

00169

# **EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN DISEÑO INDUSTRIAL  
PRESENTA :**

**OCTAVIO GARCÍA RUBIO**

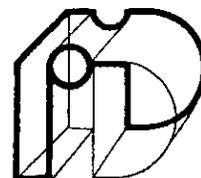


**POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL  
MAESTRÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL  
FACULTAD DE ARQUITECTURA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**



**México 2000**

232 110





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# **EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS**

**UTILIZACIÓN DEL MÉTODO  
PRUEBA DE AJUSTES**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN DISEÑO INDUSTRIAL  
PRESENTA:**

**OCTAVIO GARCÍA RUBIO**

**POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL  
MAESTRÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL  
FACULTAD DE ARQUITECTURA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**MÉXICO 2000**

# **EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS**

OCTAVIO GARCÍA RUBIO

**DIRECTOR DE TESIS:**

DR. DAVID SÁNCHEZ MONROY

**SINODALES:**

DR. OSCAR SALINAS FLORES  
DR. DAVID SÁNCHEZ MONROY  
MDI. ROSALÍO ÁVILA CHAURAND  
MDI. CECILIA FLORES SÁNCHEZ  
PROF. HORACIO DURÁN NAVARRO

POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL  
MAESTRÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL  
FACULTAD DE ARQUITECTURA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**MÉXICO, D.F., JULIO 2000**

**A Martha**

Mi esposa quien a mi lado y con su amor, ha sido el mayor apoyo que he tenido y que sé que seguiré teniendo toda mi vida.

**A Alejandro, Valentina y Benjamín**

Mis hijos preciosos.

**Julio 2000**

## ÍNDICE

Índice	I
Agradecimientos	III
1. Introducción	1
2. Propósito del estudio	7
2.1 Hipótesis	9
3. Método	13
3.1 Equipo para el experimento	16
3.2 Sujetos	23
3.3 Procedimiento de las pruebas de ajuste	28
3.3.1 Medición de la estatura del sujeto	28
3.3.2 Peso del sujeto	29
3.3.3 Altura del asiento	30
3.3.4 Distancia entre escritorio y silla	33
3.3.5 Altura de la cubierta	34
3.3.6 Profundidad del respaldo	36
3.3.7 Aitura asiento-respaldo	38
3.3.8 Inclinación cubierta	39
4. Resultados	42
4.1 Prueba piloto	42
4.2 Hoja de encuesta	44
4.3 Estatura	46
4.4 Peso	62

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

4.5 Pruebas de ajuste	62
4.5.1 Altura del asiento	63
4.5.2 Distancia entre escritorio y silla	65
4.5.3 Altura de la cubierta	68
4.5.4 Profundidad del asiento	70
4.5.5 Altura del respaldo	73
4.5.6 Inclinación de la cubierta	76
4.6 Síntesis de resultados	77
5. Conclusiones	80
6. Recomendaciones	84
6.1 Altura del asiento	84
6.2 Distancia entre escritorio y silla	86
6.3 Altura de la cubierta	88
6.4 Profundidad del respaldo	90
6.5 Altura del respaldo	90
7. Bibliografía	93

## AGRADECIMIENTOS

Después de mucho tiempo, me decidí a terminar algo que había comenzado, mucho más, tiempo atrás. Con sus idas y sus vueltas, este trabajo es producto de varias reflexiones y del trabajo propio que debe realizar cualquier estudioso de la ergonomía aplicada. Trabajo de gabinete y trabajo de campo, trabajo académico, en fin, trabajo de investigación.

El tema, inspirado fundamentalmente en la niñez servirá, creo yo, en colaborar con un granito de arena para hacer propuestas al mejoramiento de la educación y sobre todo con la educación básica, fundamental para el desarrollo de México, desde la perspectiva de la ergonomía y del diseño.

Es evidente que para realizar cualquier actividad de investigación, se requiere de personas, espacios, infraestructura, etc. que sin ellas en este caso, este trabajo no se hubiera podido realizar y que por lo tanto es obligado para mí hacer patente mis agradecimientos, a las personas e instituciones que desinteresadamente han colaborado con mi formación:

A Ana María Losada, quien me motivó e impulsó a terminar los créditos que faltaban para concluir los cursos de la maestría. Por su gran ayuda tanto en lo académico como en lo administrativo. Por su amistad.

A Arturo Domínguez Macouzet, por su amistad y su ejemplo profesional que refleja siempre el amor por el diseño.

A Horacio Durán Navarro, motivador profesional y gran maestro.

A Antonio Abad Sánchez, por su gran profesionalismo y especial paciencia en enseñarme y enseñar a los demás.

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

A Gabriel Simón Sol, quien me indujo a incursionar en los caminos de la enseñanza y que gracias a él, ahí seguimos.

A mis maestros y amigos, Oscar Salinas Flores, Fernando Martín Juez y Cesar González Ochoa quienes ayudaron a formar en mi, un nuevo concepto sobre la vida y el diseño.

A Javier Bravo, mi amigo y compañero de trabajo quien además me ayudó a realizar las tomas fotográficas.

A mi amigo y maestro, David Sánchez con todo mi agradecimiento por su ayuda, por su profesionalismo y su paciencia para dirigir este trabajo.

A la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, espacio donde me he desarrollado en los últimos veinte años de mi vida y que me ha brindado todo el apoyo para concluir esta investigación.

A la Escuela Primaria Carlos Marx por haberme permitido realizar este estudio y especialmente a todos los niños y niñas que me ayudaron e hicieron divertido mi trabajo.

A Grupo Infini S.A. quienes me dieron todas las facilidades para construir el simulador para las pruebas de ajuste.

## 1 INTRODUCCIÓN

El confort y la utilidad funcional de la silla y escritorio del salón de clases deben ser resultado de su diseño con relación a la biomecánica y a la estructura física del cuerpo humano. Los muebles escolares, deben permitir posturas de sentado confortables que ayuden a que el proceso de aprendizaje se lleve a cabo satisfactoriamente.

Para la realización de diferentes actividades como escribir, poner atención, pararse e interactuar en su entorno desde el pupitre, los alumnos tienen que asumir diferentes posturas corporales que demandan configuraciones geométricas contradictorias del escritorio, de la silla y de la relación entre ambos con el usuario. Es evidente que en las escuelas primarias en México existe una gran diversidad en las características dimensionales de sus escritorios y sillas.

Los escritorios y sillas escolares, son los objetos más importantes provistos para los alumnos por las instituciones educativas como parte significativa de su infraestructura. Desde el punto de vista de la ergonomía, las actividades que realiza un niño en torno a su mobiliario escolar se consideran como un trabajo donde existe consumo de energía corporal y una relación directa entre el usuario y su equipo de trabajo. Se considera, pues a este mobiliario y a las actividades en torno a este como un puesto de trabajo.

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

Una gran parte del tiempo que el alumno permanece en la escuela lo ocupa sentado en su silla y escritorio escolar y juegan un papel muy importante en el proceso de aprendizaje, por lo cual, estos deben permitir y estimular posturas de sentado adecuadas, como un sentado cómodo para poner atención cuando el profesor está impartiendo su clase, sea esta en postura recargada en un respaldo o con los brazos apoyados en la cubierta del escritorio, o en postura de escribir o de lectura e inclusive, en una postura de pié entre su silla y su escritorio.

Un estudio llevado a cabo por Floyd y Ward (1976) en una escuela de niños ingleses, mostró que del 30 al 40 % del tiempo total que estos pasan en su salón de clases lo emplean en escuchar y el 30 % restante en escribir. Es obvio que esto es variable dado que los niveles de atención por parte del alumno son diferentes de acuerdo al grado que se esté cursando durante los estudios de primaria. Asimismo, Storr-Paulsen (1994) demostró que niños de 8 y 9 años de edad permanecen sentados en su silla escolar, 60 de cada 90 minutos de estancia en su salón de clases.

La forma del escritorio y su silla son uno de los factores más importantes que afectan la concentración del alumno en el salón de clases. Una postura corporal incomoda le resta interés al alumno hasta en la clase más interesante. Debido a las grandes variaciones en los requerimientos antropométricos de los individuos, resulta muy difícil estandarizar los diseños. Es también significativo el hecho de que los niños de las escuelas primarias tienen un rango de edades que van desde

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

los 6 ó 7 años hasta los 11 ó 12 años y que dado este rango, sus dimensiones corporales varían significativamente de los primeros con respecto a los últimos.

Es importante destacar que en México, al no existir normas que permitan estandarizar las medidas ni diseños apropiados para este tipo de mobiliario escolar, se tuvo que recurrir a realizar una pequeña muestra sobre altura de mesas existentes mismos que arrojaron una variación en cuanto a su altura que va desde 52.5 a 72.5 cm. Al final de la encuesta y después de evaluar los resultados se harán las recomendaciones pertinentes que permitan estandarizar alturas para mesas, escritorios o pupitres escolares.

Sin embargo, es posible hacer algunos planteamientos y establecer algunas guías que puedan ayudar a diseñar desde el punto de vista ergonómico escritorios y sillas escolares.

Es relevante considerar que se podrían llegar a estandarizar las dimensiones de las sillas y mesas de tal manera, que permitan ante la variación de crecimiento de los niños, diferentes medidas de acuerdo al nivel escolar. Quizá desde el nivel preprimaria hasta la educación secundaria.

Se puede afirmar que todos los escritorios, pupitres, mesas y sillas escolares, en México, son de tipo fijo, es decir que no pueden ser modificadas en sus dimensiones o en su geometría. Su forma no puede ser variada para adecuarse a los requerimientos antropométricos de los usuarios y mucho menos ergonómicos,

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

es decir, que desde el punto de vista antropométrico, los niños en las escuelas primarias tienen variaciones dimensionales corporales que abarcan un alto rango que no pueden ser satisfechas por un solo equipo y desde el punto de vista ergonómico, una cantidad muy elevada de sujetos, tiene que adaptarse a su equipo de trabajo.

En las escuelas primarias, y sobre todo las escuelas públicas cuentan con un solo tamaño de silla y escritorio que en la mayoría de los casos, dejan fuera de un uso confortable a un gran número de usuarios.

En algunas escuelas se observó la utilización de muebles diseñados para adultos.  
(Ver figuras 1 y 2)

Asimismo, se podría afirmar que los conceptos anteriores como el crecimiento de los niños en un lapso de 6 años, la importancia de las posturas de trabajo en su escritorio y silla y, conocimientos mínimos de antropometría y ergonomía, no fueron contemplados al momento de diseñarse los muebles. Vargas (1990) indica que "el mobiliario escolar que se fabrica y que supuestamente se destina a los niños consta de mesas y sillas y otros objetos que no se ajustan a las necesidades de los usuarios, al no haber sido diseñados con fundamento en un estudio científico".

A través de algunos principios establecidos para el diseño de productos similares como muebles de oficina, sillones para auditorios, asientos para camión urbano,

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

metro, etc., se podrían aplicar ciertos criterios para el diseño de escritorios escolares. Sin embargo, los requerimientos funcionales para escritorios escolares no pueden ser equiparados con los sistemas de sentado mencionados anteriormente dado que el trabajo que se realiza es diferente e implica también otro tipo de consideraciones.

Una observación simple a un salón de clases en uso, revela que durante la clase, el alumno realiza un gran número de actividades como escribir, leer, escuchar o poner atención, pararse, hablar, dibujar, manejo de diversos equipos o materiales, etc. Los mas relevantes de estos son los de escuchar y escribir.

En una búsqueda bibliográfica sobre estudios hechos en niños de estas edades realizando sus labores escolares dentro del salón de clases, mostró que existen muy pocos estudios de este tipo. Sin embargo, se encontraron algunos que hablan sobre problemáticas similares en niños. Marschal (1995), Mierau (1989), Hancock y Alston (1986) y otras realizadas en adultos en el ámbito universitario. Hira (1980), Floyd y Ward (1976); Grandjean (1969).

Vargas (1990), realizó un estudio antropométrico en niños preescolares y niños hasta tercer grado de primaria donde concluye proponiendo las dimensiones basadas en su muestra de los usuarios satisfechos para las diferentes medidas de silla. Sin embargo, este estudio utiliza sillas existentes para realizar las mediciones, tomando en cuenta exclusivamente la altura del asiento y con rangos de 5 en 5 cm. entre una silla y otra.

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

Dada la importancia que tiene la educación escolar y sobre todo a nivel primaria y que los estudiantes pasan una gran parte de su tiempo interactuando con su mobiliario, el presente estudio se propuso para analizar las condiciones mínimas de confort que requiere un alumno para desempeñar de la manera mas adecuada sus actividades escolares en torno a su escritorio y a su silla, entendiendo como condición mínima de confort a las posturas mencionadas anteriormente relacionadas con el usuario de tal manera que le brinden bienestar durante el tiempo en el que realiza su trabajo.

Asimismo, debido a que existe muy poco material de consulta en este tema y especialmente, estudios hechos en niños de este nivel educativo, que permitan a los diseñadores y fabricantes, diseñar y producir mobiliario escolar que cumpla con requisitos mínimos de confort y que sea adecuado a todos los niveles de la escuela primaria dada la diversidad dimensional de los niños

Además de los resultados que se obtuvieron, se elaboraron criterios que permitirán a los encargados de amueblar los salones de clases, considerar los espacios adecuados para que la relación del objeto-usuario resulte la mas adecuada y funcional.

## 2 PROPÓSITO DEL ESTUDIO

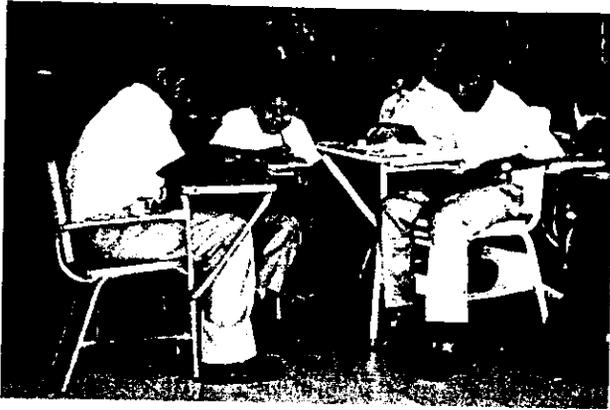
El mobiliario escolar en la ciudad de México, refleja una gran diversidad. En una visita a cuatro escuelas públicas y a una escuela privada, se encontraron escritorios, sillas, pupitres, mesas, bancos, sillas con paleta de diferentes medidas y diseños. Se observó que algunos de estos muebles le quedaban grandes a los niños y otros, le quedaban chicos. Asimismo, se observó que por su diseño, algunas sillas quedaban bien de altura a algunos niños pero por ejemplo, la profundidad del asiento era muy chica o el respaldo estaba muy alto resultando esto incómodo. Algunos escritorios estaban muy altos y otros muy bajos con respecto a la silla utilizada, propiciando posturas también incómodas y antiergonómicas. (Esto último, es sustantivo dado que la altura del asiento y su relación con la altura de la cubierta del escritorio forman un binomio inseparable y que en el mobiliario encontrado en estas visitas refleja que esto no fue tomado en cuenta por quienes lo diseñaron y lo fabricaron).

Desde esta perspectiva, el presente estudio se realizó para poder proponer en primer instancia un sistema de mobiliario que permita adaptarse a la mayoría de los usuarios.

En segunda instancia, lograr una serie de medidas, requerimientos y recomendaciones para los diseñadores y fabricantes así como a estudiantes de la carrera de diseño industrial, que sirvan para que los futuros productos abarquen a la mayoría de los usuarios.

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

Finalmente, brindar a los niños una estancia en su salón de clases más confortable.



**Figura 1**  
Posturas comunes en un salón de clases



**Figura 2**  
Posturas comunes en un salón de clases

### 2.1 Hipótesis

Dada la importancia que tiene el mobiliario escolar en el proceso de enseñanza - aprendizaje se plantea la siguiente hipótesis:

Los alumnos de primaria, debido a las diferencias antropométricas que hay entre las diversas edades, deben contar con mobiliario que sea adecuado a sus dimensiones corporales que le permita, como puesto de trabajo, realizar sus actividades escolares de una manera confortable y segura.

Se proponen preferentemente, tres grupos de mobiliario escolar (escritorio y silla) uno para alumnos de primero y segundo año de primaria; otro para alumnos de tercero y cuarto año y el último para niños de quinto y sexto año de tal manera que estos puedan abarcar a la mayoría de los niños en esta etapa educativa y se adecuen satisfactoriamente a sus dimensiones corporales. Es importante destacar que las actividades fundamentales que realizan los niños en todos los niveles son las siguientes:

- a) Prestar atención (recargado en el respaldo o apoyado con los brazos en el escritorio)
- b) Escribir, dibujar o iluminar.
- c) Leer (sentado y de pié)
- d) Interactuar con sus compañeros (trabajo en equipo o simplemente platicar)

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

Como se menciona en el capítulo de introducción, existen un sinnúmero de variables que dadas las condiciones actuales sobre el mobiliario de los salones de clases sobre todo en escuelas primarias de la Secretaría de Educación Pública, SEP, no permiten que el proceso de enseñanza aprendizaje se lleve a cabo de manera satisfactoria. Además, según Granjean y Hunting (1977) los dolores de espalda son la causa más frecuente de invalidez en adultos en la industria, y que este problema se debe a la adopción de posturas inadecuadas debidas al mobiliario. Se ha detectado un alto porcentaje de niños de primaria aquejados de dolores de espalda Mierau (1984) citado por Zacharkow (1988). También, se ha detectado que estos efectos negativos han sido causados por mobiliario mal diseñado.

No se encontraron estudios que reflejaran que una mala postura del niño durante el tiempo que permanece interactuando con su mesa y su silla pudiera ocasionarle trastornos físicos o algunas enfermedades que afectan a la estructura ósea del cuerpo, tanto en las etapas de crecimiento como en alguna de la edad adulta, reflejadas estas de manera inmediata o a largo plazo. Aunque el dolor de espalda por definición es un fenómeno subjetivo Troussier (1999), no se ha podido establecer con claridad su patología ni los mecanismos que lo causan a pesar de los estudios que se han realizado con sillas ergonómicamente diseñadas.

Sin embargo, se sabe que el uso de equipo y mobiliario inadecuado, puede causar fatiga, incomodidad y daños irreversibles en la postura y en la estructura del cuerpo (Vargas 1990). También, Bustamante (1995) le llama posturas patógenas a

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

los "hábitos levemente insanos", derivados de malas posturas causadas por malos productos. Menciona asimismo, que estas posturas patógenas se conocen en medicina como "microtraumas acumulativos".

Se puede asegurar que una mala postura generada por una silla o escritorio escolar inadecuado pueden producir lesiones que a largo plazo saldrán a la luz sin saber el origen o los porqués de la misma.

Se ha dicho en muchas ocasiones que la Ergonomía es la disciplina que estudia a grandes rasgos a las relaciones que hay entre el hombre y su medio de trabajo, buscando primordialmente el confort del usuario. Asimismo, que hay que adaptar al objeto o el trabajo al hombre y no el hombre a este. Frente a esto, se detectó que una gran cantidad de niños y niñas tienen que adaptarse a sus sillas y escritorios por tener un solo tamaño de mueble en su escuela. "Lo que hay que sufrir para adaptarse al mobiliario se pone de manifiesto en las posturas de esas criaturas dobladas sobre pupitres patógenos desde la infancia" Bustamante (1995)

Como se mencionó anteriormente, el presente estudio se realizó para poder proponer en primer instancia un sistema de mobiliario que permita adaptarse a la mayoría de los usuarios.

Según el estudio hecho por D. Sánchez (1978) para conductores, menciona que "cuando se diseña el espacio de trabajo de los conductores (cabina) es importante considerar el rango de las dimensiones humanas con el fin de acomodar a la

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

proporción más grande de la población. Este rango comúnmente representa 90 por ciento de la población, es decir desde el 5 percentil al 95 percentil". Sin embargo, en este caso es prácticamente imposible, con un solo producto abarcar al 90 por ciento de la población excluyendo a los sujetos por debajo del 5 percentil y a los que están por arriba del 95 percentil y que además, este producto cumpla con las características mínimas de confort requeridas para este tipo de mobiliario, debido como se ha mencionado anteriormente, a las variaciones antropométricas que existen en los sujetos de este rango de edad y que llegan a cambiar (tomando como referencia la estatura) hasta en 55 cm según la muestra realizada para este estudio.

