

Diseño de un mesa banco ergonómico considerando la antropometría de estudiantes de nivel medio superior



Colaboración

José Ignacio Aguilar Carrasco; Ángel Evaristo Flores Ramírez; Roberto Arvizu Acosta; Arely Ortiz Ramírez; Luis Francisco Rivas Escojido, Tecnológico Nacional de México / Campus Ciudad Constitución

Fecha de recepción: 16 de abril de 2021

Fecha de aceptación: 07 de septiembre del 2021

RESUMEN: La ergonomía es la integración de diversas disciplinas que tienen como objetivo adecuar las condiciones físicas y ambientales de trabajo al usuario para evitar lesiones y al mismo tiempo generar un estado de confort. En este contexto la presente investigación se basa en los principios del diseño ergonómico considerando las variables antropométricas de una muestra de estudiantes pertenecientes a nivel medio superior para diseñar un pupitre ergonómico a través de software CAD y posteriormente se fabricó un prototipo funcional que puede ser evaluado por los estudiantes en condiciones de uso cotidiano. Los resultados de la encuesta de evaluación muestran que el 63.33% de los estudiantes concluyeron que el mesa banco ergonómico es cómodo, el 30% afirmó que es muy cómodo y solo al 6.67% les resultó indiferente. En relación a la preferencia, el 100% de los encuestados eligieron utilizar la mesa banco diseñado antes que el convencional.

PALABRAS CLAVE: antropometría, diseño, educación, ergonomía, mesa banco.

ABSTRACT: Ergonomics is the integration of various disciplines that aim to adapt the physical and environmental working conditions to the user to avoid injuries and at the same time generate a state of comfort. In this context, the present research is based on the principles of ergonomic design considering the anthropometric variables of a sample of students belonging to the mid-upper educative level to design an ergonomic school desk through CAD software to later manufacture a functional prototype that can be evaluated by students in a regular use basis. The survey evaluation results show that 63.33% of the students concluded that the ergonomic desk is comfortable, 30% affirmed that it is very comfortable and only 6.67% found it indifferent. Regarding preference, 100% of those surveyed chose to use the designed bench rather than the conventional one.

KEYWORDS: anthropometry, design, education, ergonomics, school desk.

INTRODUCCIÓN

El estado de las instalaciones donde se imparten las actividades de enseñanza aprendizaje es un factor clave en el rendimiento escolar de los alumnos, el entorno en el que interactúan los puede fortalecer o limitar. El mobiliario escolar es donde los estudiantes realizan las actividades de clase por lo tanto pueden pasar tiempo prolongado sentados en sus mesas bancos adoptando una mala postura, ya sea porque las dimensiones no son favorables o el diseño no está creado para el confort del usuario.

La Ergonomía es un conocimiento aplicado desde siempre a la búsqueda natural de la adaptación de los objetos y el medio a las personas, estos conocimientos implican la comprensión de los límites del esfuerzo del ser humano a fin de no provocar transgresiones que causen daños [1].

De acuerdo con este autor [2], la aplicación de la ergonomía en los centros escolares supone elaborar un plan o programa ajustado a las necesidades y posibilidades de la institución por tanto la ergonomía escolar se preocupa del alumnado, de los docentes y de su adecuada integración en el entorno para mejorar su confort y rendimiento.

Las instituciones educativas son consideradas como segundas casas, de acuerdo al tiempo de permanencia que se lleva en dichos lugares, por ello es necesario contar con un buen confort, encontrándose que en el ámbito escolar no se presta demasiada atención al aspecto de la ergonomía [2], pero el hecho de proponer en las instituciones educativas un estudio ergonómico podría mejorar el confort del profesorado y del alumnado, y una reducción de la carga mental en ambos, mejorando el desarrollo de los mismos.

Las aulas de los colegios e institutos educativos están distribuidas en sillas y mesas, normalmente alineadas y con iguales dimensiones, esta disposición supone que los alumnos cumplan la mayoría del horario escolar sentados en sus pupitres, en muchas ocasiones mal adaptados a sus tallas y pesos [3]. A la hora de elegir el mobiliario en el aula es importante pensar en criterios ergonómicos ya que el alumnado permanece sentado más del 80 % del tiempo que están en el centro [2]. Algunos autores han contabilizado el número de horas que pueden pasar los alumnos por año sentados en sus pupitres, siendo un número cercano al millar [3].

