



_____ uadi unam

silla escolar

tesis profesional que para obtener el título de:

licenciado en diseño industrial

presenta

sara patricia kruyff meade

1983 4



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.

"En el contexto de aprendizaje en el cual nos forjamos como diseñadores o arquitectos, fundamentalmente se nos enseña a hacer cosas sobre el conocimiento de otras cosas que ya se han hecho y que de alguna manera, por alguna circunstancia no bien conocida generalmente, han sido calificadas de aceptables."

A lo largo de mi desarrollo educativo me ví forzada a soportar al igual que todos, el sentarme en una silla de escuela durante una o dos horas continuas sin mayor opción que -- cambiar constantemente de postura.

Al empezar a analizar las causas, encontré que el principal problema de este tipo de silla no es en sí la fatiga, sino la enorme cantidad de afecciones provocadas al esqueleto por la nula atención que se ha dado a la configuración y dimensiones.

Busqué entonces resolver -- las condiciones ergonómicas para una postura de sentado correcta y confortable, con los mínimos trastornos al

organismo.

El desarrollo de un simulador me condujo a dimensiones y curvaturas óptimas que apliqué finalmente en el diseño de una silla de paleta, donde la configuración de la misma, - así como la selección del material es tán definidos por el objetivo ergonómico.

Estoy consciente de que la solución de este problema requiere de un estudio exhaustivo sobre anatomía, vicios posturales, ergonomía y problemas de la columna, y que se necesita mucho más tiempo del que yo he tomado para llegar a una silla universal; -- sin embargo, considero mi silla como

una solución válida a la realidad actual de la población estudiantil en México.

1. introducción

- 1.1 necesidad
- 1.2 diseño industrial
- 1.3 el diseño industrial en México

2. ergonomía

- 2.1 física
- 2.2 de percepción
- 2.3 psicológica

3. la postura del sentado

- 3.1 análisis
- 3.2 anatomía
- 3.3 afecciones

4. la silla escolar

5. ergonomía de la silla

- 5.1 física

- 5.1.1 cabeza
 - 5.1.2 tronco
 - 5.1.3 brazos
 - 5.1.4 piernas
 - 5.2 psicológica y de percepción
- 6. objetivos de diseño
- 7. estética
- 8. producción
 - 8.1 polietileno alta densidad
 - 8.2 espuma estructural
- 9. memoria descriptiva
 - 9.1 simulador
 - 9.2 curvaturas y medidas
- 10. costos

11. planos

- 11.1 vistas generales
- 11.2 vista posterior y corte
- 11.3 silla - dimensiones
- 11.4 estructura
- 11.5 estructura - detalles
- 11.6 detalles de fijación
- 11.7 vistas generales
- 11.8 paleta
- 11.9 soporte de paleta
- 11.10 portalibros
- 11.11 despiece

12. cursograma sinóptico

13. fotografías del prototipo

14. bibliografía

introducción

La mayor parte de las actividades que realiza el hombre cotidianamente requiere la presencia de un asiento: comer, trabajar, transportarse, divertirse, etc.

Normalmente el sentado es visto como una postura de reposo y casi cualquier superficie horizontal, - abajo de los 60 cms. de altura, puede hacer la función de asiento provisional; pero cuando el tiempo de permanencia es mayor, las malas condiciones en la relación asiento-postura-hombre comienzan a crear problemas de circulación y, por tanto, fatiga.

Independientemente del cansancio, un asiento mal diseñado provo

ca una serie de efectos físicos a los que no se ha dado importancia porque no son fácilmente palpables, pero que afectan negativamente a la estructura normal del esqueleto, -- principalmente a la columna vertebral.

Erróneamente se ha creído que la comodidad de un asiento es directamente proporcional al espesor del acojinamiento, y que todo asiento con superficie rígida es agresivo e incómodo, sin embargo, el cuerpo necesita un apoyo y el asiento rígido resulta más cómodo y benéfico, especialmente cuando la actividad que en él se realiza es prolongada y requiere cierto grado

de concentración, como en el caso de la silla escolar.

Este tipo de asiento ha recibido muy poca atención por parte de los fabricantes, especialmente en México, a pesar de ser uno de los objetos de mayor contacto con el hombre a través de su proceso de desarrollo.

Debido al mal diseño del mobiliario escolar, el estudiante se ve sometido a una tensión constante que le provoca fatiga, además de un problema habitual de mala postura -- que se traduce, a la larga, en una deformación de la línea del esqueleto a tal grado, que llega a alcanzar

un 15% a nivel de educación media y superior.

El tener que permanecer sentado durante 5 o 6 horas diarias desde que el niño inicia su educación primaria, convierte a la silla escolar en parte vital del desarrollo de la postura y por consiguiente de la columna, ya que el hábito postural se va agravando, alcanzando su punto más alto a nivel de educación media, donde la adopción de la postura es ya inconsciente y la desviación en la columna irreversible.

Otro problema en este ti-

po de silla es el que se presenta -- con las personas zurdas, ya que éstas deben adaptarse a las sillas convencionales, obligándolas a adoptar posturas de escritura fuera de lo natural, complicando la deformación en la columna.