Dicho estudio se basó en la utilización del método de *Fitting Trials* (Pruebas de Ajuste) de Christopher Jones (1960/1), que se describe mas adelante y que a grandes rasgos es la medición, por medio de un simulador ajustable, de sujetos en posturas extremas de confort en donde la coincidencia de los valores resultantes de todos los sujetos de un mismo grupo de edad dan por resultado en este caso, dimensiones comunes a una mayoría de los sujetos de diferentes tamaños corporales.

### 3 Método

Como se mencionó anteriormente este estudio se basó en el método de Christopher Jones (1960/1) "Pruebas de Ajuste" que consiste en vincular el estudio con un simulador ajustable a tamaño natural. El objetivo de esta prueba, es encontrar una posición para cada medida particular que sea confortable para cada sujeto que usará el producto final.

Este método tiene dos grandes ventajas sobre otras técnicas de medición del confort:

a) Toma en cuenta automáticamente la mayoría de los factores variables tales como el movimiento de cuerpo y las sensaciones de confort del usuario, omitidas en métodos como la medición directa del cuerpo y el de la medición del espacio de uso, también presentadas por Christopher Jones (1960/2) y puede efectuarse por cualquier especialista. Es mas realista que los métodos de medición directa del cuerpo y de los espacios u objetos a utilizar

b) Es fácil de aplicar, así como también, Jones lo recomienda por ser el método más preciso que puede usarse en el presente para este tipo de estudio.

Para realizarse debe tomarse en cuenta seleccionar correctamente las dimensiones a evaluar de acuerdo al trabajo que realizaran los sujetos quienes

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

usaran los muebles y la secuencia de ensayos se deberá seguir correcta y completamente.

El método en sí, consiste en:

1. Diseñar y construir un equipo sencillo con partes móviles, como cubiertas, asientos, respaldos, etc., que puedan ser movidas hasta lograr posiciones extremas para cada parte del equipo.
2. Se tiene que tomar nota de las distancias de cada parte que será desplazada (ajustada) sin que esta llegue a ser incómoda. Estas dimensiones podrán ser entonces extendidas para cubrir los requerimientos de diferentes tamaños de sujetos.
3. El rango de medidas corporales esperadas en los usuarios del equipo, deberán ser determinadas por los tamaños máximos y mínimos de los sujetos de acuerdo a estudios antropométricos existentes, y que delimitarán también las dimensiones máximas y mínimas del simulador.
4. Con esta información es posible decidir que rango de medidas corporales podrán ser ajustadas. Es usualmente necesario omitir a los sujetos muy altos y muy bajos para que la mayoría de los sujetos puedan ser evaluados en un rango de confort razonable.

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

5. La siguiente etapa consiste en construir el simulador en el que cada dimensión definida pueda ser ajustada en un amplio rango. Es importante que cada dimensión pueda ser ajustada rápidamente de tal manera que no sea posible compararla con las sensaciones de otras posturas.

6. La medición empieza colocando al sujeto en la parte del simulador que corresponda y se ajustará desde la posición tolerable más baja hasta la posición tolerable más alta, tomando en cuenta siempre que ambos extremos de tolerancia no rebasen el límite de confort. El ajuste se deberá ir haciendo poco a poco primeramente de abajo hacia arriba y posteriormente en una segunda medición de arriba hacia abajo.

7. Las dimensiones obtenidas se registran considerando los máximos y los mínimos de ambas mediciones y para efectos de síntesis por cada sujeto se anotan en una tabla la dimensión máxima y mínima alcanzadas.

8. Para estar seguro de que estas dimensiones no rebasan los límites de confort, es importante que quien levanta la encuesta realice por cada medición observaciones constantes que aseguren que las mediciones tomadas sean lo mas objetivas posibles.

La idea con esta prueba es lograr visualizar los límites del confort, es decir, se toman las medidas máxima y mínima en una postura de trabajo ajustando el simulador en varias posiciones hasta visualizar dichos límites de tal manera que

esto nos da un rango de confort por sujeto. Dado que la medición del grado de confort es subjetiva, la medición se repite para lograr después graficar los límites de concordancia de la muestra, lo que nos indica que un determinado sujeto al cabo de dos mediciones completas realmente está dentro de un rango confiable de confort.

### **3.1 Equipo para el experimento**

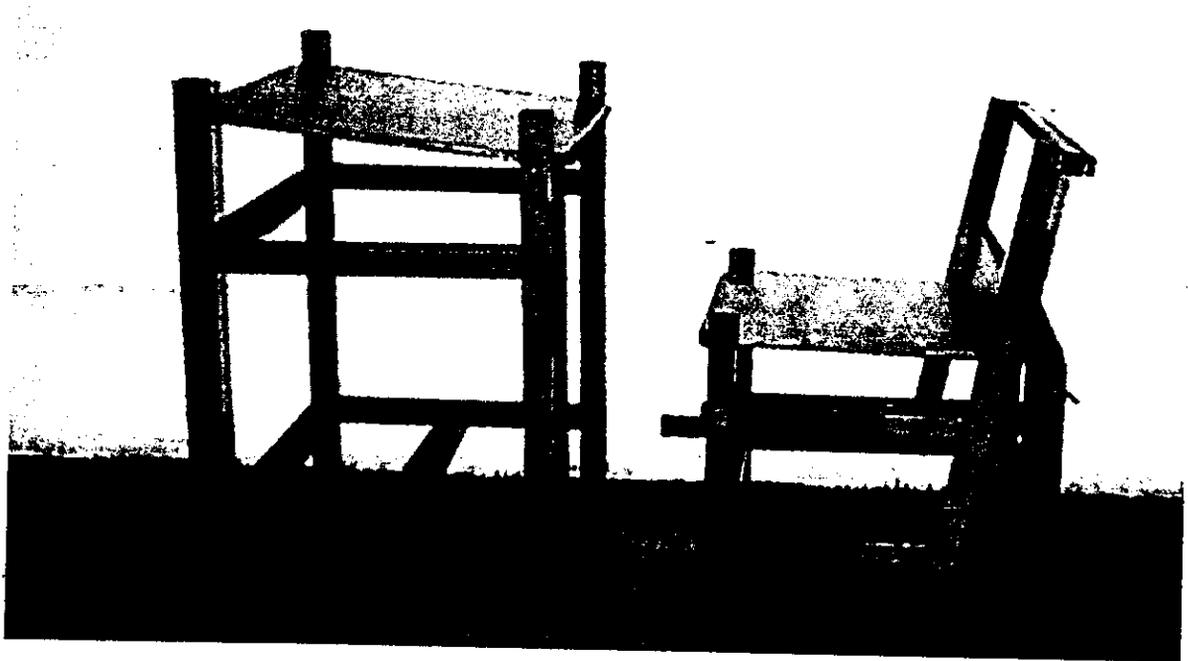
Dada la naturaleza del estudio y de los requerimientos de este método de Jones, para poder demostrar que los alumnos de primaria de primero a sexto año requieren tres grupos con diferentes dimensiones de mobiliario y proponer las medidas más adecuadas por la edad de los niños para poder al concluir el estudio dar recomendaciones y requerimientos de diseño, se diseñó un simulador ajustable de silla y escritorio que permitiera realizar un muestreo sobre las dimensiones de los niños en relación con su trabajo. Para esto, se construyó el simulador de una silla y de un escritorio ajustables que permitieran la medición de los sujetos en diversas posiciones de sentado y en postura de pie en relación con la silla misma y el escritorio.

Este simulador consiste en una silla que tiene como características la de medir la altura del asiento con respecto del piso, la profundidad y la altura del respaldo. Asimismo consta de un escritorio al que se le puede ajustar la altura con respecto del piso, el grado de inclinación y la separación de este entre la silla contemplando al sujeto entre ambos muebles.

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

Dado que el modelo a desarrollar que propone Jones es un simulador de pruebas, se diseñó exclusivamente con los requerimientos técnicos mínimos necesarios para que el simulador resolviera de manera significativa las características que lo definieron para que la encuesta pudiera ser llevada a cabo.

Sin embargo, se tomó en cuenta su apariencia de tal manera que resultara amable al interactuar con los niños aplicándole colores agradables en su estructura y tanto el respaldo y el asiento de la silla como la cubierta del escritorio se construyeron en madera con un acabado natural haciéndolo más agradable.



**Figura 3**  
Simulador de silla y escritorio para pruebas de ajuste de confort

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

Para diseñar y determinar las medidas máximas y mínimas que debería tener el simulador, se tomaron en cuenta fundamentalmente los datos de las tablas antropométricas (mínimos y máximos del 5 y del 95 percentil respectivamente), resultado de la investigación realizada por la Dra. Lilia R. Prado León, MDI, Rosalío Ávila Chaurand y MSP Elvia González Muñoz, profesores investigadores de la Universidad de Guadalajara del Centro de Investigaciones en Ergonomía, realizadas en la ciudad de Guadalajara y municipios conurbados como Tlaquepaque, Zapopan y Tonalá (1998). Este estudio es muy significativo y confiable dado que la muestra que se tomó fue de 4500 sujetos, 400 niños por edad y sexo, de 7 a 11 años de edad en 22 escuelas primarias. Asimismo, se confrontaron sus valores con las tablas de Julius Panero (1983) y con estas dos fuentes se procedió a determinar dichos valores.

Lo anterior da como resultado que las medidas para construir el simulador independientemente de los sistemas de ajuste fueran las siguientes:

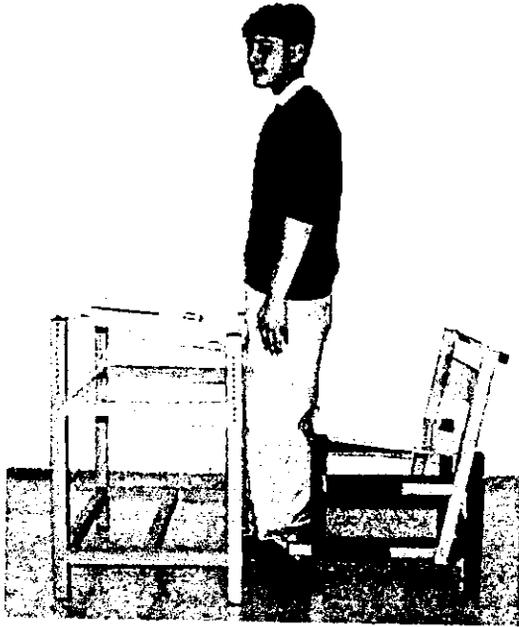
Se analizaron en el desarrollo de sus actividades en el salón de clases a varios alumnos. Las posturas adoptadas por estos estudiantes se agrupan en 5 categorías:

- 1.- Sentado con el cuerpo erguido hacia adelante (postura de escritura).
- 2.- Sentado con ambos brazos apoyados en el escritorio.
- 3.- Sentado con la espalda apoyada en el respaldo.
- 4.- De pié entre el asiento y el escritorio (postura de hablar o leer).
- 5.- Ingreso y egreso.

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

Sumados a los requerimientos de sentado, otras interacciones relevantes entre el escritorio y el estudiante fueron:

- 4.- Parado entre el asiento y el escritorio en posición de hablar.



**Figura 8**  
Separación entre asiento y silla

- 5.- Ingreso y egreso. Movimientos de entrada y salida al pupitre o de entre la silla y el escritorio.



**Figura 9**  
Separación entre asiento y silla

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

- 2.- Sentado con ambos brazos apoyados en el escritorio (postura escritura también).



**Figura 5**  
Postura de escritura

- 3.- Sentado con la espalda apoyado en el respaldo (postura de prestar atención).



**Figura 6**  
Sentado apoyado en el respaldo



**Figura 7**  
Sentado apoyado en el respaldo

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

Enseguida, se presentan las figuras de la 4 a la 9 para visualizar dichas actividades:

- 1.- Sentado con el cuerpo erguido hacia adelante (postura de escritura).



**Figura 4**  
Postura de escritura

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

Las posturas de sentado 1 y 2, son similares a esas adoptadas a un escritorio común de oficina y requieren escritorio y asiento. La postura 3 de sentado requiere forzosamente de un asiento y de un respaldo. Las posturas 4 y 5, requieren suficiente espacio entre el asiento y el escritorio para un movimiento y una posición de parado confortable.

La siguiente tabla nos indica las medidas definidas para la construcción del simulador de pruebas de ajuste tomadas de las tablas antropométricas de Prado (1998) para las dimensiones mínimas y de Panero (1983) para las máximas; con respecto a la distancia entre escritorio y silla y la inclinación de la cubierta, se tomaron las dimensiones propuestas por Hira (1980)

MEDIDAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS DEL SIMULADOR		
	MAXIMA	MINIMA
ALTURA DEL ASIENTO (cm.)	44.0	27.5
DISTANCIA ENTRE ESCRITORIO Y SILLA (cm.)	21.0	10.0
ALTURA DE LA CUBIERTA (cm.)	72.5	53.5
PROFUNDIDAD DEL RESPALDO (cm.)	42.5	31.5
ALTURA ASIENTO RESPALDO (cm.)	20.0	9.0
INCLINACION CUBIERTA (grados)	10°	5°

**Tabla 1**  
Medidas máximas y mínimas para construcción de simulador

Adicionalmente se tomaron en cuenta para el diseño del simulador las siguientes dimensiones complementarias correspondientes al ancho del asiento y al ancho y profundidad de la cubierta. Estas dimensiones están tomadas del estudio de Barns

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

(1965) donde indica que para el ancho se requiere un mínimo de 50 cm., y para la profundidad, 39.3 cm.

MEDIDAS COMPLEMENTARIAS DEL SIMULADOR	
	ÚNICA
ANCHO DEL ASIENTO (cm.)	50.0
ANCHO DE LA CUBIERTA (cm.)	70.0
PROFUNDIDAD DE LA CUBIERTA (cm.)	45.0

**Tabla 2**  
Medidas complementarias para diseño y construcción del simulador

### 3.2 Sujetos

Dado que la mayor parte de la población estudiantil en este nivel educativo en México está concentrado en las escuelas públicas se decidió escoger una escuela de este tipo. Adicionalmente era necesario que contara con una población mixta que estuviera entre los rangos de edad de entre los 6 y los 12 años.

Para este estudio, se escogió una escuela primaria pública que cumpliera con las características necesarias para la realización de una encuesta de este tipo. La escuela se llama Escuela Primaria Carlos Marx, ubicada en una zona popular de la Delegación Azcapotzalco en la ciudad de México.

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

En primer lugar, se detectaron sujetos ubicados en los extremos y al centro de la variabilidad antropométrica correspondiente a cada grupo de edad. En segundo, se encontró en esta escuela, un mobiliario muy heterogéneo con mesas y sillas de diferentes tamaños y formas. Estos dos aspectos permitieron realizar el estudio y frente a la problemática encontrada con respecto al uso de tanto silla como escritorio dar recomendaciones que se encuentran en la parte final de este trabajo.

Se escogieron 15 sujetos masculinos y 15 sujetos femeninos por cada año escolar, es decir se encuestaron 180 alumnos. Se seleccionaron con edades de 7 a 12 años de edad y que estas edades correspondieran al grado escolar que en condiciones normales asisten los niños a este nivel educativo.

Por esto, se eliminó del estudio a los sujetos de 6 años de edad dado que en una encuesta informal realizada para poder comenzar con el muestreo, se encontró que en un grupo de 40 niños y niñas, solamente 5 tenían seis años cumplidos al momento de hacer la encuesta. Los demás tenían 7 años. Adicionalmente, en la mayoría de las escuelas primarias particulares, el promedio de ingreso al nivel de educación primaria es de 7 años cumplidos. Por lo anterior, se tomó como base los 7 años de edad como límite inferior y que pertenecieran al primer grado de primaria. Además, la encuesta se realizó en el mes de febrero que corresponde a la mitad del ciclo escolar dando como resultado que la mayoría de los sujetos ya habían o acababan de cumplir los 7 años.

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

De igual manera, se detectaron en el 6° grado, 3 sujetos mayores de 12 años mismos que no se tomaron en cuenta para este estudio.

Todos los sujetos encuestados, fueron niños y niñas vestidos con el uniforme escolar oficial, con zapatos y voluntariamente después de una previa presentación del tipo de estudio que se les iba a realizar a través de esta encuesta permitieron que esta se efectuara.

Se les explicó la secuencia de mediciones a tomar comenzando por la medición del peso y la estatura sin zapatos, y después con zapatos la secuencia de mediciones de sentado y de la relación de esta postura con el escritorio.

Referente a la estatura, edad y sexo de los sujetos encuestados se realizaron las siguientes tablas (págs. 26 y 27) donde se sintetizan estos datos que fueron tomados de las hojas de encuesta donde se vaciaron los datos obtenidos de las mediciones (ver fig. 23):

EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

TABLA DE DATOS DE LOS SUJETOS ENCUESTADOS

No.	ESTATURA	EDAD	SEXO	No.	ESTATURA	EDAD	SEXO
1	1.186	7 años	Masc.	46	1.232	7 años	Fem
2	1.179	7 años	Masc.	47	1.284	7 años	Fem
3	1.389	7 años	Masc.	48	1.311	7 años	Fem
4	1.189	7 años	Masc.	49	1.245	7 años	Fem
5	1.222	7 años	Masc.	50	1.253	7 años	Fem
6	1.204	7 años	Masc.	51	1.213	7 años	Fem
7	1.178	7 años	Masc.	52	1.212	7 años	Fem
8	1.254	7 años	Masc.	53	1.214	7 años	Fem
9	1.186	7 años	Masc.	54	1.224	7 años	Fem
10	1.197	7 años	Masc.	55	1.243	7 años	Fem
11	1.272	7 años	Masc.	56	1.171	7 años	Fem
12	1.206	7 años	Masc.	57	1.172	7 años	Fem
13	1.179	7 años	Masc.	58	1.194	7 años	Fem
14	1.179	7 años	Masc.	59	1.187	7 años	Fem
15	1.236	7 años	Masc.	60	1.201	7 años	Fem
16	1.262	8 años	Masc.	61	1.264	8 años	Fem
17	1.247	8 años	Masc.	62	1.268	8 años	Fem
18	1.258	8 años	Masc.	63	1.242	8 años	Fem
19	1.386	8 años	Masc.	64	1.247	8 años	Fem
20	1.387	8 años	Masc.	65	1.385	8 años	Fem
21	1.236	8 años	Masc.	66	1.236	8 años	Fem
22	1.267	8 años	Masc.	67	1.263	8 años	Fem
23	1.352	8 años	Masc.	68	1.209	8 años	Fem
24	1.278	8 años	Masc.	69	1.223	8 años	Fem
25	1.324	8 años	Masc.	70	1.286	8 años	Fem
26	1.259	8 años	Masc.	71	1.314	8 años	Fem
27	1.273	8 años	Masc.	72	1.239	8 años	Fem
28	1.320	8 años	Masc.	73	1.267	8 años	Fem
29	1.332	8 años	Masc.	74	1.302	8 años	Fem
30	1.287	8 años	Masc.	75	1.257	8 años	Fem
31	1.277	9 años	Masc.	76	1.294	9 años	Fem
32	1.386	9 años	Masc.	77	1.262	9 años	Fem
33	1.394	9 años	Masc.	78	1.304	9 años	Fem
34	1.297	9 años	Masc.	79	1.214	9 años	Fem
35	1.332	9 años	Masc.	80	1.267	9 años	Fem
36	1.296	9 años	Masc.	81	1.298	9 años	Fem
37	1.315	9 años	Masc.	82	1.229	9 años	Fem
38	1.284	9 años	Masc.	83	1.309	9 años	Fem
39	1.347	9 años	Masc.	84	1.278	9 años	Fem
40	1.315	9 años	Masc.	85	1.327	9 años	Fem
41	1.332	9 años	Masc.	86	1.314	9 años	Fem
42	1.391	9 años	Masc.	87	1.297	9 años	Fem
43	1.372	9 años	Masc.	88	1.332	9 años	Fem
44	1.364	9 años	Masc.	89	1.274	9 años	Fem
45	1.355	9 años	Masc.	90	1.291	9 años	Fem

