antropométricas de todo el alumnado. ■

REFERENCIAS

1. Cooper AR, Goodman A, Page AS, Sherar LB, et al. Objectively measured physical activity and sedentary time in youth: The International children's accelerometry database (ICAD). *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2015; 12:113.
2. Janssen X, Mann KD, Basterfield L, Parkinson KN, et al. Development of sedentary behavior across childhood and adolescence: Longitudinal analysis of the Gateshead Millennium Study. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2016; 13:88.
3. Mooses K, Mägi K, Riso EM, Kalma M, et al. Objectively measured sedentary behaviour and moderate and vigorous physical activity in different school subjects: a cross-sectional study. *BMC Public Health.* 2017; 17(1):108.
4. Ridgers ND, Salmon J, Ridley K, O'Connell E, et al. Agreement between activPAL and ActiGraph for assessing children's sedentary time. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2012; 9:15.
5. 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.
6. Mura G, Vellante M, Nardi A, Machado S, Carta M. Effects of school-based physical activity interventions on cognition and academic achievement: a systematic review. *CNS Neurol Disord Drug Targets.* 2015; 14(9):1194-208.
7. Fettweis T, Demoulin C, Vanderthommen M. Influence de la position assise d'enfants sur leurs capacités cognitives. *Kinésithérapie.* 2013; 13(136):20-5.
8. Wick K, Faude O, Manes S, Zahner L, Donath L. I can stand learning: A controlled pilot intervention study on the effects of increased standing time on cognitive function in primary school children. *Int J Environ Res Public Health.* 2018; 15(2):356.
9. Instituto Nacional de Normalización. Norma chilena 2566. Mobiliario escolar de silla y mesas escolares y requisitos dimensionales. Santiago de Chile: INN; 2002.
10. Japanese Standards Association. JISS 1021 School furniture-Desk and chairs for general learning space. Tokyo: Japanese Industrial Standards; 2011.
11. Korean Industrial Standards. KS G 2010:2015 Chairs and Tables for Educational Institutions. Korea: KIS; 2015.
12. European Committee for Standardization CEN. Furniture - Chairs and tables for educational institutions - Part 1: Functional dimensions. Brussels: CEN; 2015.
13. Xunta de Galicia. Equipamento de centros: catálogos xerais [Internet]. Galicia: Consellería de Educación, Universidade e Formación Profesional; 2017 [Acceso: 1 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://www.edu.xunta.gal/portal/node/495>

14. Harriss DJ, Atkinson G. Ethical Standards in Sport and Exercise Science Research: 2016 Update. *Int J Sports Med.* 2015; 36(14):1121-4.
15. Bragança S, Arezes P, Carvalho M, Ashdown SP, et al. A comparison of manual anthropometric measurements with Kinect-based scanned measurements in terms of precision and reliability. *Work.* 2018; 59(3):325-39.
16. ISO. ISO 7250-1: Basic human body measurements for technological design - Part 1: Body measurement definitions and landmarks. 2nd ed. Geneva: International Organization for Standardization; 2017.
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):1123-32.
18. Brewer JM, Davis KG, Dunning KK, Succop PA. Does ergonomic mismatch at school impact pain in school children? *Work.* 2009; 34(4):455-64.
19. Parvez MS, Parvin F, Shahriar MM, Kibria G. Design of Ergonomically Fit Classroom Furniture for Primary Schools of Bangladesh. *J Eng (United Kingdom).* 2018; 2018:3543610.
20. 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):585-95.
21. Manrique-Olivares D, Quispe-Montoya K. ¿Es el mobiliario escolar adecuado para los estudiantes? Evaluación de una muestra de escolares peruanos. *Arch Argent Pediatr.* 2016; 114(1):e70.
22. Macedo AC, Morais A V, Martins HF, Martins JC, et al. Match between classroom dimensions and students' anthropometry: Re-equipment according to european educational furniture standard. *Hum Factors.* 2015; 57(1):48-60.
23. Da Silva LB, Coutinho AS, Da Costa Eulálio EJ, Soares EVG. School furniture and work surface lighting impacts on the body posture of Paraíba's public school students. *Work.* 2012; 42(4):579-87.
24. Cantin N, Delisle I, Baillargeon M. Reducing Child-Furniture Incompatibility in Primary Schools. *J Occup Ther Sch Early Interv.* 2019; 12(2):200-9.
25. 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):427-38.
26. Yanto, Lu CW, Lu JM. Evaluation of the Indonesian National Standard for elementary school furniture based on children's anthropometry. *Appl Ergon.* 2017; 62:168-81