En general, la silla resulta un objeto agresivo para el usuario y negativo para el aprendizaje, ya que la concentración se ve mermada por el continuo esfuerzo muscular necesario para combatir la presión. La libertad de movimiento que permite el asiento es excesiva, pero a la vez, no se le ofrece apoyo real para ninguna posición, convirtiéndose úni

camente en una superficie horizontal con un respaldo que se utiliza el -- 50% o menos del tiempo total de uso.

En conclusión, no existe - actualmente en México una silla esco- lar que tome en cuenta al usuario -- más allá que como consumidor. Con este trabajo pretendo dar una aporta- ción real a la solución del problema a través de un método de análisis -- ergonómico que me conduzca a una pro- puesta de diseño industrial.

Diseño Industrial

Las necesidades del hombre (físicas, intelectuales, psicológi- cas, etc.), susceptibles a resolver- se con un objeto, constituyen el - - área de trabajo de el diseño indus- trial.

Para algunas de estas nece- sidades se ha encontrado una solu- ción real; pero existe también un -- gran número de necesidades patentes a las que se ha dado apenas una po- bre solución, y una cantidad mayor - que no se han definido y que requie- ren asimismo de un objeto satisfac- tor.

Para que un objeto sea capaz de cumplir con la necesidad, debe reunir una serie de factores funcionales, ergonómicos, estéticos y productivos adecuados a todos y cada uno de los usuarios y referidos a la situación social y productiva del país.

Se puede decir que el diseño es un proceso de investigación y aplicación en el que interviene una conjunción de elementos tangibles (materia prima, maquinaria, -- trabajo físico, etc.), y elementos intangibles (concepto, ergonomía, -- estética, etc.). Por lo tanto, diseño es la aplicación de un método preciso para la solución de un pro-

blema humano a través de un producto estético, funcional, estructuralmente óptimo, iterativo y económico, donde la valoración de cada uno de estas condicionantes depende del producto y el contexto que lo demanda.

El diseño industrial en México

El primer problema que enfrenta el diseñador industrial en México es la ignorancia de su trabajo. En realidad no es conocido por la mayoría de la gente, ni aceptado por gran parte de los que lo conocen.

El consumidor mexicano no está acostumbrado a un diseño nacional, pensado y hecho para satisfacer una necesidad propia; en cambio, adquiere productos e ideas extranjeras y trata de adaptarlas a la situación nacional. La calidad superior de los productos extranjeros en el pasado, parece mantener aún una preferencia

de consumo sobre los hechos en México y en realidad, existe una gran cantidad de fabricantes que no buscan un objeto de calidad, sino por el contrario, un producto definitivamente efímero con el cual mantengan un mercado asegurado durante largos períodos de tiempo.

Debido a la gran influencia del diseño exterior, en México se ha tendido a imitar modelos que, hasta cierto punto, responden a las necesidades del país. Pero el diseño mexicano no debe ser mexicano, independientemente de que se imponga o no un estilo; debe hacerse en primer término para nuestro país, y a la vez con la calidad suficiente para exportarlo.

La industria en el país se encuentra cerrada al diseño industrial, principalmente porque debe competir con artículos extranjeros que han formado, con propaganda, un patrón de moda-buen gusto en el usuario, y considera que sólo un artículo extranjero similar es capaz de competir con el otro, ya que intentar desarrollarlo es un lujo de tiempo gastado para un producto con futuro incierto.

Pero aún la adaptación de un producto extranjero requiere de un estudio a fondo sobre mercado, materiales, procesos, ya que, en principio, la realidad socio-económica es muy diferente en dos países, y la aplicación a los recursos de manufac-

tura obliga generalmente a hacer variaciones al diseño original. Particularmente, la calidad de la materia prima en México deja mucho que desear y por tanto, el producto mexicano nunca es igual al importado.

En relación al diseño industrial, la industria en México puede clasificarse en 5 categorías:

1. Las transnacionales, donde el diseñador prácticamente no existe; se importa el diseño, la tecnología, maquinaria, técnicos, materia prima y partes.

2. Industrias mexicanas

que copian diseños extranjeros, donde el diseñador, si existe, pasa a hacer el papel de solucionador emergente de problemas.

3. Las tradicionales, en las que se ha fabricado --- siempre los mismos objetos con resultados más o menos satisfactorios y que, por lo mismo, no les interesa --- intentar algo nuevo.

4. Aquellas donde el industrial mismo es quien diseña el producto basándose en la experiencia y su interés por aumentar las ganancias.

5. Aquellas que pueden incluirse las industrias que están controladas por ingenieros y profesionistas --- que han tomado el papel de diseñadores.

5. Algunas pequeñas y medianas industrias que empiezan a aceptar al diseñador, aunque no se le permite todavía una toma de decisiones absoluta --- sobre el producto.

El punto en que se rompe la relación entre el industrial y el diseñador es el sacrificio de calidad-dinero por calidad-bienestar. Pa

ra el industrial un buen objeto es aquel que se produce fácil y económicamente, con la calidad suficiente para venderse, mientras que para el diseñador un buen objeto es el que se vende por su calidad y se produce fácil y económicamente. Es importante acabar con el sinónimo calidad-lujo al que el industrial ha acostumbrado al mercado, y que además le vende a precios elevados bajo pretexto de moda y estatus.