Tabla 3  
Sujetos encuestados de 7, 8 y 9 años

EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

TABLA DE DATOS DE LOS SUJETOS ENCUESTADOS

No.	ESTATURA	EDAD	SEXO	No.	ESTATURA	EDAD	SEXO
91	1.425	10 años	Masc.	136	1.402	10 años	Fem
92	1.482	10 años	Masc.	137	1.382	10 años	Fem
93	1.299	10 años	Masc.	138	1.377	10 años	Fem
94	1.384	10 años	Masc.	139	1.232	10 años	Fem
95	1.415	10 años	Masc.	140	1.335	10 años	Fem
96	1.524	10 años	Masc.	141	1.324	10 años	Fem
97	1.388	10 años	Masc.	142	1.366	10 años	Fem
98	1.396	10 años	Masc.	143	1.388	10 años	Fem
99	1.382	10 años	Masc.	144	1.264	10 años	Fem
100	1.394	10 años	Masc.	145	1.402	10 años	Fem
101	1.355	10 años	Masc.	146	1.355	10 años	Fem
102	1.322	10 años	Masc.	147	1.411	10 años	Fem
103	1.411	10 años	Masc.	148	1.448	10 años	Fem
104	1.424	10 años	Masc.	149	1.355	10 años	Fem
105	1.374	10 años	Masc.	450	1.342	10 años	Fem
106	1.395	11 años	Masc.	151	1.432	11 años	Fem
107	1.502	11 años	Masc.	152	1.435	11 años	Fem
108	1.456	11 años	Masc.	153	1.398	11 años	Fem
109	1.442	11 años	Masc.	154	1.397	11 años	Fem
110	1.401	11 años	Masc.	155	1.407	11 años	Fem
11	1.458	11 años	Masc.	156	1.375	11 años	Fem
112	1.433	11 años	Masc.	157	1.540	11 años	Fem
113	1.496	11 años	Masc.	158	1.432	11 años	Fem
114	1.532	11 años	Masc.	159	1.497	11 años	Fem
115	1.402	11 años	Masc.	160	1.368	11 años	Fem
116	1.458	11 años	Masc.	161	1.477	11 años	Fem
117	1.497	11 años	Masc.	162	1.510	11 años	Fem
118	1.529	11 años	Masc.	163	1.449	11 años	Fem
119	1.511	11 años	Masc.	164	1.501	11 años	Fem
120	1.457	11 años	Masc.	165	1.368	11 años	Fem
121	1.432	12 años	Masc.	166	1.512	12 años	Fem
122	1.631	12 años	Masc.	167	1.551	12 años	Fem
123	1.560	12 años	Masc.	168	1.549	12 años	Fem
124	1.502	12 años	Masc.	169	1.523	12 años	Fem
125	1.448	12 años	Masc.	170	1.466	12 años	Fem
126	1.542	12 años	Masc.	171	1.507	12 años	Fem
127	1.538	12 años	Masc.	172	1.555	12 años	Fem
128	1.559	12 años	Masc.	173	1.511	12 años	Fem
129	1.402	12 años	Masc.	174	1.477	12 años	Fem
130	1.487	12 años	Masc.	175	1.559	12 años	Fem
131	1.517	12 años	Masc.	176	1.527	12 años	Fem
132	1.550	12 años	Masc.	177	1.442	12 años	Fem
133	1.547	12 años	Masc.	178	1.517	12 años	Fem
134	1.423	12 años	Masc.	179	1.504	12 años	Fem
135	1.538	12 años	Masc.	180	1.488	12 años	Fem

Tabla 4  
Sujetos encuestados de 10, 11 y 12 años

### 3.3 Procedimiento de las pruebas de ajuste

Al tener listo el simulador se procedió a la secuencia de medición que consistió en los siguientes pasos:

#### 3.3.1 Medición de la estatura del sujeto.

Esta se tomó sobre una cartulina con la escala métrica dibujada previamente la cual se colocó sobre una superficie vertical. Se tomó la medida de estatura sin zapatos al niño perfectamente pegado al muro vertical. Aunque la estatura es una medida muy importante a considerar en



**Figura 10**  
Medición de la estatura



**Figura 11**  
Medición de la estatura

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

cualquier muestreo antropométrico, para este estudio, solamente sirve como dato comparativo para poder justificar que las demás mediciones están de acuerdo a tablas antropométricas en las que se basa este estudio y que son confiables. La estatura no tiene una incidencia directa sobre las conclusiones y recomendaciones en este trabajo.

### 3.3.2 Peso del Sujeto

Con una báscula se pesó a los niños sin zapatos. El peso es un dato que no influye en los resultados finales de este trabajo. Sin embargo, se aprovechó el estudio para que pudiera servir para otras investigaciones como por ejemplo el estudio entre la relación del peso con la estatura.



**Figura 12**  
Medición del peso

### 3.3.3 Altura del asiento.

Esta medición se tomó ya directamente sobre el simulador de silla. La altura del asiento es un parámetro muy importante para tomar en cuenta en los pupitres escolares. Cuando un alumno se sienta en un asiento que está muy bajo, hay una tendencia muy alta a que no mantenga una buena postura y ponga sus pies hacia adelante pudiendo molestar a otros. Sentarse en un asiento muy alto, con las piernas libremente colgadas causa mucha incomodidad. Asimismo, Vargas (1990) indica que un asiento muy alto, puede ocasionar presión sobre la cara posterior del muslo que entorpece la circulación de la sangre, irrita a los plexos nerviosos y ocasiona hormigueo, incomodidad y dolor. De igual manera, un asiento muy bajo hace que los músculos del muslo y de la pierna hagan mas esfuerzo de lo normal, aunque menciona que es preferible un asiento bajo que uno alto.

Para efectos de este estudio, fue muy importante determinar que sobre la base de las diferentes estaturas de los niños en edades que van de entre 7 hasta los 12 años, se requieren alturas diferentes. En la escuela encuestada se encontró que existe casi la misma altura en todos sus asientos para todas las edades, haciendo esto muy incomodo para muchos sujetos y creando posturas incomodas que con el tiempo pueden crear daños físicos por malas posturas continuas.

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

Se sentó al sujeto en el asiento ajustable para observar que la altura se acoplara con sus medidas. Posteriormente se ajustó el asiento a una altura "máxima de confort" revisando que siempre tuviera apoyados correctamente los pies en el piso y después se fue ajustando hacia abajo hasta que el sujeto indicó que ya se salía del límite inferior de comodidad. Dichos extremos de medidas se registraron en la hoja de encuesta.

Para el diseño del simulador se consideró para todas las pruebas, que el asiento debía de colocarse con 5 grados de inclinación con respecto del piso, dado que es una pendiente recomendada por algunos autores.

La flexión de las caderas en diferentes posturas de sentado, depende del ángulo de inclinación del asiento. A través del estudio de varios tipos de pupitres, se encontró que en casi todos había una inclinación muy insignificante o ninguna pendiente. Vargas (1990) recomienda una inclinación de 5 grados sobre la horizontal de tal manera que con esta inclinación se compense la tendencia de los glúteos por resbalarse hacia delante, empujados por el apoyo del respaldo. Granjean (1977) recomendó una inclinación de 3 a 5 grados hacia atrás del asiento para sillas de trabajo donde el trabajador se sienta la mayor parte de las veces en una postura erguida. Mandal (1976), sugirió una silla con el asiento inclinado hacia atrás pero sin respaldo para tareas que involucran un movimiento hacia adelante como en la postura para escritura. La situación bajo este estudio es una mezcla de diferentes posturas de sentado. Como se mencionó

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

anteriormente el 50 % del tiempo que los alumnos pasan sentados en su salón de clases, están ocupados realizando actividades como escribir, dibujar, poner atención (escuchar al docente), trabajo que requiere una leve postura de encorvamiento hacia adelante la cual requiere un asiento inclinado hacia atrás como lo recomienda Mandal. Sin embargo, también una considerable parte del tiempo, acerca del 40 %, lo emplean en actividades donde el estudiante requiere un sentado en una postura relajada requiriendo un respaldo y un asiento con inclinación hacia atrás. Es de suma importancia afirmar que independientemente de la inclinación del asiento es también importante considerar en futuras aplicaciones de este estudio la necesidad de que el filo frontal del asiento debe de estar ligeramente curvado hacia abajo de tal manera que evite una presión excesiva sobre la parte posterior del muslo.



**Figura 13**  
Ajuste de asiento



**Figura 14**  
Ajuste de asiento

### 3.3.4 Distancia entre escritorio y silla.

El claro horizontal entre la orilla frontal del asiento y la orilla más cercana del escritorio es una de las medidas más importantes para el diseño de mobiliario escolar. Esta es la principal característica que diferencia un escritorio escolar con un escritorio de oficina. El claro debe de ser adecuado para permitir al estudiante pararse erguido sobre sus pies y debe de permitir un movimiento adecuado para poder desplazarse dentro y fuera del escritorio.

Esto es un concepto que debe ser considerado al diseñarse sillas y escritorios y sobre todo pupitres (fijos) dado que en muchos productos existentes, esto no se contempló al diseñarse. Tomar en cuenta esta separación entre escritorio y silla, también permite proponer espacios adecuados y un acomodo de mobiliario escolar que permita un espacio confortable entre silla y mesa. Al mismo tiempo, el claro no deberá de ser muy largo de tal manera que permita una postura de sentado para un trabajo de escritura adecuado. Al no encontrar algún trabajo significativo en varios libros consultados sobre este tema, el experimento fue dirigido para encontrar el claro adecuado. La secuencia de medición de este espacio es la de colocar al sujeto parado erguido (en posición de "firmes") y después en posición relajada entre la cubierta del escritorio y el límite frontal del asiento ajustable y se les pidió que entraran y salieran de ese espacio sin

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

mover el simulador. Posteriormente se tomó la medida por cada sujeto encuestado.



**Figura 15**  
Distancia entre escritorio y silla

### 3.3.5 Altura de la cubierta.

En la postura de sentado, el peso del cuerpo es soportado por los izquiones y el tronco ligeramente doblado hacia adelante o hacia atrás, dependiendo del trabajo que se esté realizando (escribir o recargado en el respaldo del asiento). En el caso de mobiliario escolar, y sobre todo en los pupitres por el claro tan grande entre el asiento y el escritorio, el usuario se sienta en la parte frontal del asiento y en una posición de sentado ligeramente hacia adelante. Esto sucede también cuando la altura del asiento es muy alta. En

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

esta postura, el torso del cuerpo es soportado o apoyado por los codos. Para poder realizar la prueba de ajuste de altura de la cubierta primeramente se coloca al sujeto en la postura de sentado que consideró la más cómoda. Para brindar un apoyo adecuado a los codos o a los brazos en esta postura, el simulador de escritorio se ajusta a la altura que el sujeto considere confortable. Posteriormente se ajusta a diferentes alturas y se registran las mas cómodas tanto la más alta como la más baja. Para esto se le pide al sujeto escribir su nombre en el reverso de la hoja de encuesta una y otra vez para que pueda realizarse una observación y tener la seguridad de que el sujeto está efectuando su trabajo dentro de los límites mencionados.



**Figura 16**  
Ajuste altura cubierta



**Figura 17**  
Ajuste altura cubierta

### 3.3.6 Profundidad del respaldo.

La profundidad del respaldo (de la nalga a la flexión poplitea) es tan importante como la determinación de la altura del asiento. Desde este punto de vista, una profundidad muy corta en los respaldos, resulta muy incómoda para la posición de sentado así como, una profundidad muy larga también porque impide el uso del respaldo adecuadamente. Un estudio hecho por Oxford (1976) revela que en la mayoría de los escritorios analizados, la profundidad del asiento era inadecuada. Para la actividad de sentado en postura para escritura con los brazos apoyados en la mesa, (el estudiante sentado lo más próximo que pueda al escritorio) se encontró que una profundidad de entre 24 y 27cm puede ser adecuada. Sin embargo, para estar en posición de atención cuando el alumno desea o requiere una postura mas relajada con la espalda recargada en el respaldo, esta profundidad resulta muy corta para un sentado confortable. Asimismo, Oxford en ese mismo estudio recomienda

Basándose en esto y en las tablas antropométricas de Lilia Prado y Cols. (1998) se diseñó el simulador ajustable que permitiera medir la profundidad adecuada en la postura de sentado y recargado. Para realizar este ajuste (siempre después de haber realizado el ajuste de la altura del asiento) se tomaron varias mediciones en una postura de sentado normal y bien recargado, ajustando simultáneamente la altura del respaldo, es decir, se

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

ajustaba al mismo tiempo la altura del respaldo y la profundidad del asiento, tomando las medidas máximas y mínimas del grado de confort.



**Figura 18**  
Ajuste de altura de respaldo

### 3.3.7 Altura asiento respaldo.

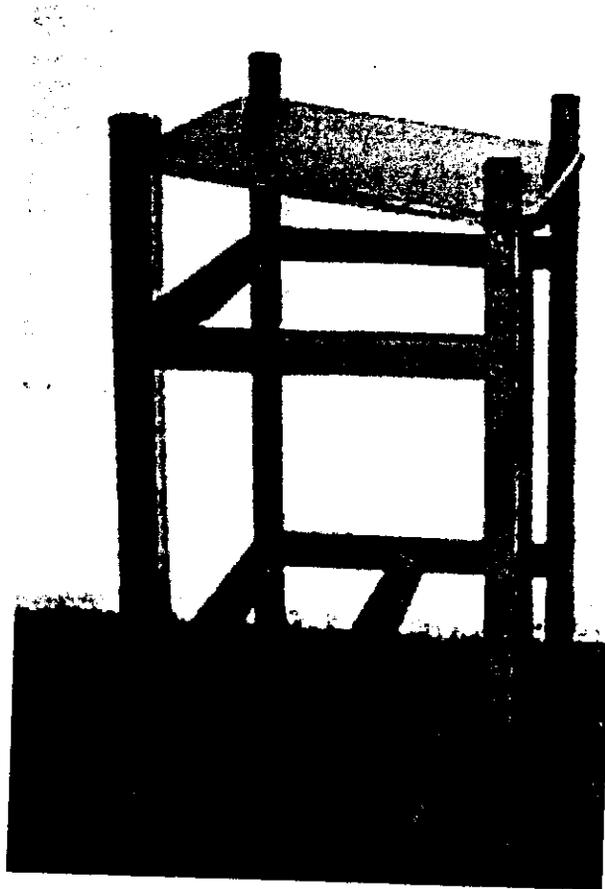
Es importante destacar que el respaldo es una parte vital de los escritorios escolares. La altura, el ángulo de inclinación con respecto a la vertical y las dimensiones del respaldo, juegan un papel muy importante en la estabilización del tronco en la postura de sentado. Como es bien sabido, el área crítica de soporte es la región lumbar a una determinada distancia por arriba del nivel del asiento. Esto se contempló en esta prueba al diseñar el respaldo ajustable. La medida que se tomó fue la que resultó de la altura de la parte inferior del respaldo con la superficie coincidente del asiento teniendo un ancho del respaldo solamente de 10 cm. Este ancho se pensó para no desvirtuar la esencia del estudio que requería exclusivamente medir el límite mínimo inferior del respaldo con relación al asiento y para no limitar, al hacer las recomendaciones finales, a los futuros usuarios de este estudio dado que los respaldos pueden ser diseñados mas anchos o pueden ser desarrollados con diferentes contornos de respaldos por diseñadores para el completo descanso de la espalda. Sin embargo, es importante indicar que estos deben diseñarse o proponerse de tal manera que permitan lograr una postura confortable. Es también relevante destacar que la anchura del respaldo debe permitir el descanso total de la espalda y que los respaldos angostos, no permiten un pleno descanso. Se debe de tomar en cuenta que la curvatura de la superficie de la espalda sea la correcta y que la utilización de este principio, no obliga a tener respaldos muy altos sobre todo en pupitres para escuelas. El uso de respaldos

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

sujetos, frente a una cubierta ajustable. Dicha cubierta podía ser ajustable a 0, 10, 15, 20, y 25 grados solamente. Al principio del experimento, la cubierta se colocó en su posición horizontal. Se observaron a diferentes grupos de estudiantes en diferentes días utilizándolo sin mencionarles que esto era un experimento y que iban a ser observados. Los resultados de este experimento, revelaron que los ángulos preferidos por la mayoría de los sujetos (82%) fueron los de 10 a los 14 grados, y de éstos, la preferencia fue en un 48 % de 10 grados. En el estudio referido, se recomendó una inclinación de entre 12 y 14 grados. Adicionalmente, Hancock y Alston (1986) reportaron que independientemente de las ventajas de postura al escribir, en un escritorio con cubierta inclinada, puede resultar en un mejoramiento en la escritura del sujeto.

Para este estudio se diseñó que el simulador de escritorio también se pudiera regular la inclinación de la cubierta. Con base en los datos anteriores pero tomando en cuenta que el estudio anterior se realizó con sujetos adultos, se limitó a tomar solamente 5 ó 10 grados de inclinación observando a los alumnos realizando el trabajo de escribir y registrando el ángulo mas adecuado. Se descartó el ángulo de 14 grados dado que algunas pruebas y encuestas realizadas con los mismos alumnos demostraron que esta pendiente era muy pronunciada y que era incómoda además de que los lápices como otros instrumentos se deslizaban.

# EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS



**Figura 21**  
Inclinación cubierta

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Prueba piloto

Se realizó una prueba piloto para ensayar con el simulador y para definir el procedimiento de la prueba de ajuste. Se midieron diez niños y se detectaron algunos errores de diseño como la rapidez en la ajustabilidad, la falta de indicadores numéricos para que las mediciones pudieran leerse rápidamente, mismos que se corrigieron para poder hacerlo más eficiente, sobre todo con el fin de poder realizar más rápido los ajustes en la medición de la altura del asiento, la profundidad del respaldo y la altura de la cubierta del escritorio. Las adecuaciones que se hicieron son las siguientes:

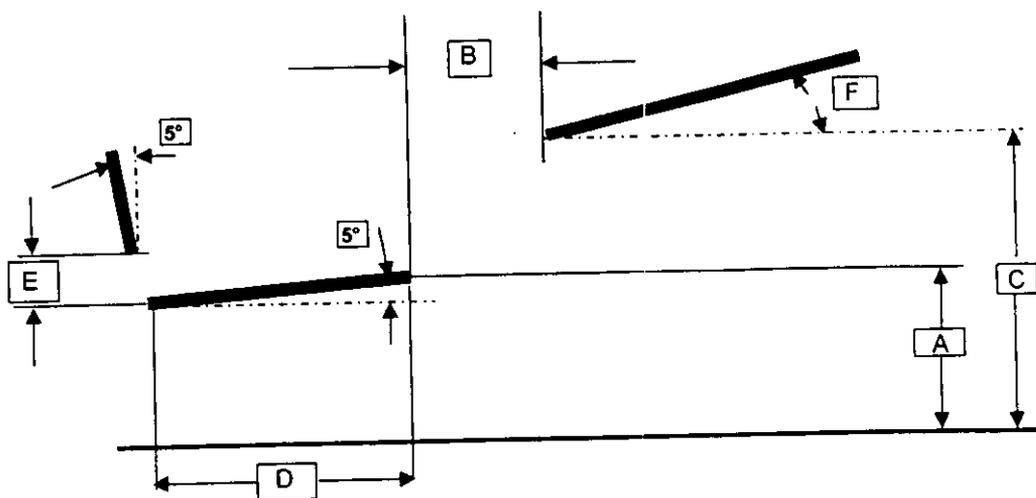
- A) Se colocaron indicadores numéricos tanto en la silla como en el escritorio para que la realización de la encuesta fuera más rápida, dado que se tenían que ajustar constantemente las posiciones tanto de la cubierta de la mesa como del asiento y de la profundidad del respaldo.
- B) Se recortaron las varillas ajustables del escritorio y de la silla para eficientar los cambios de posición de la cubierta y del asiento.
- C) Se colocaron tapones plásticos en los extremos de los tubos metálicos para evitar algún accidente en los niños.
- D) Se curvearon los filos del asiento y de la cubierta con el fin de evitar molestias a los sujetos y para no desviar la atención al momento de realizar el ajuste de altura del asiento.