Desde los años setenta hasta hoy en día el mobiliario escolar presenta pocas variaciones desde el punto de vista ergonómico. Los parámetros de diseño siguen siendo fundamentalmente los mismos, si bien actualmente la superficie del asiento y del respaldo son mayores y presentan una curvatura que se adapta al cuerpo del usuario, lo que hace que el asiento sea más cómodo y se dé una mayor protección a la espalda. Sin embargo, las dimensiones generales del puesto son menores que las de los pupitres de los años 50, a pesar de que la talla media del alumno, a igualdad de edad, de aquella época era menor que en la actualidad [4].

Una correcta aplicación de la ergonomía puede mejorar la satisfacción laboral del personal docente y contribuir a la mejora de los aprendizajes y el rendimiento en el alumnado, por tanto, en el contexto escolar habría que empezar a trabajar los aspectos

ergonómicos a efectos de prevenir daños para la salud o bajo rendimiento escolar que pueden ser perniciosos para el equilibrio mental y social de los individuos, llegando a materializarse en dolencias de tipo somático o psicósomático [2].

Considerando los aportes positivos que la ergonomía puede brindar en el ámbito escolar surge la presente investigación en la que se diseña y evalúa un mesa banco ergonómico funcional considerando las variables antropométricas de una muestra de estudiantes de nivel medio superior pertenecientes al Colegio de Bachilleres plantel 08 Ciudad Constitución en el estado de Baja California Sur, por tanto el objetivo es diseñar, elaborar y evaluar un prototipo de mesa banco ergonómico en función de las variables antropométricas obtenidas en una muestra de estudiantes de educación media superior, demostrando así que el diseño adecuado de mobiliario escolar puede ser un factor de interés entre los estudiantes cuando realizan actividades de aprendizaje dentro del aula. Las actividades que integraron la presente investigación se muestran en la Figura uno:

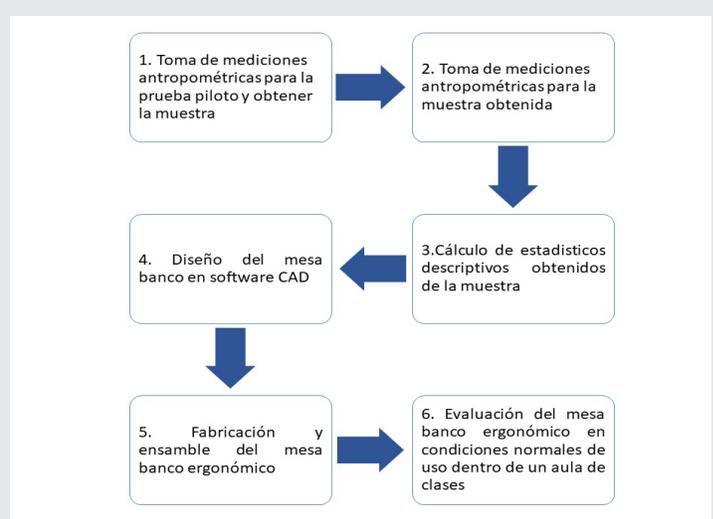


Figura 1. Mapa visual de actividades.

MATERIAL Y MÉTODOS

La toma de mediciones antropométricas de los estudiantes y la evaluación del mesa banco ergonómico se realizaron en el Colegio de Bachilleres plantel 08 ubicado en Ciudad Constitución, municipio de Comondú, Baja California Sur, es un organismo público descentralizado que ofrece servicios de educación pública a nivel medio superior validado por la Dirección General del Bachillerato y la Secretaría de Educación Pública.

Para la cuantificación de la muestra se realizó una prueba piloto con 30 estudiantes que la institución educativa proporcionó, sus edades oscilan entre los 14 y 18 años. Se les tomaron diversas mediciones antropométricas empleando los instrumentos mostrados en la Figura 2.



Figura 2. Instrumentos utilizados para la toma de mediciones antropométricas.

Realizada la prueba piloto se empleó la fórmula del promedio de acuerdo con base a la distribución normal [5] para determinar la muestra de estudiantes necesarios para una nueva toma de mediciones antropométricas.

$$n = \frac{S^2}{\frac{e^2}{z^2} + \frac{S^2}{N}} \quad \text{Ec. (1)}$$

S = Desviación estándar (de cada variable).