Es necesario también que se establezca poco a poco el campo de acción y los límites del diseño dentro del proceso de producción, ya que al ir tomando su lugar, empieza a reclamar actividades propias.

Otro problema al que se enfrenta el diseñador es el diseño mismo, ya que se ha ido creando una serie de mitos sobre la importancia de su trabajo, hasta llegar a creerse indispensable. Por otra parte, ha ido desvirtuando el concepto de necesidad produciendo objetos que crean necesidades ficticias e inútiles.

Debe tener en cuenta que él como diseñador, está situado entre la industria y el consumidor, y que debe hacerse necesario para la primera como lo ha hecho con el usuario que, sin darse cuenta, empieza a sentir que algo está mejorando la calidad y el aspecto de los objetos.

ergonomía

La ergonomía es un aspecto subjetivo pero palpable; subjetivo - desde el punto de vista de su fin: buscar el confort para el hombre; pero palpable, porque una vez hecho el objeto, se puede determinar si es o no ergonómico.

Para definir el término confort, es necesario considerar todos - aquellos factores, humanos y externos que en un momento dado pueden influir de cualquier manera sobre el hombre y el objeto; de donde se puede establecer que la ergonomía es la relación - que existe entre el hombre y el objeto, considerando además el medio ambiente como factor influyente y determinante.

La importancia de la ergonomía empieza en el momento que el objeto entra en contacto con el hombre o cualquier actividad que éste realiza; y definir si algo es o no ergonómico depende de el rango de confort que todos los individuos que utilicen el objeto obtengan en el contacto. La ergonomía individual es una negación de la ciencia y sólo se justifica en casos de prótesis y objetos similares.

Dentro del concepto de ergonomía se puede establecer, según el tipo de relación hombre-objeto, una división de la siguiente manera:

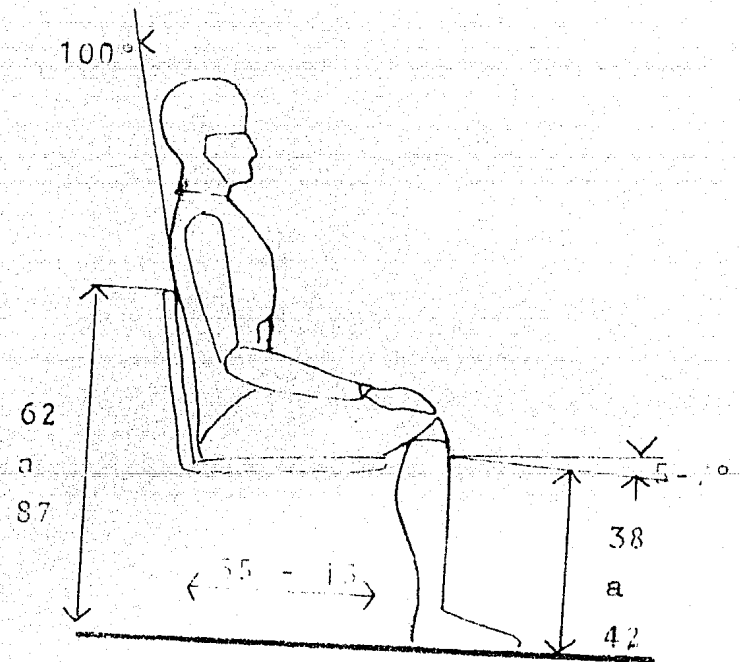
ergonomía física: activa
pasiva

ergonomía de percepción
ergonomía psicológica

La ergonomía física es la referente al confort de las partes del cuerpo como tales; las medidas correctas de los objetos que se relacionan directamente con ellas y el acodo entre objeto y sección del cuerpo (antropometría).

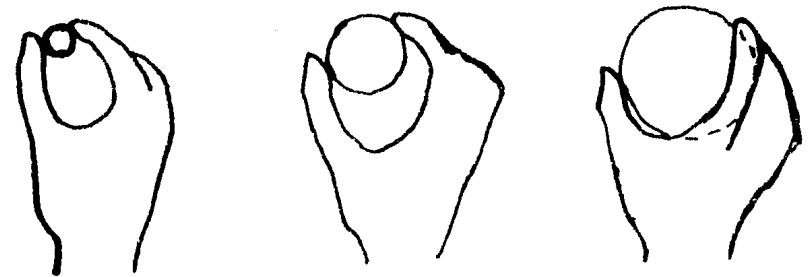
A grandes rasgos, se puede dividir en ergonomía de cabeza, tronco, brazos-manos y piernas-pies, y estas categorías se subdividen cuando el objeto requiere un contacto más específico con algún segmento del cuerpo, involucrando uno como principal y 2 o más secundarios.