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

Con respecto a la secuencia de la medición, se definieron como se muestra en el siguiente esquema:

### SECUENCIA DE MEDICIÓN

No.	DIMENSIÓN	CONCEPTO
1	A	ALTURA DEL ASIENTO
2	B	SEPARACIÓN ASIENTO-ESCRITORIO
3	C	ALTURA CUBIERTA
4	D	PROFUNDIDAD ASIENTO
5	E	ALTURA ASIENTO RESPALDO
6	F	INCLINACIÓN CUBIERTA



**Figura 22**  
Secuencia de las pruebas de ajuste

## 4.2 Hoja de encuesta

Se elaboró una hoja impresa para la toma de las mediciones tanto de la estatura y peso como de las pruebas de ajuste que siguieron la secuencia indicada en la ilustración anterior. En esta hoja de encuesta se asentaron los siguientes datos generales de los sujetos:

- Número de la encuesta.
- Nombre del sujeto.
- Fecha de nacimiento.
- Fecha en que se hizo el muestreo.
- Grado escolar.
- Edad

De igual manera, se tomaron los datos obtenidos de las mediciones y se asentaron en la misma hoja de la siguiente manera:

- Estatura.
- Peso.

Posteriormente se asentaron los resultados de la medición de los máximos y mínimos, referidos en las columnas primera y tercera, derivados de los ajustes realizados y en la segunda columna se asentó el valor que corresponde al punto intermedio entre los valores extremos. Todos estos valores están resaltados con fondo gris en la hoja de encuesta siguiendo la siguiente secuencia.

A continuación se presenta la hoja tipo (fig. 23) para anotar los datos del sujeto y las mediciones de la prueba:

EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

**ENCUESTA ERGONÓMICA**

ESCRITORIO - ASIENTO

No. 178

NOMBRE ELENA MONTSERRAT SOTO ANAYA

FECHA 23 MAR 00

FECHA DE NACIMIENTO 15 ENE

GRADO ESCOLAR 6°

ESTATURA 1.44  
1

PESO 38  
2

EDAD 12

3

ALTURA ASIENTO			
	1a	2a	3a
1	44	44	44
2		42.5	42.5
3	41		41
4	39.5	39.5	
5	38	38	38
6	36.5	36.5	36.5
7	35	35	35
8	33.5	33.5	33.5
9	32	32	32
10	30.5	30.5	30.5
11	29	29	29
12	27.5	27.5	27.5

4

DISTANCIA ENTRE ESCRITORIO Y SILLA			
	1a	2a	3a
1	10	10	10
2	11	11	11
3	12	12	12
4	13	13	13
5	14	14	14
6	15	15	15
7	16	16	16
8		17	17
9	18		18
10	19	19	
11	20	20	20
12	21	21	21

5

ALTURA CUBIERTA			
	1a	2a	3a
1	72.5	72.5	72.5
2	71	71	71
3		69.5	69.5
4	68		68
5	66.5	66.5	
6	65	65	65
7	63.5	63.5	63.5
8	62	62	62
9	60.5	60.5	60.5
10	59	59	59
11	57.5	57.5	57.5
12	55	55	55
13	53.5	53.5	53.5

6

NALGA POPLITEO			
	1a	2a	3a
1	42.5	42.5	42.5
2		41.5	41.5
3	40.5		40.5
4	39.5	39.5	
5	38.5	38.5	38.5
6	37.5	37.5	37.5
7	36.5	36.5	36.5
8	35.5	35.5	35.5
9	34.5	34.5	34.5
10	33.5	33.5	33.5
11	32.5	32.5	32.5
12	31.5	31.5	31.5

7

ALTURA ASIENTO-RESPALDO (LÍMITE INFERIOR)			
	1a	2a	3a
1	20	20	20
2		19	19
3	18		18
4	17	17	
5	16	16	16
6	15	15	15
7	14	14	14
8	13	13	13
9	12	12	12
10	11	11	11
11	10	10	10
12	9	9	9

8

INCLINACIÓN CUBIERTA	
1	5°

Figura 23

Hoja de encuesta ergonómica de datos generales y límites de confort máximos y mínimos.

### 4.3 Estatura

Es importante indicar, como se mencionó en el apartado 3.3.1, que la estatura en este estudio es relevante en la medida en que sirve como dato comparativo para poder justificar que las demás mediciones están de acuerdo a las tablas antropométricas realizadas en la U. de G. en las que se basa este estudio y que además son confiables.

La estatura es la primera dimensión que se tomó. Para esta no se requiere realizar ajustes dado que no influye en las actividades que el niño realiza interactuando con su silla y su mesa. Los resultados de las mediciones se sintetizan en las siguientes tablas donde se encuentra por cada grupo de edad, la estatura y su percentil en el bloque A. Contiguo a éste, en el bloque B, se localizan los percentiles del 5, 50 y 95 del estudio antropométrico mencionado, realizado en la Universidad de Guadalajara Prado y Cols. (1998) para poder comparar los resultados de nuestro estudio contra estas. En el último bloque A-B, se encuentran las diferencias en milímetros de la primera contra la segunda.

Es importante mencionar que este análisis se hace con los datos tomados de las tablas de la Universidad de Guadalajara, esto es no son datos crudos, sino que son percentiles resultantes. En el bloque A-B al restar el valor centilar de este estudio al correspondiente de la U. de G. puede observarse que en algunos casos las diferencias son mínimas.

EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

COMPARATIVO DE PERCENTILES  
MUESTRA ACTUAL CONTRA TABLAS DE LA U. DE G.

NINOS 7 ANOS					
A			B		A - B
MUESTRA ACTUAL			TABLAS U. DE G.		
ESTATURA	PERCENTIL		PERCENTIL		DIFERENCIA
1.186	5	1.179	5	1.134	-0.045
1.179	50	1.197	50	1.225	-0.028
1.389	95	1.307	95	1.322	-0.015
1.189					
1.222					
1.204					
1.178					
1.254					
1.186					
1.197					
1.272					
1.206					
1.179					
1.179					
1.236					

Tabla 6

Comparativo de percentiles de estatura (estudio actual contra tablas de la U de G)  
Niños de 7 años de edad

NINAS 7 ANOS					
A			B		A - B
MUESTRA ACTUAL			TABLAS U. DE G.		
ESTATURA	PERCENTIL		PERCENTIL		DIFERENCIA
1.232	5	1.172	5	1.129	0.043
1.284	50	1.214	50	1.215	-0.001
1.311	95	1.292	95	1.307	-0.015
1.245					
1.253					
1.213					
1.212					
1.214					
1.224					
1.243					
1.171					
1.172					
1.194					
1.187					
1.201					

Tabla 7

Comparativo de percentiles de estatura (estudio actual contra tablas de la U de G)  
Niñas de 7 años de edad

**COMPARATIVO DE PERCENTILES  
MUESTRA ACTUAL CONTRA TABLAS DE LA U. DE G.**

<b>NINOS 8 ANOS</b>					
<b>A</b>			<b>B</b>		<b>A - B</b>
<b>MUESTRA ACTUAL</b>			<b>TABLAS U. DE G.</b>		
<b>ESTATURA</b>	<b>PERCENTIL</b>		<b>PERCENTIL</b>		<b>DIFERENCIA</b>
1.262	5	1.244	5	1.185	0.059
1.247	50	1.278	50	1.274	0.004
1.258	95	1.386	95	1.373	0.013
1.386					
1.387					
1.236					
1.267					
1.352					
1.278					
1.324					
1.259					
1.273					
1.320					
1.332					
1.287					

**Tabla 8**

Comparativo de percentiles de estatura (estudio actual contra tablas de la U de G)  
Niños de 8 años de edad

<b>NINAS 8 ANOS</b>					
<b>A</b>			<b>B</b>		<b>A - B</b>
<b>MUESTRA ACTUAL</b>			<b>TABLAS U. DE G.</b>		
<b>ESTATURA</b>	<b>PERCENTIL</b>		<b>PERCENTIL</b>		<b>DIFERENCIA</b>
1.264	5	1.219	5	1.167	0.052
1.268	50	1.263	50	1.270	-0.007
1.242	95	1.335	95	1.371	-0.036
1.247					
1.385					
1.236					
1.263					
1.209					
1.223					
1.286					
1.314					
1.239					
1.267					
1.302					
1.257					

**Tabla 9**

Comparativo de percentiles de estatura (estudio actual contra tablas de la U de G)  
Niñas de 8 años de edad

EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

COMPARATIVO DE PERCENTILES  
MUESTRA ACTUAL CONTRA TABLAS DE LA U. DE G.

NINOS 9 ANOS					
A			B		A - B
MUESTRA ACTUAL			TABLAS U. DE G.		
ESTATURA	PERCENTIL		PERCENTIL		DIFERENCIA
1.277	5	1.282	5	1.233	0.049
1.386	50	1.332	50	1.335	-0.003
1.394	95	1.392	95	1.435	-0.043
1.297					
1.332					
1.296					
1.315					
1.284					
1.347					
1.315					
1.332					
1.391					
1.372					
1.364					
1.355					

Tabla 10

Comparativo de percentiles de estatura (estudio actual contra tablas de la U de G)  
Niños de 9 años de edad

NINAS 9 ANOS					
A			B		A - B
MUESTRA ACTUAL			TABLAS U. DE G.		
ESTATURA	PERCENTIL		PERCENTIL		DIFERENCIA
1.294	5	1.225	5	1.194	0.031
1.262	50	1.294	50	1.320	-0.026
1.304	95	1.329	95	1.442	-0.114
1.214					
1.267					
1.298					
1.229					
1.309					
1.278					
1.327					
1.314					
1.297					
1.332					
1.274					
1.291					

Tabla 11

Comparativo de percentiles de estatura (estudio actual contra tablas de la U de G)  
Niñas de 9 años de edad

EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

COMPARATIVO DE PERCENTILES  
MUESTRA ACTUAL CONTRA TABLAS DE LA U. DE G.

NINOS 10 ANOS					
A			B		A - B
MUESTRA ACTUAL			TABLAS U. DE G.		
ESTATURA	PERCENTIL		PERCENTIL		DIFERENCIA
1.425	5	1.315	5	1.270	0.045
1.482	50	1.394	50	1.377	0.017
1.299	95	1.495	95	1.492	0.003
1.384					
1.415					
1.524					
1.388					
1.396					
1.382					
1.394					
1.355					
1.322					
1.411					
1.424					
1.374					

Tabla 12

Comparativo de percentiles de estatura (estudio actual contra tablas de la U de G)  
Niños de 10 años de edad

NINAS 10 ANOS					
A			B		A - B
MUESTRA ACTUAL			TABLAS U. DE G.		
ESTATURA	PERCENTIL		PERCENTIL		DIFERENCIA
1.402	5	1.254	5	1.288	-0.034
1.382	50	1.366	50	1.394	-0.028
1.377	95	1.422	95	1.510	-0.088
1.232					
1.335					
1.324					
1.366					
1.388					
1.264					
1.402					
1.355					
1.411					
1.448					
1.355					
1.342					

Tabla 13

Comparativo de percentiles de estatura (estudio actual contra tablas de la U de G)  
Niñas de 10 años de edad

**COMPARATIVO DE PERCENTILES  
MUESTRA ACTUAL CONTRA TABLAS DE LA U. DE G.**

NINOS 11 ANOS					
A			B		A - B
MUESTRA ACTUAL			TABLAS U. DE G.		
ESTATURA	PERCENTIL		PERCENTIL		DIFERENCIA
1.395	5	1.399	5	1.325	0.074
1.502	50	1.458	50	1.434	0.024
1.456	95	1.530	95	1.549	-0.019
1.442					
1.401					
1.458					
1.433					
1.496					
1.532					
1.402					
1.458					
1.497					
1.529					
1.511					
1.457					

**Tabla 14**

Comparativo de percentiles de estatura (estudio actual contra tablas de la U de G)  
Niños de 11 años de edad

NINAS 11 ANOS					
A			B		A - B
MUESTRA ACTUAL			TABLAS U. DE G.		
ESTATURA	PERCENTIL		PERCENTIL		DIFERENCIA
1.432	5	1.368	5	1.34	0.028
1.435	50	1.432	50	1.454	-0.022
1.398	95	1.519	95	1.574	-0.055
1.397					
1.407					
1.375					
1.540					
1.432					
1.497					
1.368					
1.477					
1.510					
1.449					
1.501					
1.368					

**Tabla 15**

Comparativo de percentiles de estatura (estudio actual contra tablas de la U de G)  
Niñas de 11 años de edad

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

Como se mencionó anteriormente, las tablas proporcionadas por la Universidad de Guadalajara contemplan niños con edades desde los 6 hasta los 11 años de edad, y que en nuestro estudio, se tomaron en cuenta a los niños de 7 a 12 años cumplidos. Por esto mismo, no se pueden comparar los percentiles con el estudio realizado en la U de G. Asimismo, en las tablas consultadas de J. Panero (1983), tampoco se contempla a los niños de 12 años. En otra consulta en las tablas de Henry Dreyfuss (1967), si contempla a los niños de 12 años pero no existe ningún dato sobre los percentiles de dicha información por lo que tampoco fue posible realizar una comparación con los datos obtenidos.

Sin embargo, a continuación, en la Tabla 17, se presentan los datos tomados en nuestra muestra de la estatura de los sujetos, con sus respectivos percentiles del 5, 50 y 95 de los niños y niñas encuestados de 12 años de edad.

Es importante mencionar que en las tablas anteriores se calcularon los percentiles de nuestra muestra exclusivamente para poder realizar un análisis comparativo con los datos tomados del estudio realizado en la U de G, dado que este último presentaba sus percentiles por edad y por sexo, por lo cual se tuvo que realizar el cálculo de nuestro estudio en los mismos términos que el realizado en la zona metropolitana de Guadalajara.

**PERCENTILES DE ESTATURA DE LA MUESTRA ACTUAL**

<b>NINOS 12 ANOS</b>		
<b>A</b>		
<b>MUESTRA ACTUAL</b>		
<b>ESTATURA</b>	<b>PERCENTIL</b>	
1.432	5	1.417
1.631	50	1.538
1.560	95	1.581
1.502		
1.448		
1.542		
1.538		
1.559		
1.402		
1.487		
1.517		
1.550		
1.547		
1.423		
1.538		

<b>NINAS 12 ANOS</b>		
<b>A</b>		
<b>MUESTRA ACTUAL</b>		
<b>ESTATURA</b>	<b>PERCENTIL</b>	
1.512	5	1.459
1.551	50	1.512
1.549	95	1.556
1.523		
1.466		
1.507		
1.555		
1.511		
1.477		
1.559		
1.527		
1.442		
1.517		
1.504		
1.488		

**Tabla 16**  
Estatura y percentiles de niños y niñas de 12 años (Muestra actual).

Para poder comprobar la hipótesis de este estudio, todos los datos resultado de la prueba de ajuste se vaciaron en la hoja de encuesta ergonómica presentada en la Figura 23. Posteriormente se separaron por edad y sexo. Se hizo un vaciado a otras tablas en donde se juntaron en la primera, a los niños y niñas de 7 y 8 años de edad, en la segunda a los niños y niñas de 9 y 10 años y en la tercera a los de 11 y 12 años con el fin de demostrar que cada grupo de edad requiere de un mobiliario diferente en cuanto a sus dimensiones.

En las siguientes tablas, se presentan desglosadas tanto las estaturas como el peso de los niños y niñas en donde se encontrarán los siguientes datos:

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

- a) Estatura de los niños y niñas de 7 y 8; 9 y 10 y, 11 y 12 años de edad.
- b) Peso de los mismos niños.
- c) Desviación estándar.
- d) Media.
- e) Coeficiente de variabilidad.
- f) Percentil 5, 50 y 95 de estatura de cada grupo de edad.
- g) Sujetos por arriba del 95 percentil y por debajo del 5 percentil. (Sombreado en gris)

Independientemente de conocer a los sujetos encuestados, la desviación estándar, la media, la variabilidad y los percentiles por grupo de edad tanto de niñas como de niños, estas tres tablas nos sirven para visualizar a los sujetos que están por fuera del 5 y 95 percentiles, mismos que en las tablas 20; 21 y 22 ya no son considerados.

EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

DESGLOSE DE DATOS EN NIÑOS Y NIÑAS DE 7 Y 8 AÑOS

7 Y 8 AÑOS					
NINOS			NINAS		
1		2	1		2
No.	ESTATURA	PESO	No.	ESTATURA	PESO
1	1.186	18	1	1.232	24
2	1.179	17	2	1.284	27
3	1.389	32	3	1.311	31
4	1.189	19	4	1.245	25
5	1.222	21	5	1.253	26
6	1.204	24	6	1.213	21
7	1.178	19	7	1.212	17
8	1.254	23	8	1.214	17
9	1.186	22	9	1.224	21
10	1.197	19	10	1.243	23
11	1.272	26	11	1.171	23
12	1.206	24	12	1.172	18
13	1.179	19	13	1.194	22
14	1.179	24	14	1.187	20
15	1.236	25	15	1.201	23
16	1.262	25	16	1.264	24
17	1.247	31	17	1.268	25
18	1.258	26	18	1.242	31
19	1.386	30	19	1.247	25
20	1.387	33	20	1.385	39
21	1.236	26	21	1.236	24
22	1.267	27	22	1.263	23
23	1.352	35	23	1.209	23
24	1.278	26	24	1.223	26
25	1.324	29	25	1.286	28
26	1.259	24	26	1.314	29
27	1.273	24	27	1.239	24
28	1.320	30	28	1.267	23
29	1.332	32	29	1.302	29
30	1.287	25	30	1.257	23
Desv. Est	0.065	4.698	Desv. Est	0.045	4.403
Media	1.254	24.283	Media	1.244	23.740
Coef variab	5.176	19.348	Coef variab	3.637	18.545

NINOS	
PERCENTIL	ESTATURA
5	1.1790
50	1.2560
95	1.3866

NINAS	
PERCENTIL	ESTATURA
5	1.1788
50	1.2425
95	1.3127

● Niños por arriba del 95 percentil      ● Niñas por abajo del 5 percentil

Tabla 17  
Estatura, peso y percentiles de estatura de niños y niñas de 7 y 8 años de edad

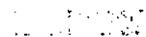
EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

DESGLOSE DE DATOS EN NIÑOS Y NIÑAS DE 9 Y 10 AÑOS

9 Y 10 AÑOS					
NINOS			NINAS		
	1	2		1	2
No.	ESTATURA	PESO	No.	ESTATURA	PESO
1	1.277	26	1	1.294	23
2	1.386	35	2	1.262	26
3	1.394	51	3	1.304	24
4	1.297	24	4	1.214	24
5	1.332	31	5	1.267	26
6	1.296	25	6	1.298	23
7	1.315	30	7	1.229	24
8	1.284	25	8	1.309	24
9	1.347	35	9	1.278	24
10	1.315	28	10	1.327	30
11	1.332	32	11	1.314	24
12	1.391	36	12	1.297	24
13	1.372	35	13	1.332	31
14	1.364	37	14	1.274	26
15	1.355	34	15	1.291	28
16	1.425	35	16	1.402	34
17	1.482	48	17	1.382	34
18	1.299	28	18	1.377	36
19	1.384	29	19	1.232	26
20	1.415	33	20	1.335	28
21	1.524	55	21	1.324	29
22	1.388	28	22	1.366	32
23	1.396	35	23	1.388	37
24	1.382	34	24	1.264	28
25	1.394	32	25	1.402	39
26	1.355	33	26	1.355	35
27	1.322	31	27	1.411	35
28	1.411	36	28	1.448	43
29	1.424	31	29	1.355	35
30	1.374	34	30	1.342	33
Desv. Est	0.056	6.961	Desv. Est	0.057	5.402
Media	1.366	32.353	Media	1.320	28.586
Coef variab	4.080	21.514	Coef variab	4.342	18.898

NINOS	
PERCENTIL	ESTATURA
5	1.2894
50	1.3730
95	1.4564

NINAS	
PERCENTIL	ESTATURA
5	1.2304
50	1.3190
95	1.4070

 Niños por arriba del 95 percentil
  Niñas por abajo del 5 percentil

**Tabla 18**  
Estatura, peso y percentiles de estatura de niños y niñas de 9 y 10 años de edad

EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

DESGLOSE DE DATOS EN NIÑOS Y NIÑAS DE 11 Y 12 AÑOS

11 Y 12 AÑOS					
NINOS			NINAS		
	1	2		1	2
No.	ESTATURA	PESO	No.	ESTATURA	PESO
1	1.395	36	1	1.432	36
2	1.502	52	2	1.435	47
3	1.456	42	3	1.398	35
4	1.442	56	4	1.397	34
5	1.401	41	5	1.407	35
6	1.458	48	6	1.375	34
7	1.433	47	7	1.540	51
8	1.496	53	8	1.432	46
9	1.532	62	9	1.497	45
10	1.402	36	10	1.368	35
11	1.458	38	11	1.477	40
12	1.497	51	12	1.510	50
13	1.529	51	13	1.449	47
14	1.511	45	14	1.501	44
15	1.457	44	15	1.368	41
16	1.432	40	16	1.512	56
17	1.631	53	17	1.551	50
18	1.560	40	18	1.549	55
19	1.502	46	19	1.523	48
20	1.448	38	20	1.466	42
21	1.542	47	21	1.507	42
22	1.538	47	22	1.555	48
23	1.559	46	23	1.511	52
24	1.402	35	24	1.477	43
25	1.487	40	25	1.559	58
26	1.517	55	26	1.527	56
27	1.550	51	27	1.442	38
28	1.547	42	28	1.517	43
29	1.423	41	29	1.504	46
30	1.538	60	30	1.488	44
Desv. Est	0.058	7.054	Desv. Est	0.058	6.861
Media	1.486	45.054	Media	1.474	43.636
Coef variab	3.892	15.657	Coef variab	3.908	15.724

NINOS	
PERCENTIL	ESTATURA
5	1.4015
50	1.4965
95	1.5596

NINAS	
PERCENTIL	ESTATURA
5	1.3712
50	1.4925
95	1.5532

----- Niños por arriba del 95 percentil      ----- Niñas por abajo del 5 percentil

**Tabla 19**  
Estatura, peso y percentiles de estatura de niños y niñas de 11 y 12 años de edad

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

Posteriormente se vaciaron todos los datos de las pruebas de ajuste en las siguientes tablas por grupos de edad donde se pueden observar los siguientes datos:

- a) Edad de los sujetos encuestados.
- b) Número de sujetos.
- c) Estatura.
- d) Altura mínima y máxima del rango de confort del asiento.
- e) Distancia mínima y máxima del rango de confort entre el escritorio y la silla.
- f) Altura máxima y mínima del rango de confort de la cubierta.
- g) Distancia máxima y mínima del rango de confort de la profundidad del asiento.
- h) Altura máxima y mínima del rango de confort de la altura del respaldo tomada en su parte inferior.