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 ^(*)	0,001 ^(*)	0,001 ^(*)	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) 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

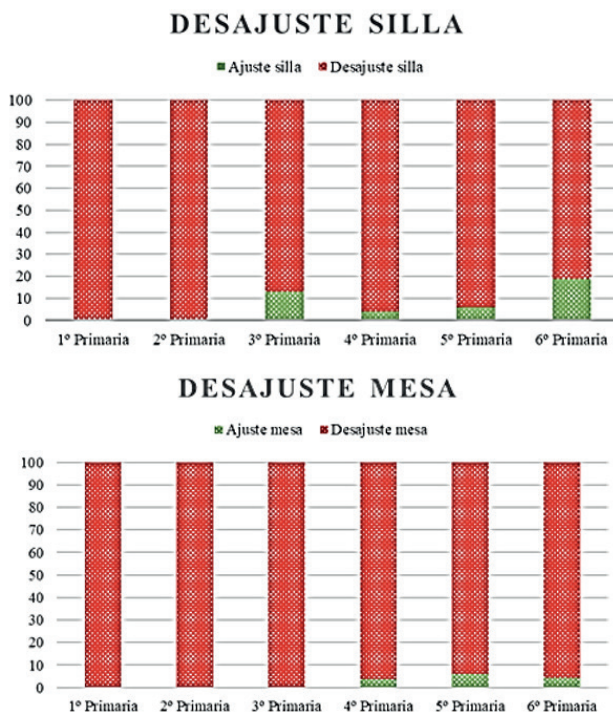
Comparación entre cursos (Anova) de la altura ideal y de la altura ideal estimada con el TAIS en mesas, y comparación por cursos entre la altura real de aula con la ideal y la real con la altura estimada con el TAIS en mesas (prueba T para muestras relacionadas).

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.



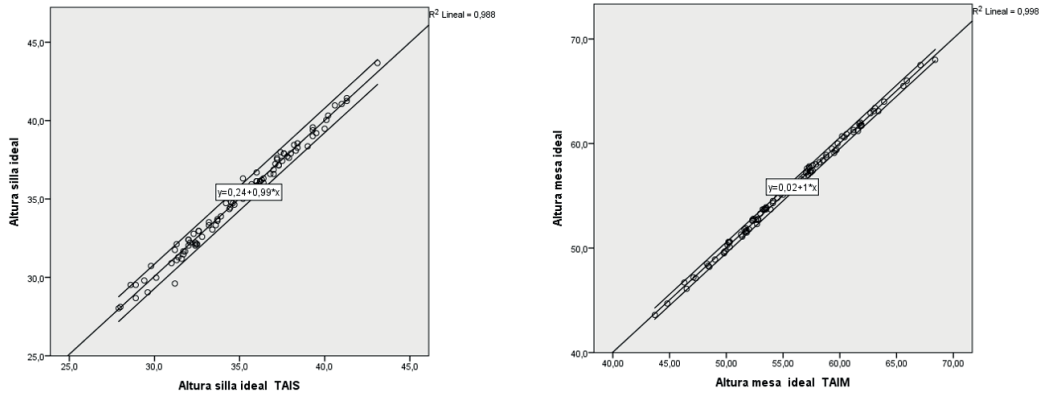
del registro en función del sexo nos indicó que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en ninguna de las variables estudiadas, ni estudiando los datos de forma agrupada ni segmentando el análisis por curso.

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. Parcels 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.