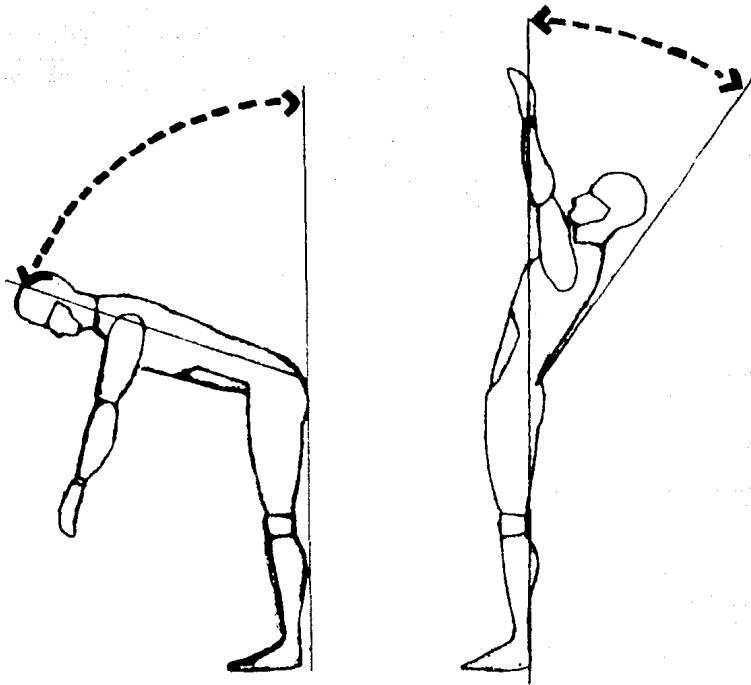
La ergonomía física estática es totalmente medible, ya que se refiere a las alturas, anchos, profundidades, diámetros, ángulos, etc., que conservan cierto rango de variación entre un individuo y otro y que pueden aplicarse físicamente.



Existe de hecho una gran cantidad de información tabulada sobre las medidas de los segmentos del cuerpo y aplicaciones a objetos de uso cotidiano; sin embargo, el referirse a tal información resulta engañoso, ya que no existe un hombre promedio y, mucho menos, dos situaciones o necesidades idénticas, por lo que adoptar el criterio de igualdad-estatura para resolver un mismo problema, conduce a graves errores. Particularmente en el caso de las medidas tabuladas que existen en México, se presenta una información que es tomada en su totalidad de fuentes extranjeras, por lo que su aplicación en nuestro país resulta imposible.

La ergonomía dinámica es la que se refiere al movimiento de cada parte del cuerpo en relación a las demás y en relación a los objetos, abarcando alcances, radios de acción, y movimientos continuos o esporádicos que realiza un individuo utilizando cierto objeto, ya sea como consecuencia directa de su uso o debido a la influencia de factores externos.





Todo objeto genera algún -
 tipo de acción y el grado de complejidad de el o los movimientos afectan -
 directamente en el confort del usuario. El movimiento elemental que - -

crea y requiere todo objeto es el necesario para entrar en contacto con él y de este punto se derivan acciones y reacciones para o por el uso del mismo.

Es necesario también tomar en cuenta los movimientos naturales -- del cuerpo, las reacciones a la fatiga y los movimientos de relación con el medio ambiente.

La ergonomía de percepción se refiere concretamente a las reacciones provocadas por estímulos del medio y que son captadas por cualquiera de los sentidos. Dependiendo del uso del objeto y su relación con el usuario, - se buscará que afecten positiva o nega

tivamente a través de forma, color, -
textura, material, etc.

La ergonomía psicológica se refiere a las reacciones inconscientes a estímulos que también son captados por los sentidos, pero que se relacionan con imágenes conocidas y situaciones referidas al objeto o al medio en que éste se sitúa.

La diferencia entre la ergonomía de percepción y la psicológica radica en que las reacciones de percepción son conscientes, provocadas por estímulos definibles y relacionables; en cambio en la ergonomía psicológica se crean reacciones inconscientes provocadas por estímulos indefini-

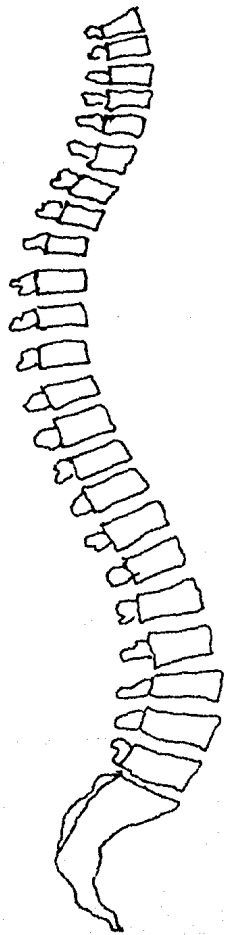
dos.

Los factores incontrolables del medio ajenos al objeto, como el clima, el ruido, la luz, etc., pueden influir en uno o en otro, dependiendo de su intensidad, al igual que la relación del individuo con las demás -- personas y objetos.

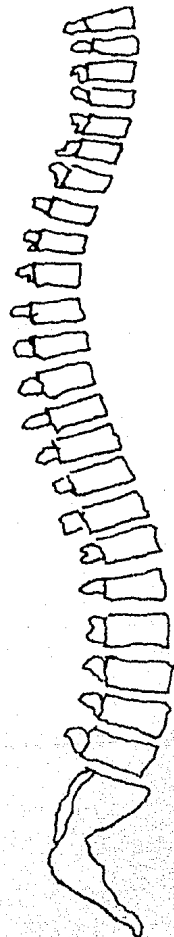
la postura de sentado

Funcionalmente hablando, --
sentarse es una forma intermedia entre
la posición vertical y la horizontal
y comunmente es vista como una postu-
ra de descanso; sin embargo, el perma-
necer sentado es de hecho una activi-
dad estática, ya que entran en fun --
ción una serie de músculos que ayudan
al cuerpo a mantener el equilibrio.
La energía que se consume en la acti-
vidad de estar sentado se reduce de -
2.25 kcal/min. que implica la activi-
dad de estar de pie, a 1.6 kcal/min.
y, dependiendo del trabajo que se rea-
lice, este consumo puede aumentar.