El contar con estas tablas nos permite realizar un análisis de los datos de la encuesta y construir gráficas que permiten visualizar con mas claridad los resultados del estudio

EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

SÍNTESIS DATOS POR EDAD  
7 y 8 AÑOS

No.	1		2		3		4		5		6		7	
	ESTATURA	PESO	ALTURA ASIENTO		DIST. ESCRIT. SILLA		ALTURA CUBIERTA		PROF. ASIENTO		ALTURA RESPALDO			
			Máximo	Mínimo	Mínimo	Máximo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo		
1	1.186	18	33.5	30.5	17	19	59	56	34.5	32.5	18	16		
2	1.178	17	35	32	14	16	57.5	54.5	33.5	31.5	17	15		
3	1.189	19	33.5	30.5	14	16	57.5	54.5	34.5	32.5	16	14		
4	1.222	21	33.5	30.5	16	18	57.5	54.5	33.5	31.5	16	14		
5	1.204	24	35	32	15	17	57.5	54.5	34.5	32.5	16	14		
6	1.178	19	38	35	15	17	59	56	34.5	32.5	16	14		
7	1.254	23	38	35	15	17	59	56	35.5	33.5	16	14		
8	1.186	22	36.5	33.5	15	17	57.5	54.5	33.5	31.5	18	14		
9	1.197	19	33.5	30.5	15	17	57.5	54.5	34.5	32.5	16	14		
10	1.272	26	36.5	33.5	17	19	57.5	54.5	36.5	34.5	18	16		
11	1.206	24	35	32	16	18	57.5	54.5	34.5	32.5	16	14		
12	1.179	19	38	35	17	19	59	56	35.5	33.5	16	14		
13	1.179	24	36.5	33.5	15	17	57.5	54.5	33.5	31.5	16	14		
14	1.236	25	36.5	33.5	17	19	59	56	36.5	34.5	17	15		
15	1.232	24	36.5	33.5	17	19	59	56	36.5	34.5	17	15		
16	1.284	27	35	32	15	17	59	56	35.5	33.5	18	16		
17	1.311	31	36.5	33.5	17	19	59	56	37.5	35.5	17	15		
18	1.245	25	36.5	33.5	17	19	59	56	37.5	35.5	17	15		
19	1.253	26	36.5	33.5	15	17	59	56	36.5	34.5	17	15		
20	1.213	21	36.5	33.5	14	16	57.5	54.5	35.5	33.5	18	16		
21	1.212	17	36.5	33.5	14	16	57.5	54.5	33.5	31.5	18	16		
22	1.214	17	36.5	33.5	14	16	57.5	54.5	33.5	31.5	18	16		
23	1.224	21	33.5	30.5	15	17	57.5	54.5	33.5	31.5	17	15		
24	1.243	23	35	32	17	19	59	56	36.5	34.5	18	16		
25	1.194	22	33.5	30.5	16	18	57.5	54.5	34.5	32.5	16	14		
26	1.187	20	36.5	33.5	15	17	57.5	54.5	33.5	31.5	16	14		
27	1.201	23	35	32	17	19	57.5	54.5	34.5	32.5	17	15		
28	1.262	25	36.5	33.5	14	16	57.5	54.5	34.5	32.5	16	14		
29	1.247	31	35	32	14	16	57.5	54.5	35.5	33.5	16	14		
30	1.258	26	35	32	14	16	57.5	54.5	35.5	33.5	16	14		
31	1.386	30	38	35	16	18	60.5	57.5	37.5	35.5	18	16		
32	1.236	26	38	35	16	18	63.5	60.5	38.5	36.5	19	17		
33	1.267	27	33.5	30.5	15	17	57.5	54.5	35.5	33.5	16	14		
34	1.267	27	33.5	30.5	15	17	59	56	35.5	33.5	18	16		
35	1.352	35	36.5	33.5	15	17	59	56	35.5	33.5	18	16		
36	1.278	26	36.5	33.5	16	18	60.5	57.5	38.5	36.5	19	17		
37	1.324	29	38	35	15	17	60.5	57.5	38.5	36.5	18	16		
38	1.259	24	36.5	33.5	16	18	63.5	60.5	38.5	36.5	18	16		
39	1.273	24	38	35	15	17	59	56	37.5	35.5	17	15		
40	1.320	30	38	35	16	18	60.5	57.5	37.5	35.5	18	16		
41	1.332	32	33.5	30.5	15	17	62	59	35.5	33.5	17	15		
42	1.287	25	38	35	15	17	59	56	37.5	35.5	16	14		
43	1.264	24	35	32	14	16	60.5	57.5	34.5	32.5	16	14		
44	1.268	25	35	32	17	19	57.5	54.5	34.5	32.5	16	14		
45	1.242	31	35	32	14	16	57.5	54.5	36.5	34.5	17	15		
46	1.247	25	35	32	14	16	57.5	54.5	35.5	33.5	16	14		
47	1.247	25	35	32	14	16	57.5	54.5	35.5	33.5	16	14		
48	1.385	39	38	35	15	17	59	56	38.5	36.5	18	16		
49	1.236	24	36.5	33.5	16	18	62	59	33.5	31.5	18	16		
50	1.236	24	36.5	33.5	16	18	62	59	33.5	31.5	18	16		
51	1.263	23	38	35	15	17	59	56	38.5	36.5	18	16		
52	1.209	23	38	35	17	19	60.5	57.5	37.5	35.5	18	16		
53	1.223	26	33.5	30.5	16	18	62	59	35.5	33.5	16	14		
54	1.288	28	36.5	33.5	15	17	57.5	54.5	37.5	35.5	18	16		
55	1.314	29	38	35	15	17	60.5	57.5	38.5	36.5	17	15		
56	1.239	24	36.5	33.5	16	18	60.5	57.5	34.5	32.5	18	16		
57	1.267	23	36.5	33.5	15	17	60.5	57.5	36.5	34.5	18	16		
58	1.302	29	36.5	33.5	16	18	60.5	57.5	36.5	34.5	17	15		
59	1.257	23	36.5	33.5	14	16	60.5	57.5	34.5	32.5	18	16		

Tabla 20  
Síntesis de datos (niños y niñas de 7 y 8 años de edad)

EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

SINTESIS DATOS POR EDAD  
9 y 10 AÑOS

No.	1		2		3		4		5		6		7	
	ESTATURA	PESO	ALTURA ASIENTO		DIST. ESCRIT. SILLA		ALTURA CUBIERTA		PROF. ASIENTO		ALTURA RESPALDO			
			Máximo	Mínimo	Mínimo	Máximo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo		
1	1.277	26	38	35	15	17	62	59	34.5	32.5	17	15		
2	1.386	35	39.5	36.5	15	17	65	62	35.5	33.5	19	17		
3	1.394	51	38	35	18	20	63.5	60.5	39.5	37.5	17	15		
4	1.297	24	36.5	33.5	15	17	63.5	60.5	35.5	33.5	17	15		
5	1.332	31	38	35	17	19	62	59	39.5	37.5	19	17		
6	1.296	25	36.5	33.5	15	17	63.5	60.5	34.5	32.5	18	16		
7	1.315	30	38	35	18	20	62	59	36.5	34.5	18	16		
8	1.284	25	36.5	33.5	18	20	62	59	34.5	32.5	17	15		
9	1.347	35	39.5	36.5	17	19	63.5	60.5	36.5	34.5	17	15		
10	1.315	28	38	35	16	18	63.5	60.5	34.5	32.5	16	14		
11	1.332	32	38	35	17	19	63.5	60.5	36.5	34.5	18	17		
12	1.391	36	38	35	18	20	63.5	60.5	36.5	34.5	19	17		
13	1.372	35	36.5	33.5	15	17	62	59	36.5	34.5	17	15		
14	1.384	37	36.5	33.5	15	17	63.5	60.5	36.5	34.5	17	15		
15	1.355	34	38	35	16	18	63.5	60.5	34.5	32.5	17	15		
16	1.294	23	38	35	15	17	63.5	60.5	36.5	34.5	19	17		
17	1.262	26	38	35	15	17	63.5	60.5	34.5	32.5	17	15		
18	1.304	24	36.5	33.5	18	20	62	59	35.5	33.5	18	16		
19	1.267	26	38	35	16	18	62	59	34.5	32.5	17	15		
20	1.298	23	38	35	18	20	63.5	60.5	36.5	34.5	18	16		
21	1.309	24	36.5	33.5	16	18	62	59	35.5	33.5	17	15		
22	1.278	24	36.5	33.5	16	18	63.5	60.5	35.5	33.5	18	16		
23	1.327	30	38	35	17	19	62	59	39.5	37.5	18	16		
24	1.314	24	36.5	33.5	15	17	62	59	34.5	32.5	17	15		
25	1.297	24	35	32	16	18	62	59	35.5	33.5	17	15		
26	1.332	31	35	32	16	18	62	59	35.5	33.5	17	15		
27	1.274	26	35	32	15	17	62	59	35.5	33.5	16	14		
28	1.291	28	36.5	33.5	15	17	63.5	60.5	35.5	33.5	18	16		
29	1.425	35	39.5	36.5	17	19	62	59	39.5	37.5	17	15		
30	1.299	28	36.5	33.5	15	17	62	59	37.5	35.5	17	15		
31	1.384	29	39.5	36.5	15	17	63.5	60.5	35.5	33.5	18	16		
32	1.415	33	38	35	17	19	63.5	60.5	37.5	35.5	17	15		
33	1.388	28	39.5	36.5	17	19	65	62	37.5	35.5	17	15		
34	1.396	35	39.5	36.5	16	18	66.5	63.5	39.5	37.5	18	16		
35	1.382	34	39.5	36.5	15	17	65	62	38.5	36.5	18	16		
36	1.394	32	38	35	18	20	65	62	38.5	36.5	18	16		
37	1.355	33	39.5	36.5	18	20	63.5	60.5	37.5	35.5	19	17		
38	1.322	31	38	35	16	18	62	59	35.5	33.5	17	15		
39	1.411	36	39.5	36.5	18	20	66.5	63.5	39.5	37.5	17	15		
40	1.424	31	39.5	36.5	17	19	66.5	63.5	39.5	37.5	18	16		
41	1.374	34	39.5	36.5	15	17	66.5	63.5	36.5	34.5	17	15		
42	1.402	34	38	35	18	20	62	59	38.5	36.5	18	16		
43	1.382	34	39.5	36.5	18	20	63.5	60.5	39.5	37.5	17	15		
44	1.377	36	38	35	18	20	62	59	37.5	35.5	17	15		
45	1.232	26	38	35	18	20	63.5	60.5	34.5	32.5	17	15		
46	1.335	28	39.5	36.5	17	19	65	62	36.5	34.5	17	15		
47	1.324	29	39.5	36.5	17	19	65	62	34.5	32.5	17	15		
48	1.366	32	39.5	36.5	17	19	63.5	60.5	39.5	37.5	17	15		
49	1.388	37	38	35	18	20	63.5	60.5	38.5	36.5	18	16		
50	1.264	28	39.5	36.5	18	20	65	62	36.5	34.5	17	15		
51	1.402	39	38	35	18	20	65	62	38.5	36.5	17	15		
52	1.355	35	39.5	36.5	18	20	65	62	37.5	35.5	17	15		
53	1.411	35	39.5	36.5	18	20	65	62	38.5	36.5	17	15		
54	1.448	43	39.5	36.5	18	20	68	65	39.5	37.5	17	15		
55	1.355	35	38	35	16	18	63.5	60.5	35.5	33.5	17	15		
56	1.342	33	38	35	15	17	63.5	60.5	35.5	33.5	17	15		

Tabla 21  
Síntesis de datos (niños y niñas de 9 y 10 años de edad)

EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

SINTESIS DATOS POR EDAD  
11 y 12 AÑOS

No.	1	2	3		4		5		6		7	
	ESTATURA	PESO	ALTURA ASIENTO		DIST. ESCRIT. SILLA		ALTURA CUBIERTA		PROF. ASIENTO		ALTURA RESPALDO	
			Máximo	Mínimo	Mínimo	Máximo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
1	1.395	36	41	38	18	20	68	65	38.5	36.5	18	16
2	1.502	52	42.5	39.5	18	20	69.5	66.5	42.5	40.5	18	16
3	1.456	42	42.5	39.5	18	20	69.5	66.5	40.5	38.5	17	15
4	1.442	56	38	35	18	20	66.5	63.5	39.5	37.5	18	16
5	1.401	41	39.5	36.5	16	18	66.5	63.5	39.5	37.5	17	15
6	1.458	48	38	35	17	19	66.5	63.5	38.5	36.5	18	16
7	1.433	47	38	35	17	19	66.5	63.5	38.5	36.5	18	16
8	1.496	53	42.5	39.5	18	20	69.5	66.5	42.5	40.5	17	15
9	1.532	62	42.5	39.5	18	20	69.5	66.5	42.5	40.5	18	16
10	1.402	36	42.5	39.5	18	20	69.5	66.5	41.5	39.5	17	15
11	1.458	38	42.5	39.5	18	20	69.5	66.5	40.5	38.5	18	16
12	1.497	51	44	41	18	20	71	68	42.5	40.5	18	16
13	1.529	51	42.5	39.5	18	20	69.5	66.5	42.5	40.5	18	16
14	1.511	45	42.5	39.5	17	19	69.5	66.5	42.5	40.5	18	16
15	1.457	44	42.5	39.5	18	20	71	68	40.5	38.5	19	17
16	1.432	36	42.5	39.5	18	20	69.5	66.5	40.5	38.5	18	16
17	1.435	47	38	35	18	20	66.5	63.5	39.5	37.5	17	15
18	1.398	35	39.5	36.5	17	19	66.5	63.5	39.5	37.5	17	15
19	1.397	34	41	38	18	20	66.5	63.5	38.5	36.5	18	16
20	1.407	35	41	38	17	19	66.5	63.5	39.5	37.5	18	16
21	1.375	34	41	38	17	19	66.5	63.5	38.5	36.5	18	16
22	1.540	51	44	41	18	20	71	68	40.5	38.5	17	15
23	1.432	46	41	38	18	20	69.5	66.5	39.5	37.5	18	16
24	1.497	45	42.5	39.5	18	20	69.5	66.5	40.5	38.5	18	16
25	1.477	40	42.5	39.5	18	20	69.5	66.5	42.5	40.5	18	16
26	1.510	50	44	41	18	20	71	68	41.5	39.5	18	16
27	1.449	47	42.5	39.5	18	20	69.5	66.5	40.5	38.5	18	16
28	1.501	44	42.5	39.5	18	20	71	68	40.5	38.5	18	16
29	1.432	40	41	38	17	19	69.5	66.5	39.5	37.5	17	15
30	1.502	46	44	41	18	20	72.5	69.5	42.5	40.5	18	16
31	1.448	38	42.5	39.5	16	18	69.5	66.5	41.5	39.5	17	15
32	1.542	47	44	41	18	20	72.5	69.5	42.5	40.5	17	15
33	1.538	47	44	41	18	20	69.5	66.5	42.5	40.5	18	16
34	1.559	46	44	41	17	19	72.5	69.5	42.5	40.5	17	15
35	1.402	35	41	38	16	18	69.5	66.5	40.5	38.5	18	16
36	1.487	40	42.5	39.5	18	20	69.5	66.5	42.5	40.5	19	17
37	1.517	55	44	41	19	21	71	68	41.5	39.5	18	16
38	1.550	51	41	38	18	20	69.5	66.5	38.5	36.5	18	16
39	1.547	42	44	41	18	20	72.5	69.5	42.5	40.5	17	15
40	1.423	41	44	41	16	18	69.5	66.5	41.5	39.5	17	15
41	1.538	60	44	41	19	21	72.5	69.5	42.5	40.5	19	17
42	1.512	56	44	41	19	21	71	68	42.5	40.5	17	15
43	1.551	50	44	41	19	21	72.5	69.5	42.5	40.5	18	16
44	1.549	55	44	41	18	20	71	68	42.5	40.5	17	15
45	1.523	48	44	41	18	20	71	68	42.5	40.5	19	17
46	1.466	42	42.5	39.5	17	19	69.5	66.5	41.5	39.5	19	17
47	1.507	42	44	41	18	20	72.5	69.5	42.5	40.5	18	16
48	1.555	48	44	41	18	20	72.5	69.5	42.5	40.5	19	17
49	1.511	52	44	41	19	21	71	68	42.5	40.5	19	17
50	1.477	43	42.5	39.5	17	19	69.5	66.5	41.5	39.5	18	16
51	1.559	58	44	41	18	20	72.5	69.5	42.5	40.5	19	17
52	1.527	56	44	41	18	20	71	68	42.5	40.5	17	15
53	1.442	38	42.5	39.5	17	19	69.5	66.5	41.5	39.5	18	16
54	1.517	43	42.5	39.5	16	18	69.5	66.5	41.5	39.5	17	15
55	1.504	46	44	41	19	21	72.5	69.5	42.5	40.5	17	15
56	1.488	44	42.5	39.5	18	20	69.5	66.5	41.5	39.5	18	16

Tabla 22  
Síntesis de datos (niños y niñas de 11 y 12 años de edad)

#### **4.4 Peso**

Como se mencionó en el apartado 3.3.2 la medición del peso en nuestro caso no influye en los resultados que fundamentan la hipótesis de este trabajo. Asimismo, se tomó el peso de todos los sujetos aprovechando el estudio, y para poder contar para el futuro con esta información y poder realizar otro tipo de estudios.