Z = Nivel de confianza = 95% (1.96)

N = Población = 400

e = Margen de error 5% x Media (de cada variable).

Una vez obtenida la muestra y realizada la nueva toma de mediciones antropométricas se tomaron los percentiles resultantes necesarios para dimensionar las partes que estructuran la mesa banco ergonómico, en cuestión de alcance se utilizó el percentil 5, mientras que en cuestión de holgura se emplearon los percentiles 95. Las variables antropométricas utilizadas para determinar las dimensiones se muestran en la Tabla 1. **Tabla 1. Relación entre las variables antropométricas y las partes del mesa banco ergonómico.**

Parte del mesa banco	Variables utilizadas para su diseño
Silla (respaldo, asiento y descansa brazo)	- Altura del piso al hombro (Sentado) - Altura del piso al codo (sentado) - Distancia del piso a la rodilla (sentado) - Ancho hombros - Ancho de cadera - Distancia rodilla-glúteo - Distancia codo-muñeca.
Mesa (estructura y paleta)	-Profundidad abdominal. -Ancho de cadera. -Distancia del suelo a la rodilla (sentado). -Distancia codo-muñeca. -Distancia rodilla-glúteo.

Obtenidas las dimensiones necesarias se diseñó a través de software AutoCAD el modelo del mesa banco ergonómico y posteriormente en las instalaciones del Tecnológico Nacional de México campus Ciudad Constitución se ensamblaron las partes que lo integran.

Para evaluar el nivel de satisfacción de los estudiantes en relación a la utilización del mesa banco, este se estableció en un salón de clases de tiempo completo y se aplicó un cuestionario al término de cada clase al estudiante que utilizó el mesa banco ergonómico, de esta manera se realizaba la rotación de estudiantes cada 50 minutos que hasta completar 30 encuestados.

RESULTADOS

El tamaño de la muestra calculada a través de la prueba piloto como se observa en la Tabla 2, donde se calculó una muestra para cada variable antropométrica y del promedio de estas se obtuvo la muestra final para la nueva toma de mediciones resultando 31 estudiantes.

Tabla 2. Datos estadísticos de cada variable antropométrica para la determinación de la muestra. Resultados en centímetros.

Variables antropométricas	Desviación	s ²	Media	e ²	s ²	Muestra
Altura a hombros (sentado)	5.92	35.06	101.54	5.07	3.84	24.88
Altura al codo (sentado)	4.17	17.38	68.27	3.41	3.84	18.65
Distancia codo-muñeca	3.05	9.3	27.79	1.38	3.84	24.16
Distancia rodilla sentado	4.07	16.56	52.5	2.62	3.84	22.85
Ancho hombros	4.79	22.94	43.56	2.17	3.84	36.75
Ancho de cadera	4.39	19.27	34.67	1.73	3.84	38.58
Profundidad del cuerpo	3.39	11.49	22.53	1.12	3.84	35.68
Profundidad abdominal	3.75	14.09	20.81	1.04	3.84	46.02
Distancia rodilla-glúteo	4.08	16.61	52.2	2.61	3.84	23.03
Parte baja sentada	5.38	29.02	46.95	2.34	3.84	42.45
Promedio de las muestras: 31						

Este nuevo procedimiento fue realizado con 17 estudiantes del sexo masculino y 14 del sexo femenino, determinando por un padrón proporcionado por la institución, seleccionándose los estudiantes empleando muestreo aleatorio simple mediante números aleatorios con software Microsoft Excel®, tomando los grupos de 4A, 4B, 4C, 6A, 6B Y 6C.

Los resultados de este procedimiento se muestran en la Tabla 3 donde se pueden observar los estadísticos descriptivos necesarios para diseñar el mesa banco ergonómico.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de cada variable antropométrica para diseñar el mesa banco ergonómico. Resultados en centímetros.