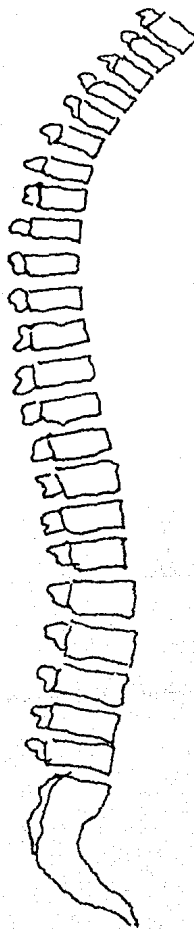
Al sentarse, la posición fi-
siológica de la columna se afecta de-
bido al aplastamiento de la pelvis, -



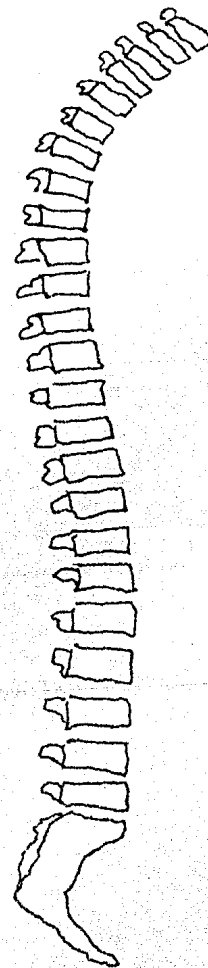
de pie



posición normal



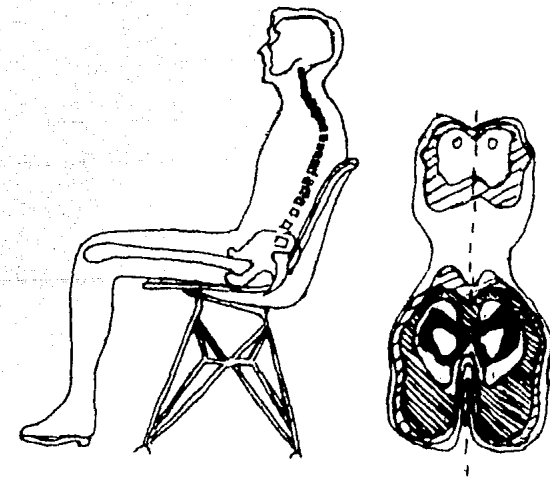
sentado



sentado con deslizamiento

por lo que es necesario proporcionarle un apoyo en los puntos más afectados para mantener la curvatura en un término razonable.

Desde el punto de vista estructural, en la postura vertical la fuerza se transmite a un solo punto y, para aliviar la carga, el hombre busca un segundo apoyo, con lo que forma un sistema más estable, lo cual no implica que se deba mantener al cuerpo estático ya que esto provoca mayor cansancio que un tipo de postura acomodaticia; por lo tanto, el asiento debe ofrecer un apoyo rígido pero que a la vez permita libertad de cambio de postura para aliviar la fatiga.



áreas de contacto

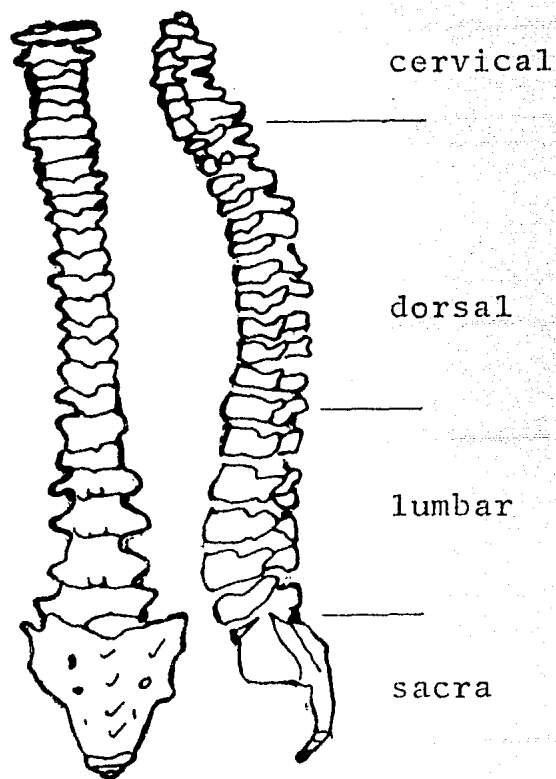
Inconscientemente, el cuerpo se defiende de la presión deslizando

dose en el asiento cuando se relajan los músculos, o cruzando las piernas para alternar la presión en un sentido asimétrico. La frecuencia de los deslizamientos es un indicador importante del grado de confort que ofrece un asiento.