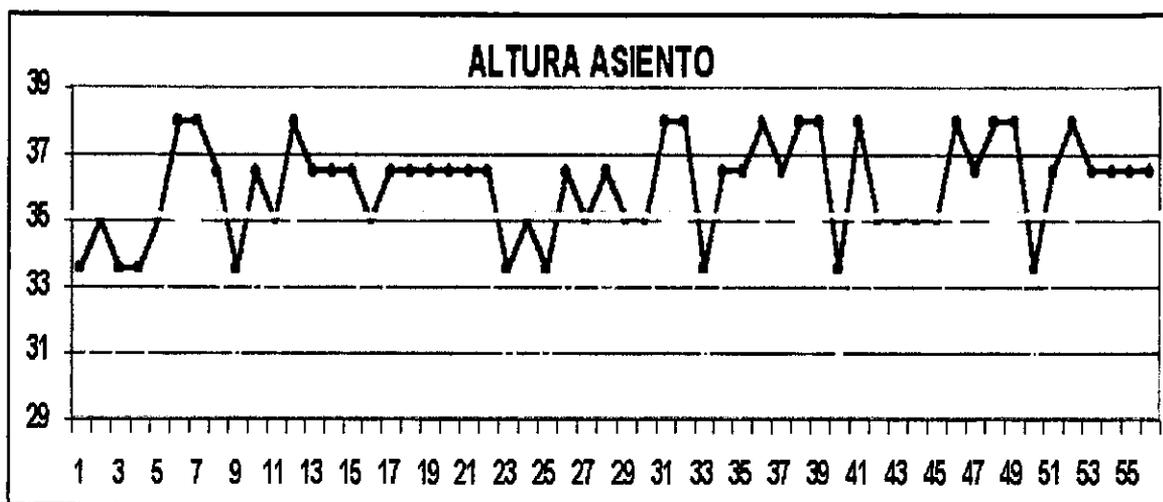
#### **4.5 Pruebas de ajuste**

La realización de las pruebas de ajuste para definir todas las medidas como se muestra en el esquema presentado con la Figura 22, se realizó tomando en cuenta los límites máximos y mínimos de los límites de confort. Posteriormente se realizaron 3 tablas con esos límites máximos y mínimos (Tablas 19, 20 y 21) y con base a estas, se graficaron los valores dando como resultado una gráfica de puntos donde claramente se identifican los valores máximos y mínimos de los límites de confort, que al trazarle una línea horizontal se visualizara a la mayor parte de los sujetos que quedaran dentro del rango entre los valores máximos y mínimos. Esta línea horizontal nos indica la medida definida que satisface a la mayoría de los sujetos del estudio por rango de edad. Como referencia, se indican las medidas mínimas en color magenta y las máximas en azul. La línea roja indica el nivel que contempla a la mayoría de los sujetos.

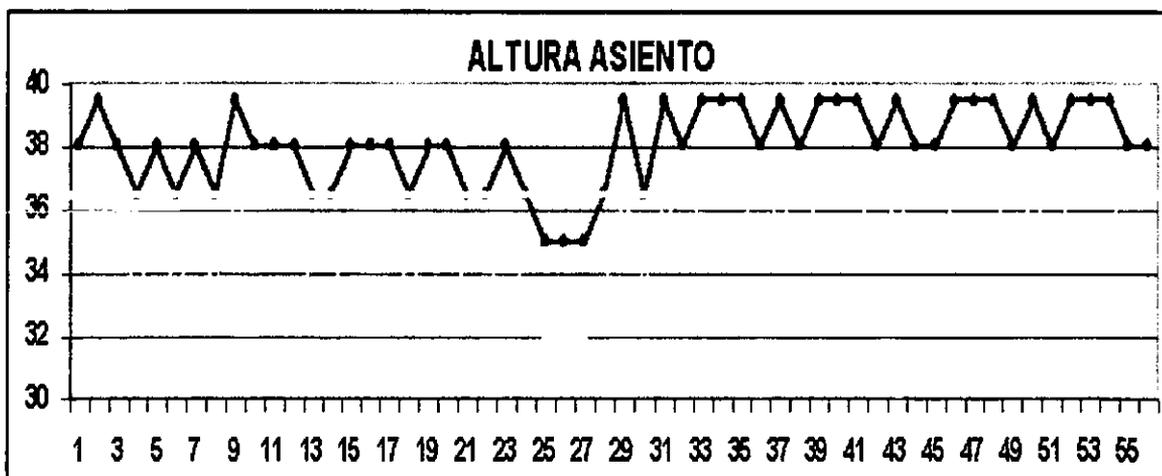
## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

### 4.5.1 Altura del asiento

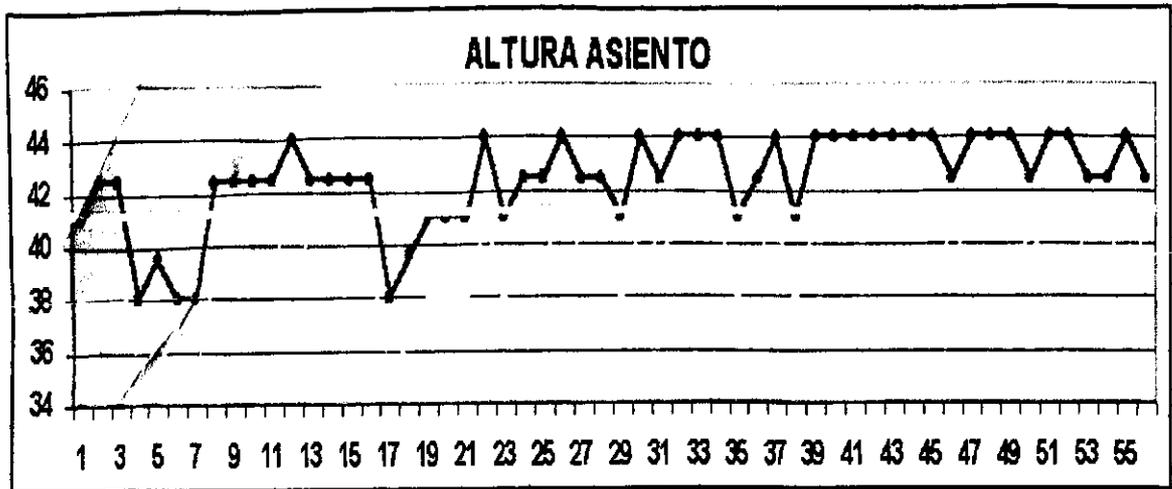
Las siguientes gráficas nos muestran el resultado:



**Figura 24**  
Altura del asiento sujetos de 7 y 8 años de edad



**Figura 25**  
Altura del asiento sujetos de 9 y 10 años de edad



**Figura 26**  
Altura del asiento sujetos de 11 y 12 años de edad

Con respecto a la altura del asiento, indicada con la línea roja, el estudio da como resultado, los siguientes datos:

- 4.5.1.1 Para los sujetos encuestados de 7 y 8 años de edad descontando a los niños por arriba del 95 percentil y a las niñas por debajo del 5 percentil da como resultado que de 56 sujetos se cubren 47 con una altura del asiento de **35 cm.** representando con esto al 84 % de los sujetos de este grupo de edad.
- 4.5.1.2 Para los sujetos encuestados de 9 y 10 años de edad, descontando a los niños por arriba del 95 percentil y a las niñas por debajo del 5 percentil da como resultado que de 56 sujetos se cubren 53 con una

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

altura del asiento de **37 cm.** representando con esto al 95 % de los sujetos de este grupo de edad.

- 4.5.1.3 Para los sujetos encuestados de 11 y 12 años de edad descontando a los niños por arriba del 95 percentil y a las niñas por debajo del 5 percentil da como resultado que de 56 sujetos se cubren 51 con una altura del asiento de **41 cm.** representando con esto al 91 % de los sujetos de este grupo de edad.

De los resultados anteriores se concluye que la altura del asiento para las sillas escolares en la educación primaria requieren de tres medidas de silla a saber: Una para primer y segundo año de primaria con una altura del asiento de 35 cm., otra para tercer y cuarto grado con una altura de 37 cm. y una última para quinto y sexto grado con una altura de 41 cm.

### 4.5.2 Distancia entre escritorio y silla.

Los resultados obtenidos de la prueba de ajustes son los siguientes:

- 4.5.2.1 Para los sujetos encuestados de 7 y 8 años de edad descontando a los niños por arriba del 95 percentil y a las niñas por debajo del 5 percentil da como resultado que de 56 sujetos se cubren 45 con una separación entre el asiento y la cubierta de **17 cm.** representando con esto al 80 % de los sujetos de este grupo de edad.

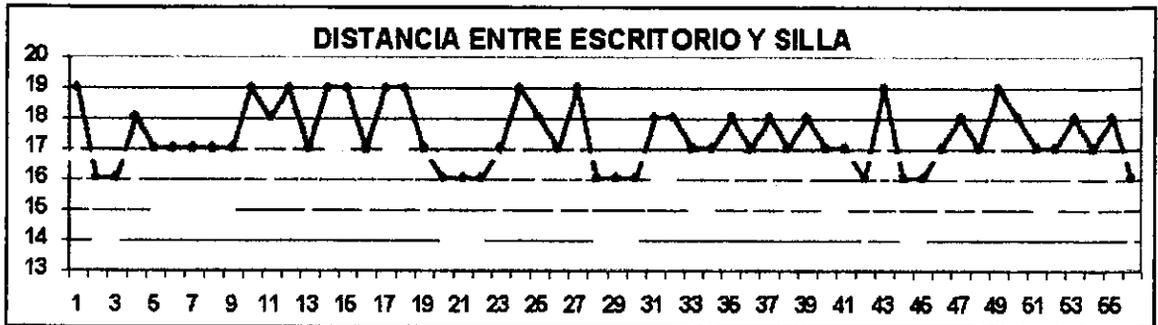
## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

- 4.5.2.2 Para los sujetos encuestados de 9 y 10 años de edad descontando a los niños por arriba del 95 percentil y a las niñas por debajo del 5 percentil da como resultado que de 56 sujetos se cubren 40 con una separación entre el asiento y la cubierta de **18 cm.** representando con esto al 72 % de los sujetos de este grupo de edad.
- 4.5.2.3 Para los sujetos encuestados de 11 y 12 años de edad descontando a los niños por arriba del 95 percentil y a las niñas por debajo del 5 percentil da como resultado que de 56 sujetos se cubren 51 con una separación entre el asiento y la cubierta de **19 cm.** representando con esto al 91 % de los sujetos de este grupo de edad.

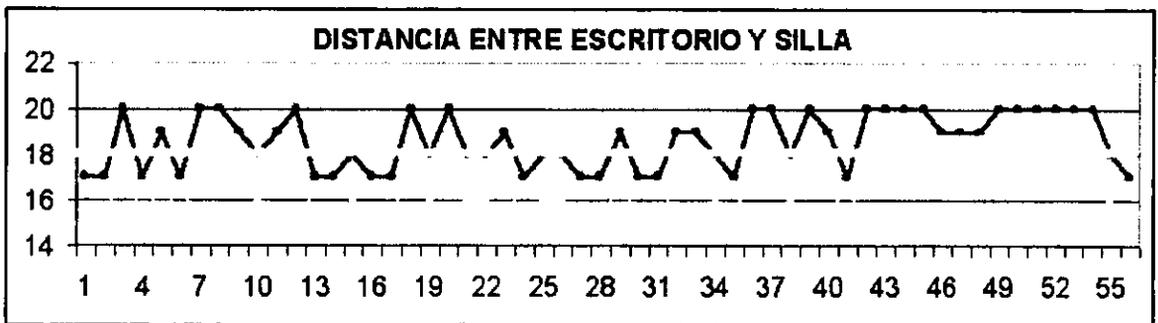
En realidad, la diferencia de esta medida entre los tres grupos de sujetos no es muy significativa dado que es el resultado de una postura de pie del sujeto en relación con la silla y con la mesa. Lo esencial de estas dimensiones es su consideración para cuando se amueblen los salones de clase, permitiendo contemplar estos espacios entre los muebles que le den al usuario la posibilidad de pararse en su mismo lugar de trabajo (de tal manera que el filo de la cubierta del escritorio y el de la silla no lo obliguen a flexionar las rodillas), de entrar y salir de esta área cómodamente y de tener la posibilidad de acercarse o echar hacia atrás su silla de trabajo permitiendo al usuario el ajuste de sus diferentes posturas durante sus labores.

A continuación se pueden observar las tres figuras resultantes de este análisis:

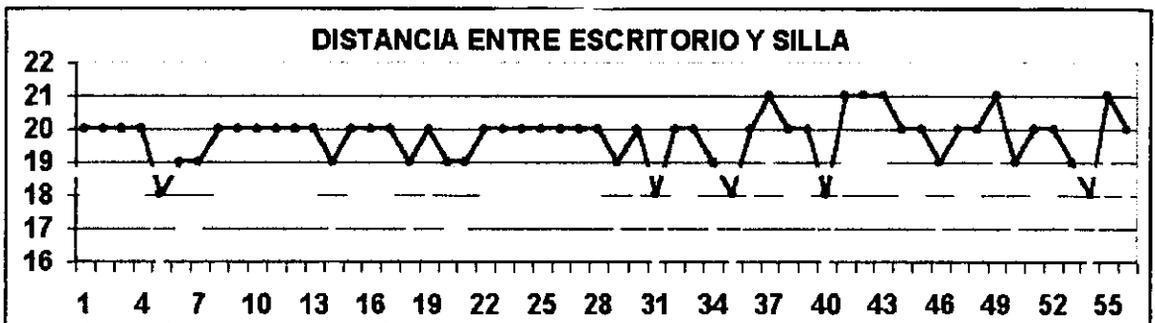
EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS



**Figura 27**  
Distancia entre asiento y cubierta sujetos de 7 y 8 años de edad



**Figura 28**  
Distancia entre asiento y cubierta sujetos de 9 y 10 años de edad



**Figura 29**  
Distancia entre asiento y cubierta sujetos de 11 y 12 años de edad

#### 4.5.3 Altura de la cubierta.

Los resultados que se reflejan de este estudio con respecto a la altura de la cubierta son los siguientes:

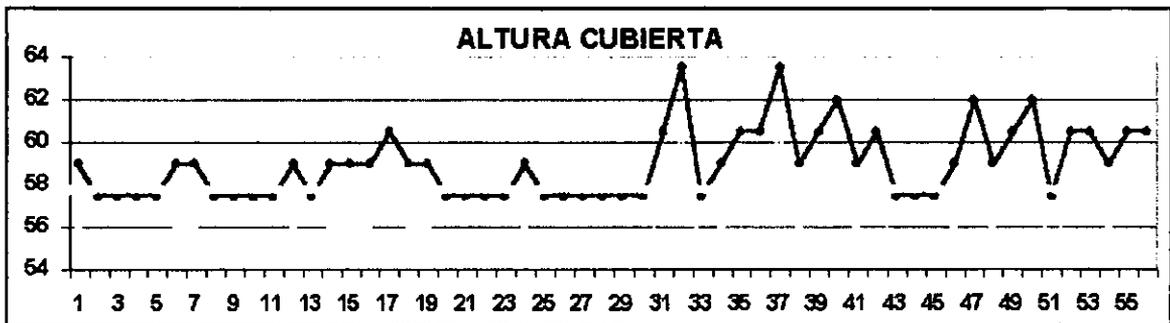
- 4.5.3.1 Para los sujetos encuestados de 7 y 8 años de edad descontando a los niños por arriba del 95 percentil y a las niñas por debajo del 5 percentil da como resultado que de 56 sujetos se cubren 51 con una altura de la cubierta de **57 cm.** representando con esto al 91 % de los sujetos de este grupo de edad.
- 4.5.3.2 Para los sujetos encuestados de 9 y 10 años de edad descontando a los niños por arriba del 95 percentil y a las niñas por debajo del 5 percentil da como resultado que de 56 sujetos se cubren 51 con una altura de la cubierta de **62 cm.** representando con esto al 91 % de los sujetos de este grupo de edad.
- 4.5.3.3 Para los sujetos encuestados de 9 y 10 años de edad descontando a los niños por arriba del 95 percentil y a las niñas por debajo del 5 percentil da como resultado que de 56 sujetos se cubren 46 con una altura de la cubierta de **70 cm.** representando con esto al 82 % de los sujetos de este grupo de edad.

Como puede observarse, existe una variación de 5 cm. del primer grupo contra el segundo y una variación de 8 cm. del segundo grupo contra el tercero. Esto justifica también que de los resultados anteriores la altura de la cubierta de la

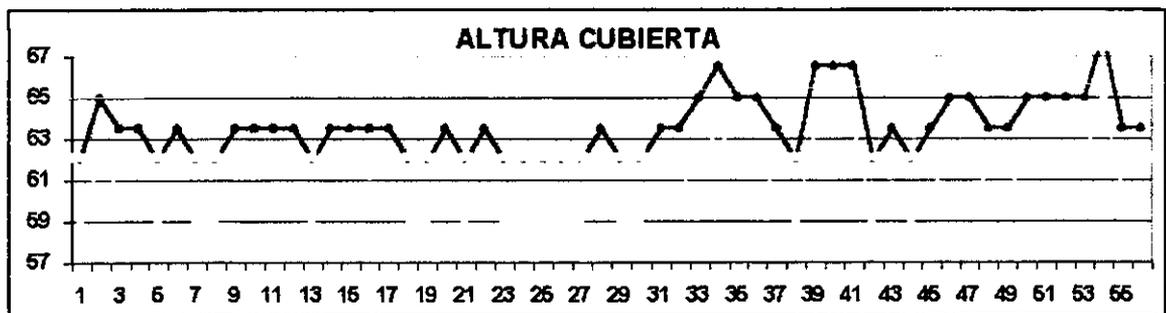
## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

mesa o escritorio escolar en las escuelas de primaria requieren de tres medidas de altura de la cubierta. Una para primer y segundo año de primaria con una altura de 57 cm., otra para tercer y cuarto grado con una altura de 62 cm. y una última para quinto y sexto grado con una altura de 70 cm.

A continuación pueden verse las gráficas que concluyen con los resultados mencionados:

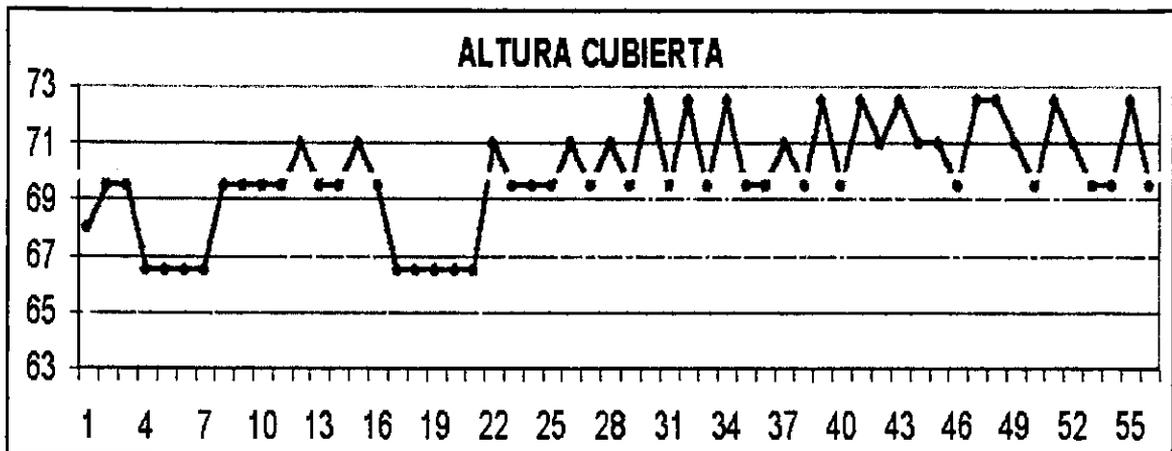


**Figura 30**  
Altura de la cubierta de sujetos de 7 y 8 años de edad.



**Figura 31**  
Altura de la cubierta de sujetos de 9 y 10 años de edad.

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS



**Figura 32**  
Altura de la cubierta de sujetos de 11 y 12 años de edad.

### 4.5.4 Profundidad del respaldo

El estudio de los valores de la muestra, obtenidos de las pruebas de ajuste en este rubro, nos da los siguientes resultados que se observan en las siguientes figuras:



**Figura 33**  
Profundidad del respaldo sujetos de 7 y 8 años de edad.

EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

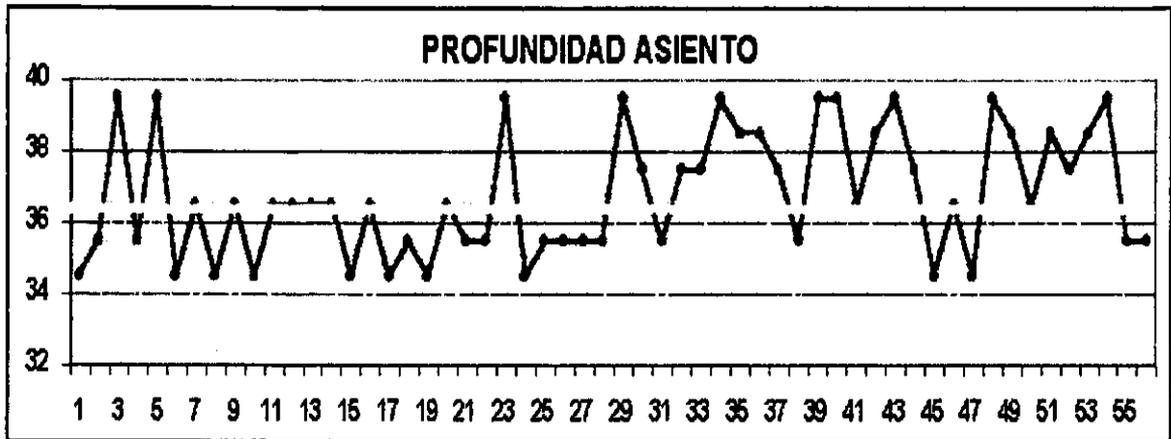


Figura 34  
Profundidad del respaldo sujetos de 9 y 10 años de edad.