Variable antropométrica	Percentil 5	Percentil 95	Promedio	Máximo	Mínimo
Altura al hombro (Sentado)	90	110.3	101.55	113	87
Altura al codo (sentando)	61.5	74.5	68.27	76	57
Distancia rodilla-glúteo	46	59	52.21	61.5	45
Distancia codo-Muñeca	23	32.5	27.79	33	22
Parte Baja Sentada	39.75	55.5	46.95	56	38
Distancia a rodilla (sentado)	45.25	58.25	52.5	59	45
Ancho Hombros	36.25	50.6	43.56	51.6	35
Ancho de Cadera	29	42	34.67	44.7	27
Profundidad del Cuerpo	16	27.45	22.54	29.5	15.5
Profundidad abdominal	15.5	27.2	20.82	28.5	15

Una vez seleccionados los materiales para la construcción del mesa banco ergonómico se ensamblaron sus diferentes partes que se pueden clasificar en dos estructuras principales (silla y mesa) como se muestra en la Figura 3:

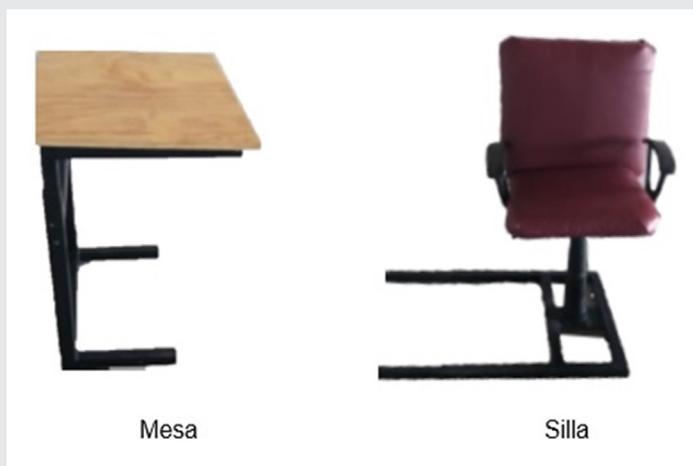


Figura 3. Partes que integran la mesa banco ergonómico.

Es importante mencionar que el diseño permite que la silla gire 360 grados, también se le integró un pistón el cual sirve para elevar o bajar el asiento, además presenta un desplazamiento horizontal entre la mesa y la silla. Estas características lo hacen adecuado para las diferentes características físicas corporales de los estudiantes ya que se pueden ajustar sus dimensiones para un mejor confort. De igual manera la mesa tiene una inclinación ajustable de hasta 5 grados en la para evitar flexiones inadecuadas en la muñeca de los estudiantes cuando realizan sus actividades de escritura. Las dimensiones finales se muestran en la Tabla cuatro.

Por último, los resultados obtenidos en la evaluación solamente reflejan la percepción que tienen los participantes en relación al diseño y confort del mesa banco ergonómico durante una hora de clases por lo que su viabilidad puede ser evaluada en futuras investigaciones.

Tabla 4. Dimensiones de la estructura de mesa banco ergonómico.

Parte del mesa banco	Medidas en cm
Respaldo	-ancho superior 51 -ancho inferior 42 -largo 52
Asiento	-ancho 42 -largo 40
Descansa brazos	-altura 16 -largo 23
Desplazamiento vertical del asiento	12
Desplazamiento horizontal entre la mesa y la silla	17
Mesa	-largo 40 -ancho 51 -inclinación 5 grados

Los resultados de la primera pregunta realizada (Figura 4) muestran que el 63.33% de los encuestados afirma que el mesa banco es cómodo, el 30% indica que es muy cómodo y solo el 6.67% es indiferente en relación a su comodidad.

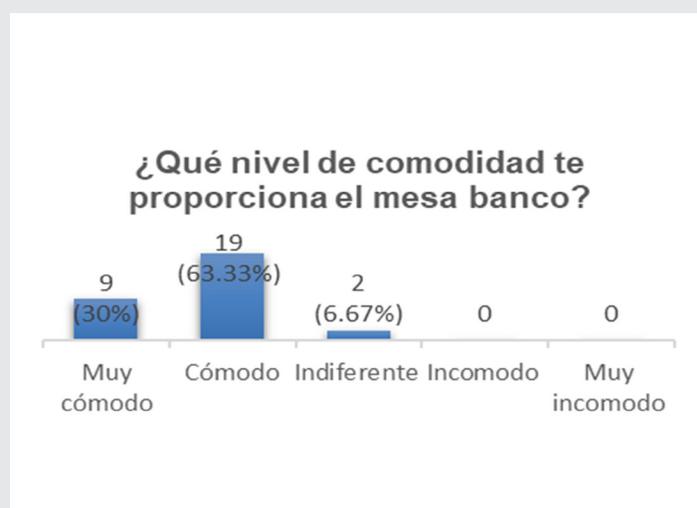


Figura 4. Resultados de la pregunta uno de evaluación.