Anatomía

La columna vertebral adulta presenta cuatro incurvaciones sagitales, a saber: cervical, torácica o dorsal, lumbar y sacra, y es el eje de sostén y movimiento del cuerpo; su importancia no reside tanto en cada una de sus 33 vértebras, sino en las articulaciones entre ellas que son las que permiten los movimientos de flexión, extensión y rotación.

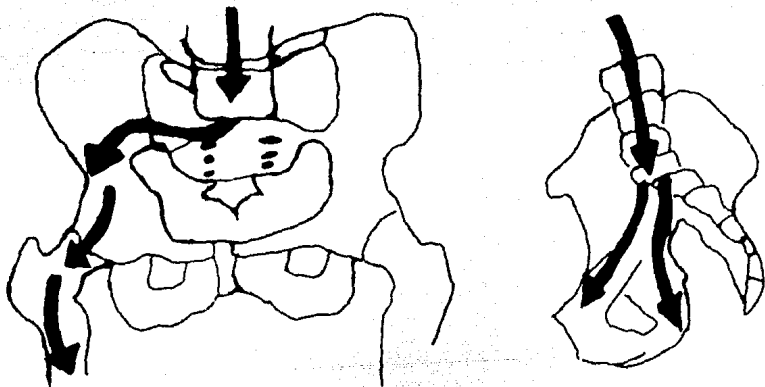
El movimiento es particularmente mayor donde las vértebras de una región se unen a las de otra, como en el caso de la unión lumbosacra que toma el 80% del movimiento y peso de la



parte superior del cuerpo.

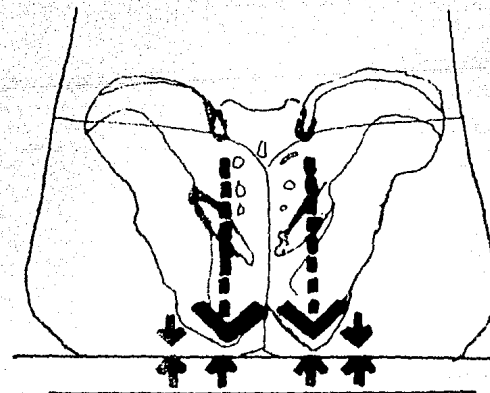
Estas articulaciones pueden irse deformando bajo algún tipo de presión, y dicha deformación puede resultar progresiva si la presión persiste, afectando directamente a la línea natural del esqueleto.

El peso transmitido por la columna (aproximadamente el 75% del total del cuerpo) es recibido por la pelvis y de aquí la fuerza sigue dos vías diferentes: en la posición erecta es a través del sacro, el ilión y la cabeza del fémur hacia la pierna;

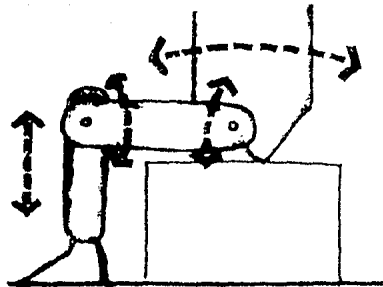


al estar sentado la vía pasa infe---
riormente a través del ílion hacia -
el ísquion y su tuberosidad.

En estas tuberosidades is--
quiáticas es donde recae la mayor par--
te de la carga, lo cual implica un pe--
so demasiado grande para un área rela--
tivamente pequeña.



Estructuralmente, las tuberosidades forman un sistema de soporte de dos puntos, y como todo sistema de este tipo presentan problemas de inestabilidad, por lo que se busca un tercer punto de apoyo, ya sea en el respaldo o en el suelo. Si no existe este apoyo, el usuario se ve obligado a ejercer una fuerza muscular adicional, y cuanto mayor sea la fuerza y el tiempo de duración, mayor será la fatiga.



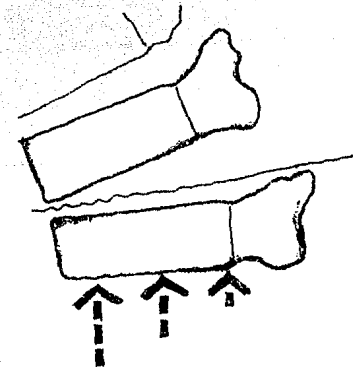
Las partes móviles del cuerpo deben guardar entre sí relaciones que se mantienen por mecanismos nerviosos, musculares, etc., y su acción equilibrada es responsable del mantenimiento de una buena postura; cuando la acción de dichos mecanismos está alterada por enfermedad, fatiga, ocupación en posición viciosa o forzada, etc., disminuye la eficacia del organismo.

Afecciones

Entre los efectos más comunes debido a la postura adoptada por el mal diseño de los asientos están:

1. inclinación exagerada de el tronco, con la consecuente compresión de los órganos abdominales y -- del diafragma, y la in--fluencia negativa en el funcionamiento normal -- del aparato digestivo y respiratorio.

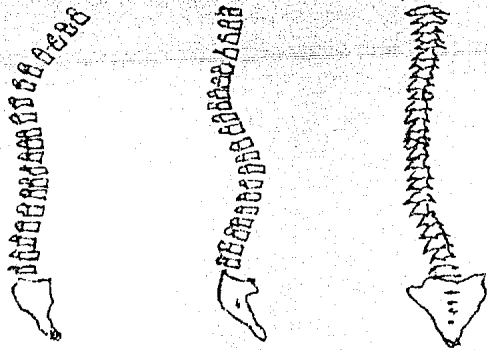
2. pellizcamiento de los nervios, especialmente de la región lumbar, con adormecimiento y falta de sensibilidad en las extremidades.