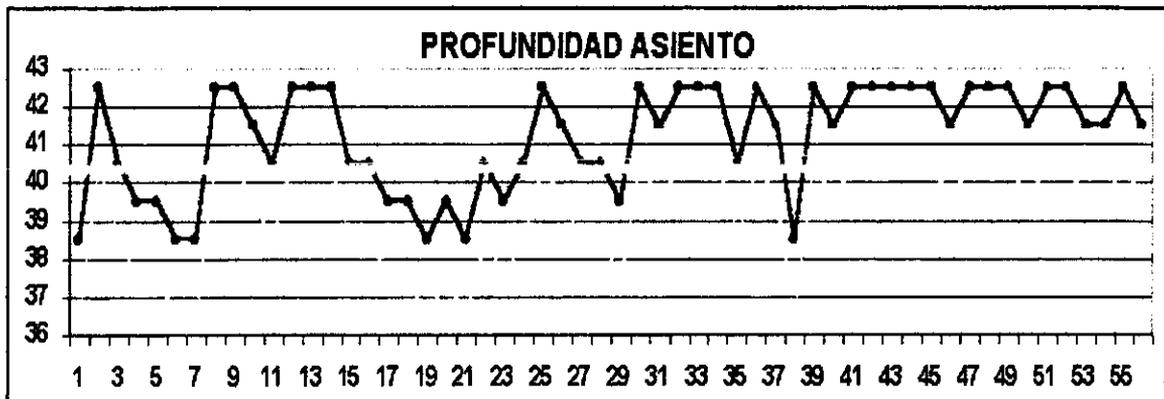


Figura 35  
Profundidad del respaldo sujetos de 11 y 12 años de edad.

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

El estudio da como resultado con respecto a la profundidad del asiento, indicada con la línea roja, los siguientes datos:

- 4.5.4.1 Para los sujetos encuestados de 7 y 8 años de edad descontando a los niños por arriba del 95 percentil y a las niñas por debajo del 5 percentil da como resultado que de 56 sujetos se cubren 34 con una altura del asiento de **34 cm.** representando con esto al 61 % de los sujetos de este grupo de edad.
- 4.5.4.2 Para los sujetos encuestados de 9 y 10 años de edad descontando a los niños por arriba del 95 percentil y a las niñas por debajo del 5 percentil da como resultado que de 56 sujetos se cubren 34 con una altura del asiento de **36.5 cm.** representando con esto al 61 % de los sujetos de este grupo de edad.
- 4.5.4.3 Para los sujetos encuestados de 11 y 12 años de edad descontando a los niños por arriba del 95 percentil y a las niñas por debajo del 5 percentil da como resultado que de 56 sujetos se cubren 43 con una altura del asiento de **40.5cm.** representando con esto al 77 % de los sujetos de este grupo de edad.

De los resultados anteriores se concluye que la profundidad del asiento para las sillas escolares en la educación primaria requieren de tres medidas de silla a saber:

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

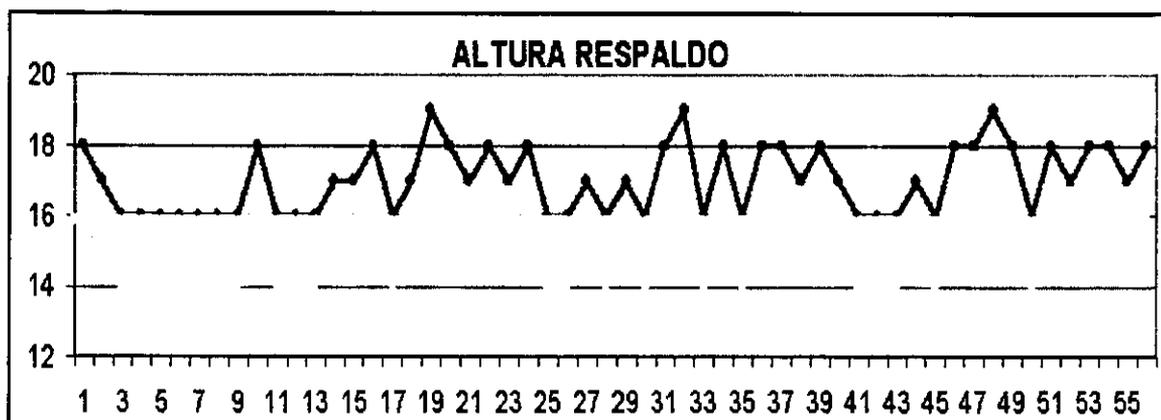
Una para primer y segundo grado de primaria con una altura del asiento de 34 cm., otra para tercer y cuarto grado con una altura de 36.5 cm. y una última para quinto y sexto grado con una altura de 40.5 cm.

En estos resultados puede observarse que el promedio de los sujetos cubiertos resulta bajo en los grupos de 7 y 8 años así como el de 9 y 10 años. Sin embargo, dado que este estudio es de límites de confort, todos los sujetos que están por arriba del límite del común denominador (línea roja) alcanzarán un sentado adecuado para las varias posturas y trabajos que se realizan durante el uso de los escritorios escolares. Según el estudio hecho por Oxford (1976), y sobre todo en una actividad de escribir sobre el escritorio, con los brazos apoyados en la cubierta, es decir cuando el sujeto está tan cerca como puede de su mesa, una medida de profundidad del respaldo recomendada para esta postura puede ser menor hasta un límite de 27 cm., y si el sujeto requiere de un sentado relajado con la espalda apoyada en el respaldo en una postura de prestar atención, recomienda un mínimo de 35 cm., un centímetro mayor que los requerimientos anteriores.

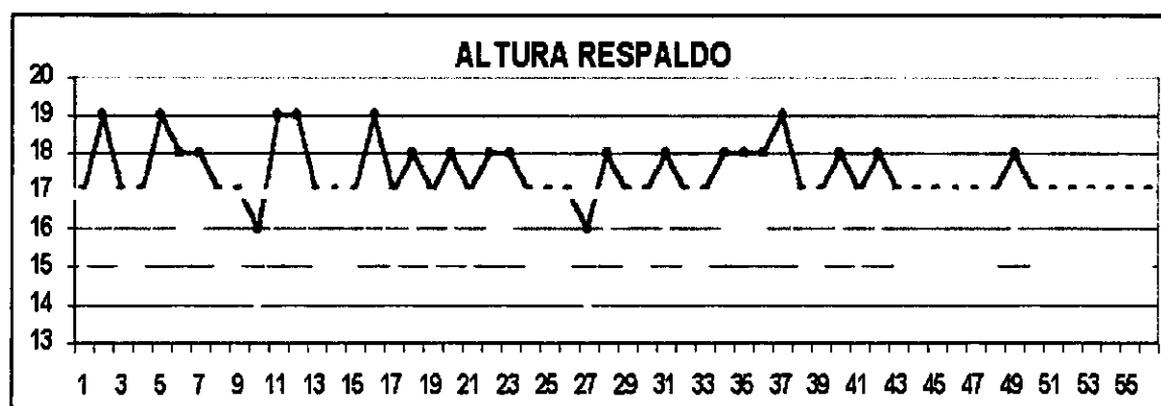
### 4.5.5 Altura del respaldo

En este rubro las gráficas resultantes del análisis de esta prueba de ajuste se observan enseguida:

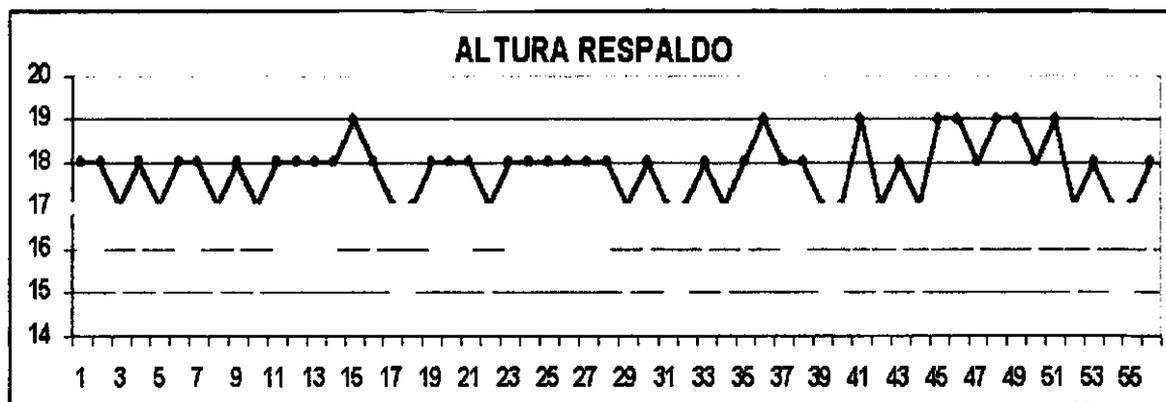
EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS



**Figura 36**  
Altura del respaldo sujetos de 7 y 8 años de edad.



**Figura 37**  
Altura del respaldo sujetos de 9 y 10 años de edad.



**Figura 38**  
Altura del respaldo sujetos de 9 y 10 años de edad.

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

El estudio da como resultado con relación a la altura del respaldo, indicada con la línea roja, los siguientes datos:

- 4.5.5.1 Para los sujetos encuestados de 7 y 8 años de edad descontando a los niños por arriba del 95 percentil y a las niñas por debajo del 5 percentil da como resultado que de 56 sujetos se cubren 53 con una altura del respaldo de **16 cm.**, representando con esto al 95 % de los sujetos de este grupo de edad.
- 4.5.5.2 Para los sujetos encuestados de 9 y 10 años de edad descontando a los niños por arriba del 95 percentil y a las niñas por debajo del 5 percentil da como resultado que de 56 sujetos se cubren 54 con una altura del respaldo de **17 cm.** , representando con esto al 97 % de los sujetos de este grupo de edad.
- 4.5.5.3 Para los sujetos encuestados de 11 y 12 años de edad descontando a los niños por arriba del 95 percentil y a las niñas por debajo del 5 percentil da como resultado que de 56 sujetos se cubren 56 con una altura del respaldo de **17cm.**, representando con esto al 100 % de los sujetos de este grupo de edad.

De los resultados anteriores se concluye que la altura del respaldo para las sillas escolares en la educación primaria requieren de 16 cm. para los sujetos de 7 y 8 años y de 17 cm. para los sujetos de los grupos comprendidos entre 9 y 12 años.

Dado que la diferencia encontrada tiene una variación de 1 cm. del primer grupo contra los dos últimos y que 34 sujetos del primer grupo están dentro de los límites máximo y mínimo de confort, la altura resultante en nuestro estudio se recomienda de 17 cm. para todos los años escolares de primaria, dado que con esta dimensión se satisface al 86 %, es decir a 144 sujetos de la población estudiada.

Granjean (1975) recomendó en un estudio hecho para adultos un mínimo de 20 cm. de altura para respaldos escolares. Lo esencial en este caso es que esta dimensión juega un papel muy importante en la estabilidad del tronco en una postura de sentado y recargado en el respaldo, independientemente del ángulo de inclinación de este y de sus medidas. Sabemos bien que en esta postura, la región lumbar es el área crítica de apoyo y soporte del tronco.

#### 4.5.6 Inclinación de la cubierta.

Después de la medición de la pendiente de la cubierta del escritorio, se encontró que el 95 % de los sujetos encuestados prefirió una inclinación de 10 grados (los sujetos que prefirieron 5 grados, fueron todos, niños de 7 años). En este caso, se debe de tomar a consideración que esta inclinación (10 grados) también es el resultado del estudio echo por Oxford (1976) en donde una mayoría de los sujetos encuestados la prefirió.

# EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

## 4.6 Síntesis de resultados.

De todos los resultados anteriores realizados con el método de Jones (1960) de las pruebas de ajuste, en la siguiente tabla se puede observar una síntesis de los datos finales separados por concepto y por grupo de edad de los sujetos encuestados:

### SÍNTESIS DE SUJETOS CUBIERTOS Y MEDIDAS RECOMENDADAS

	ALTURA ASIENTO	DIST. ESCRITORIO Y SILLA	ALTURA CUBIERTA	PROFUNDIDAD ASIENTO	ALTURA RESPALDO
<b>NINOS 7 Y 8 AÑOS / 56</b>					
No. SUJETOS CUBIERTOS	47	45	51	34	53
MEDIDA RECOMENDADA (cm.)	35.00	17.00	57.00	34.00	18.00
% DE SUJETOS CUBIERTOS	83.93%	80.36%	91.07%	60.71%	94.64%
<b>NINOS 9 Y 10 AÑOS / 56</b>					
No. SUJETOS CUBIERTOS	53	40	51	34	54
MEDIDA RECOMENDADA (cm.)	37.00	18.00	62.00	36.60	17.00
% DE SUJETOS CUBIERTOS	94.64%	71.43%	91.07%	60.71%	96.43%
<b>NINOS 11 Y 12 AÑOS / 56</b>					
No. SUJETOS CUBIERTOS	51	51	46	43	56
MEDIDA RECOMENDADA (cm.)	41.00	19.00	70.00	40.60	17.00
% DE SUJETOS CUBIERTOS	91.07%	91.07%	82.14%	76.79%	100.00%

Tabla 23

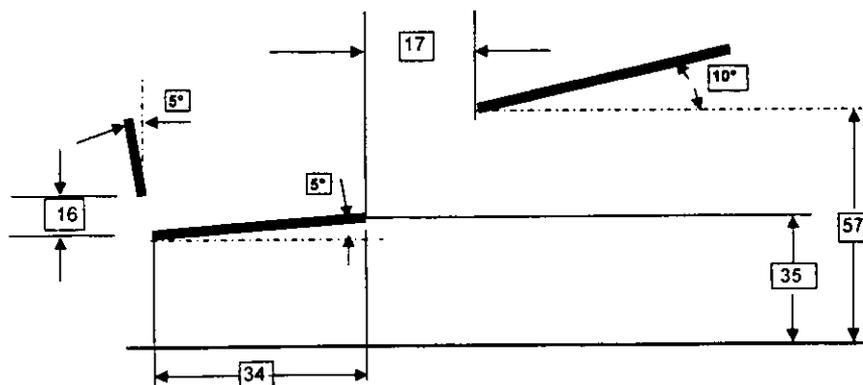
Síntesis de los datos finales separados por concepto y por grupo de edad de los sujetos encuestados.

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

Las siguientes ilustraciones nos indican claramente las dimensiones resultantes descritas:

### RECOMENDACION DE DIMENSIONES PARA SILLA Y ESCRITORIO NIÑOS Y NIÑAS 7 Y 8 AÑOS

No.	DIMENSIÓN	CONCEPTO
1	35.0	ALTURA DEL ASIENTO
2	17.0	SEPARACIÓN ASIENTO-ESCRITORIO
3	57.0	ALTURA CUBIERTA
4	34.0	PROFUNDIDAD ASIENTO
5	16.0	ALTURA ASIENTO RESPALDO
6	10°	INCLINACIÓN CUBIERTA

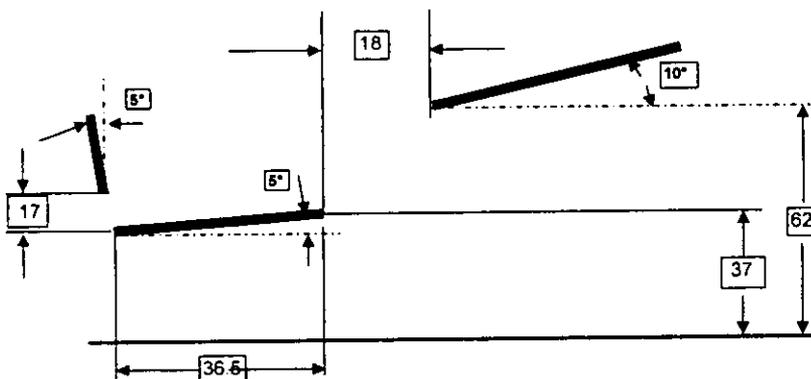


**Figura 24**

Medidas recomendadas niños de 7 y 8 años

### RECOMENDACION DE DIMENSIONES PARA SILLA Y ESCRITORIO NIÑOS Y NIÑAS 9 Y 10 AÑOS

No.	DIMENSIÓN	CONCEPTO
1	37.0	ALTURA DEL ASIENTO
2	18.0	SEPARACIÓN ASIENTO-ESCRITORIO
3	62.0	ALTURA CUBIERTA
4	36.5	PROFUNDIDAD ASIENTO
5	17.0	ALTURA ASIENTO RESPALDO
6	10°	INCLINACIÓN CUBIERTA



**Figura 25**

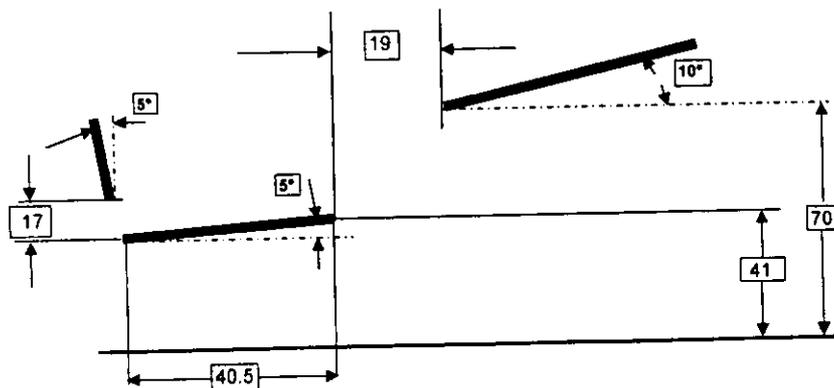
Medidas recomendadas niños de 9 y 10 años

# EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

## RECOMENDACION DE DIMENSIONES PARA SILLA Y ESCRITORIO NIÑOS Y NIÑAS 11 Y 12 AÑOS

No.	DIMENSIÓN	CONCEPTO
1	41.0	ALTURA DEL ASIENTO
2	19.0	SEPARACIÓN ASIENTO-ESCRITORIO
3	70.0	ALTURA CUBIERTA
4	40.5	PROFUNDIDAD ASIENTO
5	17.0	ALTURA ASIENTO RESPALDO
6	10°	INCLINACIÓN CUBIERTA

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA



**Figura 26**  
Medidas recomendadas niños de 11 y 12 años

## 5 CONCLUSIONES

Se han publicado varios estudios sobre mobiliario diseñado ergonómicamente. Sin embargo, dichos estudios en su mayoría se han realizado para adultos en torno a sus espacios de trabajo Hira, (1980), Floyd y Ward (1969). Algunos trabajos se realizaron en niños de escuela secundaria, Knight y Noyes (1999), Troussier (1999), Mandal (1976 y 1982). No se encontró ningún trabajo de investigación publicado que haya estudiado el confort en mobiliario escolar infantil salvo el estudio hecho por Vargas (1990).

A pesar de que para diseñar este tipo de productos se requiere de considerar muchas variables como las dimensiones de la silla y mesa, la forma del asiento y el respaldo, los materiales, y sus procesos de producción, en el mobiliario encontrado en varias escuelas se detecta que ha faltado considerar al usuario en la mayoría de los productos observados.