La Figura 5 muestra la precepción que tienen los encuestados en relación a las proporciones del asiento y el respaldo, el 100% indicó que opción de adecuado para el asiento y el 100% indicó también opción adecuada para el respaldo, concluyendo que las proporciones que tiene el asiento y el respaldo son los correctos.

En la siguiente Figura 6 se muestran los resultados respecto a la percepción de la distancia que existe entre el asiento y la mesa, el 26.67% indica que es muy grande, el 66.66% eligieron la opción de adecuado y solo el 6.67% la opción de muy corta.

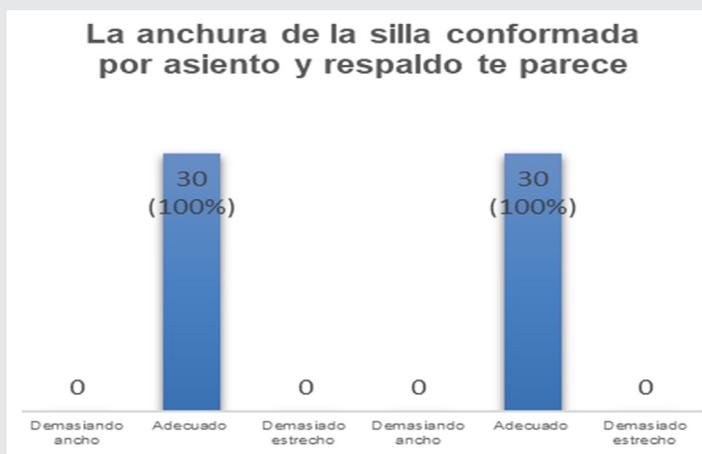


Figura 5. Resultados de la segunda pregunta de evaluación.

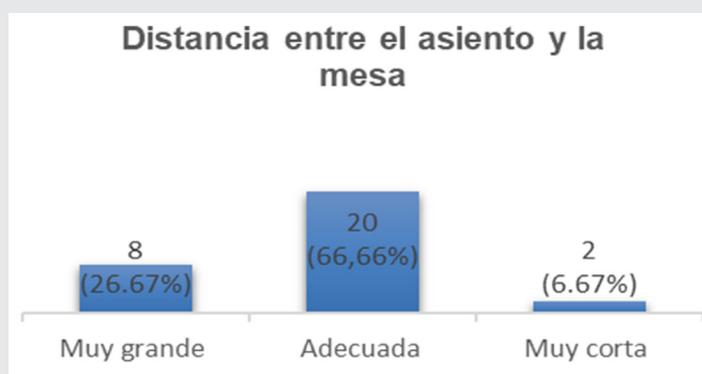


Figura 6. Resultados de la tercera pregunta de evaluación

En cuanto a la relación entre la comodidad y el desarrollo de las actividades de aprendizaje de los estudiantes, el 60% de los encuestados seleccionaron la opción de muy importante, el 30% indica que es importante y solo el 10% indica indiferente como se demuestra en la Figura 7.

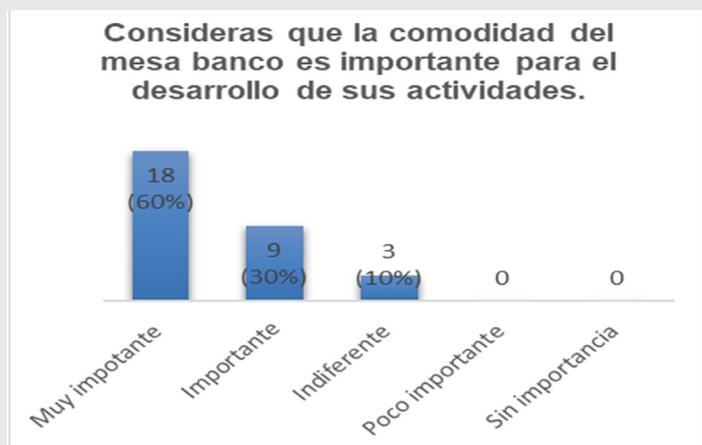


Figura 7. Resultados de la cuarta pregunta de evaluación.