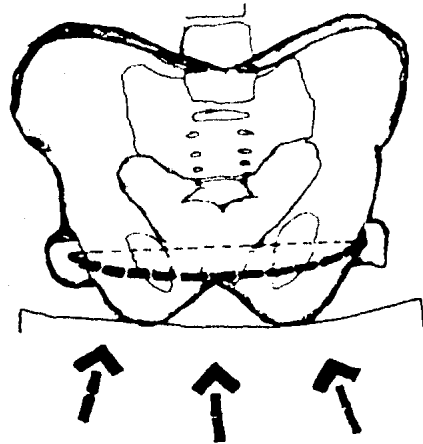
3. Cifosis. Curvatura exagerada de la columna a ni-

vel dorsal.

4. Lordosis. Aplanamiento de la curvatura lumbar.
5. Escoliosis. Desviación lateral de la columna.



6. Isquemia. Entorpecimiento de la circulación en las extremidades inferiores debido a la presión ejercida al nivel de la rodilla por la altura o profundidad del asiento.
7. Basculación pélvica. El eje bitrocantéreo que existe en la cadera tiende a arquearse por falta de apoyo, ya sea por un acojinamiento exagerado o por una curvatura incorrecta en el asiento.



8. tensión en la clavícula
debido a la altura ina-
decuada de los apoyos -
para los brazos.

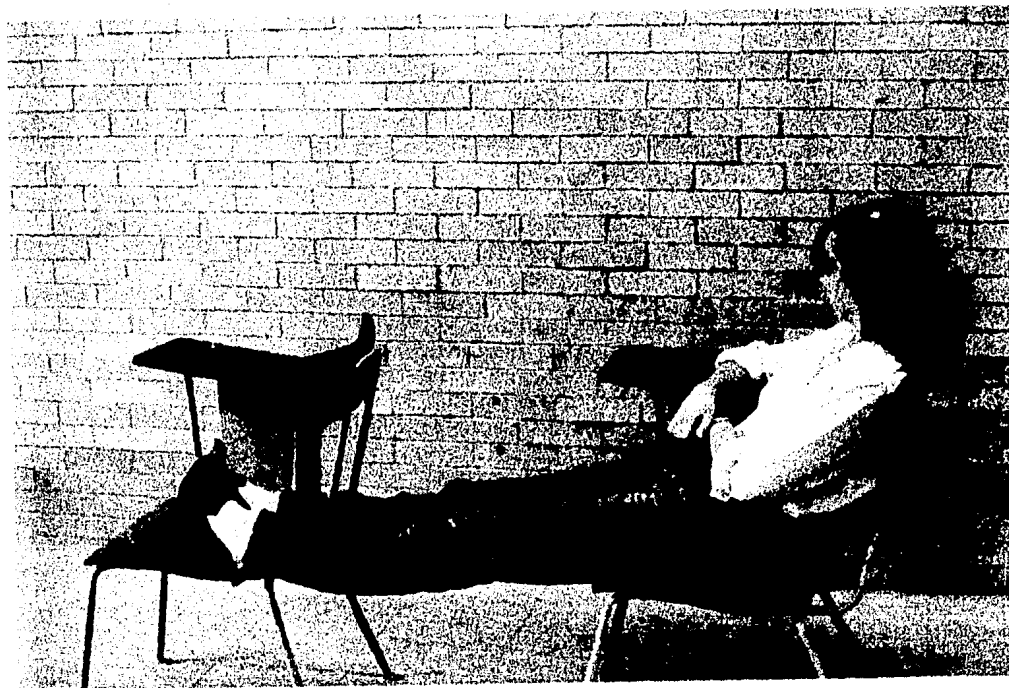
la silla escolar

"Es indudable que muchas horas de permanencia en el pupitre escolar ejercen influencia nociva sobre el organismo e impiden el desarrollo torácico normal"

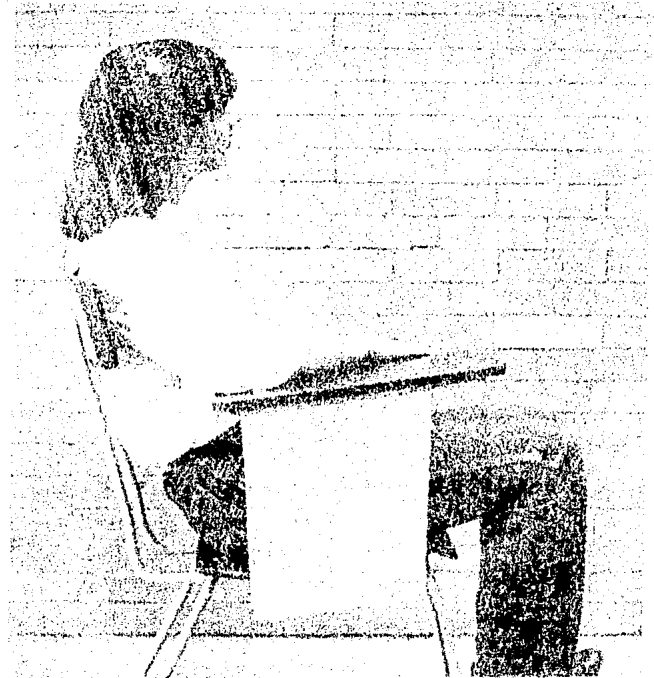
J. Comas











Debido al mal diseño del mobiliario escolar, el estudiante se ve forzado a adoptar posiciones perjudiciales que provocan, a la larga, graves afecciones, principalmente a la columna vertebral.