Los niños, pasan una gran parte de la jornada escolar interactuando con su mobiliario y su comportamiento y su salud han sido poco observados en México. Aunado a esto, en nuestra sociedad, el mobiliario escolar es usado extensivamente por los niños durante un periodo vital de crecimiento y desarrollo tanto físico como mental.

Tradicionalmente al diseñarse el mobiliario escolar, se toman como medidas para determinar las dimensiones tanto de la silla como del escritorio, datos

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

antropométricos directos como la estatura, la distancia de la altura poplitea, la distancia nalga-popliteo, etc.

El presente trabajo, reporta el estudio desarrollado para evaluar el confort en niños y niñas en relación con su mobiliario escolar. Es un trabajo de investigación ergonómica, en donde los datos antropométricos consultados han servido como parámetro para poder comparar nuestros datos obtenidos y justificar y asegurar que los resultados pueden ser tomados en cuenta para diseñar este tipo de productos o para ser tomados en cuenta para futuras investigaciones.

Se midieron a 180 sujetos, 50 % del sexo femenino y 50 % del sexo masculino, 30 niños y niñas de cada grupo de edad, de los 7 a los 12 años. Se diseñó y construyó un simulador de silla y de escritorio ajustables para realizar las mediciones con dichos sujetos.

Los datos que se presentan son el resultado de la utilización de un método muy práctico y confiable denominado "pruebas de ajuste" en donde al medir los límites máximos y mínimos de una postura cómoda, nos da un rango de confort por sujeto encuestado. Al ser un rango, nos permite relacionarlo con los de los miembros del mismo grupo de edad, lo que resulta en una medida que comprende, en la mayoría de los casos a todos los sujetos.

Se tomaron seis mediciones por grupo de edad es decir, las dimensiones que comprenden la altura del asiento, la distancia entre escritorio y silla, la altura de la

cubierta, la profundidad del asiento, la altura del respaldo y la inclinación de la cubierta.

Los resultados obtenidos de estas dimensiones comprueban la hipótesis, esto es la necesidad que requieren los niños, de contar con las condiciones mínimas de confort para desempeñar de la manera mas adecuada sus actividades escolares en torno a su escritorio y a su silla, dado que la variabilidad de las medidas resultantes, diferencian claramente a cada grupo de edad. Asimismo, comprueba que a través de tres grupos de mobiliario escolar (escritorio y silla) uno para alumnos de primero y segundo año de primaria; otro para alumnos de tercero y cuarto año; y el último para niños de quinto y sexto año, se puede abarcar a la mayoría de los niños en esta etapa educacional y el mobiliario diseñado se adecue satisfactoriamente a sus dimensiones corporales.

Es importante mencionar que este estudio solamente nos brinda las dimensiones básicas a considerar para el diseño de silla y escritorio escolares que permiten un grado mínimo de confort para los futuros usuarios. Únicamente sirven como requerimientos dimensionales para ser considerados al momento en el que se lleve a cabo el proceso de diseño. El confort, va mas allá de estas propuestas dado que el diseñador deberá de considerar otros factores que permitan que el producto se adecue satisfactoriamente al usuario, por ejemplo:

- a) La forma del asiento
- b) La forma del respaldo.

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

- c) El espesor de la cubierta de tal manera que no estorbe a las piernas del usuario.
- d) Brindar el apoyo adecuado a la espalda de tal manera que el sujeto no pueda ser afectado por dolores de espalda.

Pero, lo esencial es considerar que las funciones más importantes que tiene el mobiliario escolar son para sostener al alumno cuando está en clase atendiendo al profesor y para cuando escribe o dibuja sobre la superficie de trabajo, dado que estas actividades requieren de diferentes posturas físicas de los niños. Una función fundamental, también es la de facilitarle el aprendizaje a través de un mobiliario que lo mantenga cómodo en todas sus posturas y libre de estrés Knighth y Noyes (1999). “Si hemos de sentarnos, importa que la silla no nos induzca a perder las curvaturas naturales de nuestra columna vertebrada” Bustamante (1995)

La intención de este trabajo, es mostrar cómo la ergonomía brinda información práctica de consulta que permita al diseñar evitar el desarrollo de malos hábitos posturales en los niños y reducir el estrés en el desarrollo de su sistema músculoesqueleto derivado de un diseño ergonómico del mobiliario escolar y que permita reducir el riesgo a dolor de espalda o problemas físicos irreversibles en futuras generaciones.

En el siguiente capítulo, se exponen algunas recomendaciones para ser consideradas al momento de diseñar.

## 6 RECOMENDACIONES

Independientemente de las consideraciones anteriores es importante mencionar que para el diseño de mobiliario escolar en los aspectos relacionados con el usuario, es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

### 6.1. Altura del asiento

Este trabajo demuestra que con respecto a este rubro se recomienda una altura del asiento en su parte frontal de 35 cm. para el grupo de 7 y 8 años, 37 cm. para el grupo de niños de 9 y 10 años y para el grupo de 11 y 12 años, 41 cm. Sin embargo, se sugieren las siguientes recomendaciones al momento de diseñar:

- a) Dado que la flexión de la cadera en diferentes posturas de sentado depende de la inclinación del asiento, se recomienda como mínimo 3 grados de inclinación hacia el respaldo Grandjean, (1975) y un máximo de 7 grados Marschal (1995). Mandal (1985) recomienda una inclinación con respecto a la horizontal de 5 grados y menciona que es la posición mas relajada. Asimismo, Vargas (1990) recomienda 5 grados para la superficie del asiento. Esta inclinación ayudará a que el usuario no se resbale dado que de esta manera se compensa la tendencias de los glúteos a deslizarse hacia delante, empujados por el apoyo del respaldo.

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

- b) Se recomienda que el filo frontal del asiento tenga un ligero curvado para evitar presión excesiva en el músculo semimembranoso (posterior al muslo) (Hira, 1980)
  
- c) Por razones de un alto costo en su producción, el asiento generalmente es plano en las sillas escolares. Sin embargo, se debe de hacer un esfuerzo para que al diseñar este tipo de mobiliario, se considere que la forma del asiento debe de contemplarse y ser adecuado a la anatomía del usuario.
  
- d) Asimismo, a pesar de lo costoso que pueda ser su producción y por el mantenimiento necesario que se requiera, se sugiere considerar el brindar asientos con algún tipo de acojinamiento que permita, independientemente de una buena adaptación del usuario a su silla, un uso más confortable. (Hira, 1980).
  
- e) Con respecto a la anchura del asiento, este debe permitir que las regiones glúteas se asienten plenamente y que no desborden por las orillas. Vargas (1990) recomienda que para determinar la mínima anchura del asiento, se debe usar como indicador la máxima medida obtenida en una muestra grande de la distancia entre los bordes laterales de las regiones glúteas es decir la del 95 percentil o bien, la media de la muestra más dos desviaciones estándar.

## **6.2. Distancia entre escritorio y silla.**

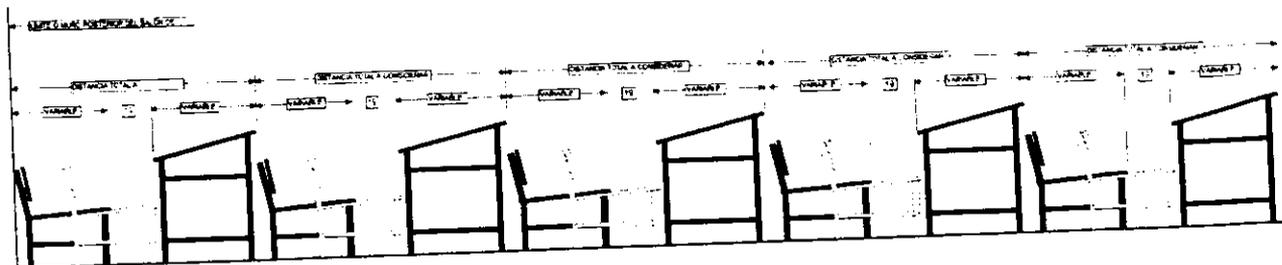
Este documento demuestra que con relación a la distancia entre la silla y el escritorio, se recomienda una distancia de 17 cm. para el grupo de 7 y 8 años, 18 cm. para el grupo de niños de 9 y 10 años y para el grupo de 11 y 12 años, 19 cm. Como se puede observar, las diferencias que existen entre cada grupo de edad no son realmente significativas. En estudios realizados en adultos la distancia resultante ha sido de entre 9.3 cm. hasta 25.5 cm. (Hira, 1980), donde la mayoría de los sujetos prefirió 21 cm. En nuestro caso y cuando no hubiera la posibilidad de realizar tres tamaños de escritorio y silla sobre todo cuando se diseñen pupitres fijos, se podría tomar como una medida adecuada 17 cm. Cabe aclarar que esta distancia es muy relativa debido a que la separación de la silla con respecto a su mesa o escritorio, la ajusta el usuario, por lo que esta tiene que ser considerada por quienes diseñan los espacios arquitectónicos o se encargan del amueblado del salón de clases. Se detectó en algunas visitas a escuelas que los escritorios en relación con su silla no permiten varios movimientos y posturas de los sujetos debido a que el escritorio o silla situados por delante o por detrás no permite el movimiento de su propia silla que permita ajustar la postura de acuerdo a la actividad a desarrollar. Asimismo, en los pupitres fijos, se detectó que la distancia entre el asiento y la cubierta era tan estrecha que no permitía que el usuario interactuara con su mobiliario de manera adecuada sobre todo en las posturas de pié y en los momentos de acceso y salida.

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

Dados los resultados de este estudio, es importante indicar que para el amueblado o acomodo del mobiliario dentro del salón de clases se debe forzosamente de considerar la separación entre escritorio y silla de tal manera que permita al estudiante realizar las actividades de ingreso y egreso, de ponerse de pié o de poder ajustar su silla a la distancia que más le acomode para realizar las funciones de escribir o de poner atención con los brazos apoyados sobre la cubierta del escritorio.

Tomando en cuenta que las escuelas primarias públicas existentes ya cuentan con su propio mobiliario, y a pesar de que éste no cumpla con requisitos mínimos para adecuarlo a los usuarios, se recomienda al menos amueblar el salón de clases de atrás hacia delante, colocando el respaldo de la primera silla en el muro posterior. Después, ubicar el primer escritorio a 19, 18 ó 17 cm. (dependiendo de los grupos de edad de que se trate) de separación de la primer silla, y así sucesivamente hasta llegar hasta los límites para la ubicación del mobiliario al frente del salón. Dependiendo del largo del salón de clases, dependerá la cantidad de escritorios y sillas a ubicar.

El siguiente ejemplo ilustra un acomodo tipo donde se considera la separación entre el escritorio y la silla tomando en cuenta la profundidad del asiento y el escritorio.



**Ilustración 27**  
Acomodo "tipo" del mobiliario en un salón de clases

### 6.3. Altura de la cubierta

Con respecto a esta dimensión se lograron tres, que se recomiendan con una altura del suelo a la orilla cercana al sujeto de 57 cm. para el grupo de 7 y 8 años, 62 cm. para el grupo de niños de 9 y 10 años y de 70 cm. para el grupo de 11 y 12 años.

En nuestro estudio, la relación que existe entre la altura del asiento y la altura de la cubierta es una distancia importante a considerar para diseñar mobiliario.

Dado que se contaba con los datos, esta medición no se realizó durante las pruebas de ajuste. Sin embargo, esta se calculó con base a la diferencia de los valores obtenidos entre la altura del asiento y la altura de la cubierta, información tomada de las tablas 20, 21 y 22.

Al diseñar escritorios y sillas escolares se puede utilizar la información contenida en la siguiente tabla (tabla 23) para corroborar que después de haber determinado

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

la altura tanto del asiento como el de la cubierta, el claro resultante no deberá de exceder los límites indicados:

**DISTANCIA ENTRE LA ALTURA DEL ASIENTO Y LA ALTURA DE LA CUBIERTA**

<b>SUJETOS</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DESV. EST.</b>	<b>5 PERCENTIL</b>	<b>95 PERCENTIL</b>
<b>Grupo de niños de 7 y 8 años</b>	<b>22.79</b>	<b>1.809</b>	<b>21.188</b>	<b>25.875</b>
<b>Grupo de niños de 9 y 10 años</b>	<b>25.47</b>	<b>1.186</b>	<b>24.123</b>	<b>27.025</b>
<b>Grupo de niños de 11 y 12 años</b>	<b>27.31</b>	<b>0.918</b>	<b>25.562</b>	<b>28.500</b>

**Tabla 23**

Distancia a considerar de altura entre asiento y cubierta

En la tabla se presentan los valores del 5 y del 95 percentiles así como la media y la desviación estándar. Estas dimensiones se refieren a la altura del piso, a la parte frontal y superior del asiento restada de la altura del piso a la parte superior y frontal de la cubierta.

Como puede observarse, la distancia resultante en cada grupo de edad es bastante holgada lo cual permite al diseñar considerar colocar un cajón o una superficie secundaria para guardado por debajo de la cubierta. Sin embargo, es importante considerar al diseñar, la distancia adecuada que permita al niño colocar cómodamente sus muslos por debajo de la superficie de trabajo. Vargas (1976) indicó que la altura de la cara inferior de la mesa debe permitir que se crucen las piernas. Para futuros estudios se recomienda tomar la dimensión del piso a la altura de la rodilla con las piernas cruzadas.

#### **6.4. Profundidad del respaldo**

Con respecto a este rubro, las medidas en que se concluye, para algunos autores, resultan mayores que las que ellos mismos recomiendan para adultos (Oxford 1976) y (Hira 1980). Sin embargo, estas dimensiones se realizaron para una postura de escritura con los brazos sobre la cubierta del escritorio, en donde el espacio utilizado resulta menor que en una postura de sentado prestando atención, es decir, recargado en el respaldo.

En nuestro estudio se sugiere una profundidad del respaldo de 34 cm. para el grupo de 7 y 8 años, 36.5 cm. para el grupo de niños de 9 y 10 años y de 40.5 cm. para el grupo de 11 y 12 años. Estas dimensiones abarcan todas las posturas de sentado descritas en el capítulo 3.1.

#### **6.5. Altura del respaldo**

Como se mencionó en el capítulo de resultados, se concluye que la altura del respaldo para las sillas escolares en la educación primaria requieren de 16 cm. para los sujetos de 7 y 8 años y de 17 cm. para los sujetos de los grupos comprendidos entre 9 y 12 años. Asimismo, se menciona que dadas las diferencias tan insignificantes, pueden considerarse 17 cm. como una altura adecuada del respaldo, en su parte inferior, con respecto del asiento en su parte posterior. Sin embargo, existen otras consideraciones para poder definir las

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

dimensiones totales de un respaldo escolar. Enseguida se presentan algunas recomendaciones:

- a) Es importante considerar que a partir de los 17 cm. de altura del respaldo se debe de dar un ancho mínimo al mismo para que los sujetos puedan recargar cómodamente sobre todo la región lumbar dado que ésta es el área crítica de apoyo en la silla escolar y que sus dimensiones juegan un papel importante en la estabilización del tronco. (Hira 1980). Granjean (1975) recomienda un ancho de 20 cm. para silla de adultos.
- b) Otro aspecto relevante a considerar es la inclinación del respaldo. También Grandjean en el mismo estudio recomienda una inclinación de 100 grados con respecto al asiento. Esto resulta en un ángulo de 15 grados con respecto a la vertical.
- c) Un respaldo recto, provoca una postura poco cómoda. Es pues, necesario considerar la anatomía del usuario para poder determinar el tipo de curva que esta genera y que permitirá una adecuación mas placentera en el momento de su uso.
- d) Como se mencionó para los asientos, se sugiere también considerar el brindar respaldos con algún tipo de acojinamiento que permita, independientemente de una buena adaptación del usuario a su silla, un uso más comfortable.

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

- e) Se debe considerar que la anchura del respaldo debe permitir libertad de movimiento, lo que se logra utilizando la medida de anchura de los hombros. Esta medida que desde luego es mucho mayor que la del tórax, es suficiente para apoyar cómodamente la espalda.

Finalmente este estudio, puede servir también como guía para diseñar mobiliario ajustable de un solo tamaño. Se han desarrollado varias sillas ajustables diseñadas ergonómicamente, pero estas son para adultos. Sin embargo, solamente se encontró un estudio significativo sobre ajustabilidad en sillas para adultos, donde fue estudiado el manejo de los controles para el ajuste Helander (1995). El propósito de la ajustabilidad en las sillas incide por un lado, en el ajustar las diferencias antropométricas entre los usuarios y por el otro, para satisfacer los diferentes requerimientos de postura Helander (1995). Sin embargo, es posible realizar el diseño de sillas ajustables si estas permiten un ajuste fácil y eficiente. Asimismo, es importante destacar que no existe ningún estudio sobre sillas ajustables para niños que permitan recomendar su uso.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

Barns, R.W., *Motion and space study*, John Wiley and Sons, New York, 1965.

Bustamante, A., *Diseño ergonómico en la prevención de la enfermedad laboral*, Ed. Diaz Santos, Madrid, 1995

Dreyfuss, H., *The measure of man, Human factors in design*, Whitney Publications Inc., New York, 1967)

Floyd, W.F., Ward, J.S., *Anthropometric and physiological considerations in school, office and factoring seating*. Ergonomics, No. 12, pp 132-139, London, 1969.

Grandjean, E., *Fitting the task to the man*, Ed. Taylor and Fracis, London, 1975

Grandjean, E. and Hunting, W, *Ergonomics of posture*, Applied Ergonomics, No. 8 , pp 135-140, 1977

Hancock, J. and Alston, J., *Handwriting skills in children*, British Journal of Special education, No. 13, pp 155-158, 1986)

Hira, D.S., *An ergonomic appraisal of educatinal desks*, Ergonomics, Vol. 23, No.3, pp. 213-221, London, Marzo 1980

Helander, M., Zhang, L.and Michel, D., *Ergonomics of ergonomic chairs: a study of adjustability features*, Ergonomics, Vol 38, No. 10, pp 2007-2029, London, October, 1995

Jones, Chistopher, *Fitting for Action 2*, Design Magazzine No. 137, pp 49-52, 1960/1.

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

Jones, Christopher, *Fitting for Action 1*, Design Magazine No. 135, pp 38-42, 1960/2.

Knigh, G. and Noyes, J., *Children's behaviour and the design of school furniture*, Ergonomics, Vol. 42 No. 5, pp 747-760, London, May, 1999

Mandal, A.C., *Work chair with tilting seat*, Ergonomics, Vol. 19, No. 2, pp 157-164, London, February 1976.

Marschall, A, Harrington, C, Steele, J., *Effect of work station design on sitting posture in young children*, Ergonomics, Vol. 38, No. 9, pp 1932-1940, London, Sept 1995.

Oxford H. *Athropometric data for educational chairs*. Ed. E. Grandjean, London, 1976.

Panero, Julius, and Zelnik, Martin, *Las dimensiones humanas en los espacios interiores*, Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1983

Prado, R. Lilia, Ávila, Ch. Rosalío y González, M. Elvia, *Valores estadísticos de dimensiones antropométricas en niños y niñas de 6 a 11 años (zona metropolitana de Guadalajara)*, Centro de Investigaciones en Ergonomía, CUAAD, Universidad de Guadalajara, 1988.

Sánchez, M. David, *Foot/Pedal Positions in Truck and Bus Cabs: Use of "P" Plane Technique*, Master in Science Thesis, Loughborough University of Technology, September 1979.

Troussier, B., and others, *Comparative study of two different kinds of school furniture among children*, Ergonomics, Vol. 42, No. 3, pp 516-526, London, Match, 1999

## EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE ESCRITORIO Y SILLA PARA ESCUELAS PRIMARIAS

Vargas, L. Y Casillas, L., *Antropometría aplicada al diseño de mobiliario para preescolares y escolares mexicanos*, Antropológicas, No. 4, UNAM, 1990.

Vargas, L. Y Casillas, L., *Criterios antropológicos en el diseño de mobiliario escolar*, CONESCAL, No.51, pp 4-15, México, 1979.

Zacharkow, D., *Posture sitting, standing, chair design and exercise*, Ed. Charles c Thomas, Springfield, 1988