Por último, en la Figura 8, se muestra la preferencia que tiene el usuario con el mesa banco ergonómico respecto al mesa banco convencional, teniendo una aceptación de 100% de los 30 alumnos.

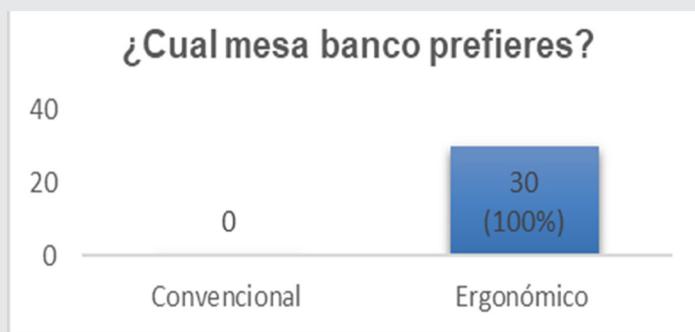


Figura 8. Resultados de la cuarta pregunta de evaluación.

CONCLUSIONES

Una educación de calidad debe ofrecer confort y bienestar, el mesa banco escolar es un objeto esencial en la vida de los estudiantes ya que en promedio pasan de 5 a 6 horas al día en el, desde que inician su educación básica hasta nivel superior esto lo hace ser un factor muy importante en la adopción de la postura por la alteración de las curvaturas fisiológicas normales de la columna vertebral las cuales son: Hiperlordosis, Hipercifosis y Escoliosis, así como da origen a presentar contracturas muscular [6].

Después de realizar la evaluación correspondiente y utilizar los métodos ya mencionados con anterioridad, se concluye que el mesa banco ergonómico es adecuado a las proporciones físicas de los estudiantes y además que el confort puede ser un factor de interés para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje dentro del aula como se demostró en la presente investigación. De igual manera los resultados pueden servir de apoyo para la selección adecuada de mobiliario escolar ya que la utilización de una mesa banco adecuado puede motivar a los estudiantes a permanecer atentos sin que los problemas de malas posturas y posiciones incómodas sean un factor de distracción dentro del aula.

En la actividad pedagógica escolar se generan múltiples y variadas situaciones con referencia a los usuarios frente al mobiliario los involucrados en el presente estudio son jóvenes en permanente movilidad y partiendo de la premisa que todo lo que acontece en el espacio educativo escolar tiene una expresión distinta a un ámbito de personas adultas, lo que también genera necesidades propias [7] específicas de la población adolescente.

El diseño del mobiliario escolar debería considerar las dimensiones de los usuarios a los que va dirigido, en este caso para adolescentes, aplicar estos criterios antropométricos presenta grandes dificultades, ya que se trata de una población con gran variedad de dimensiones según las edades e incluso dentro del mismo grupo de edad, por lo tanto las autoridades educativas pueden apoyarse en este tipo de investigaciones para sustentar la correcta elección de mobiliario escolar

considerando la comodidad y viabilidad que este puede presentar.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Melo, J. L. (2009). *Ergonomía práctica*. Buenos Aires. Obtenido de *Guía para la elaboración práctica de un puesto de trabajo*.

[2] López Cózar, P. (Marzo de 2010). *ERGONOMÍA APLICADA AL AULA*. Obtenido de http://www.eduinnova.es/mar2010/ergonomia_aula.pdf

[3] Ramos Espada, D. &. (Septiembre de 2005). *Análisis de la postura sedente en una población escolar a través de un cuestionario y su posible influencia en las algias vertebrales*. Obtenido de *Pediatría Atención Primaria*.

[4] Rodríguez Jácome, L., & González Torre, P. L. (20 de enero de 2011). *La evolución del mobiliario escolar*. Recuperado el 07 de Septiembre de 2019, de *Técnica Industrial*: <http://www.tecnicaindustrial.es/TIFrontal/a-3358-la-evolucion-mobiliario-escolar.aspx>.

[5] Weiers, R. (1984). *Investigación de mercados*. Prentice Hall. 1era edición.

[6] Badía, P. (2010). *SALUD LABORAL*. Obtenido de Wolters Kluwer: <file:///publication.pdf>.

[7] Paz, M. (1996). *Aspectos ergonomicos. Guia de recomendaciones para el diseño de mobiliario escolar*. Editorial Universitaria.