La silla escolar de paleta - se limita a ofrecer un asiento y respaldo con una superficie de escritura y un depósito de libros, a los que debe adaptarse el usuario, resultando - imposible permanecer en ellas durante el tiempo promedio de clase sin adoptar constantemente posiciones de alivio perjudiciales.

No se ha definido claramente te cuál es en realidad la postura ca-

racterística del sentado en este tipo de silla; sin embargo se puede resumir en tres posiciones:

1. La postura de escritura, en la cual el tronco se echa hacia adelante, olvidándose por completo del respaldo. Esta postura se adopta algunas veces aún cuando no se está escribiendo, o cuando el campo visual está demasiado alejado lo cual obliga al alumno a encorvarse despegándose del respaldo.

2. En atención, con el tronco y las piernas rectas, ya sea tocando o no el respaldo. El tiempo de permanencia en esta postura es mínimo debido al cansancio que

provoca. Si existe un área libre en la parte inferior del asiento, el echar los pies hacia atrás ayuda a mantenerse con la columna en una postura correcta, además que se ayuda a aliviar momentáneamente la presión, delegando la acción muscular hacia una mayor superficie.

3. Apoyado en el respaldo con el tronco curvado, en ocasiones con la extensión completa de las piernas. Esta es la postura más común y la que más afecta a la fisiología del usuario.

Existen además un gran número de posturas negativas que son adoptadas por el alumno, la mayoría de

ellas provocada directa o indirectamente por el diseño del asiento. Entre las más típicas están el deslizamiento con encorvamiento, el apoyo de la cabeza y los brazos sobre otra superficie, el sentado lateral, etc.

La mayoría de las sillas que existen en el mercado no han sufrido modificación alguna desde que fueron diseñadas, pues en realidad no existe competencia superior que los obligue a buscar calidad, además de que el consumidor, no siendo el usuario, no parece tener interés en exigirla.

La forma y materiales están pensados en función de la producción

antes que en función de la comodidad del usuario. Las dimensiones en general son aceptables, aunque algunas sillas tienen el asiento demasiado alto. La paleta se reduce a una pieza de aglomerado, chapeado con melamínico, con un acabado que induce al maltrato, y en posición horizontal con respecto al suelo, y a 90° con respecto al respaldo, forzando el ángulo de escritura.

El contenedor de libros obliga a adoptar una postura incómoda tanto para visualización como para alcance especialmente cuando se encuentra bajo el asiento.

El mantenimiento del mue-

ble se dificulta debido al armado - con remaches y soldadura, a tal grado que en ocasiones es más barato reponer que reparar. Debe tenerse en cuenta que la silla se sitúa en un ambiente totalmente hostil, donde es tá sometida a todo tipo de agresiones por parte de los estudiantes.

En las sillas de metal, el clima afecta directamente sobre el usuario; y en las de polipropileno el calor provoca molestias de sudor al contacto.

Además de estos problemas, existen muchos en cuanto a produc- -ción, mano de obra y desperdicio de material, que podrían reducirse con

un poco de interés del fabricante por ofrecer una mejor opción.

Según encuestas realizadas en -- E.U., el 40% del tiempo de sentado en una silla escolar se ocupa en escuchar clase; el 30% en escribir o leer y el resto en otras actividades como platicar, etc.

Existen 2 teorías en cuanto al a provechamiento del respaldo: la primera dice que éste debe utilizarse en su totalidad la mayoría del tiempo, por lo que la paleta debe adaptarse a la postura del respaldo; la otra considera necesario que existan lapsos de movimiento o acomodo cada 10-20 minutos, para aliviar la presión y despejar la mente del estudiante. En este caso, la posición de la paleta puede obligar al usuario a inclinarse o recargarse,

pero sin descuidar el apoyo lumbar.

Por otra parte, si la paleta permite una posición cómoda, la tendencia será a apoyar la cabeza sobre la mano, creando una postura antinatural para la columna.

La distancia ideal entre la paleta y la barba del usuario es de 30 cms.; sin embargo, tal distancia es incontrolable ya que depende del grado de concentración que requiera determinado trabajo, así como de la agudeza visual de cada persona

En cuanto al contenedor de libros, debe limitarse la función a soportar una cantidad pequeña que po

drían ser los útiles que se usen en una clase, ya que en general se conservan en la mochila o portafolios en que se transportan; y debe darse una gran versatilidad en cuanto al tamaño de útiles que soporte.

La posición actual de los contenedores en las sillas escolares obliga a efectuar movimientos de acceso que en determinado momento disminuyen la concentración en clase.

ergonomía de la silla

Física.

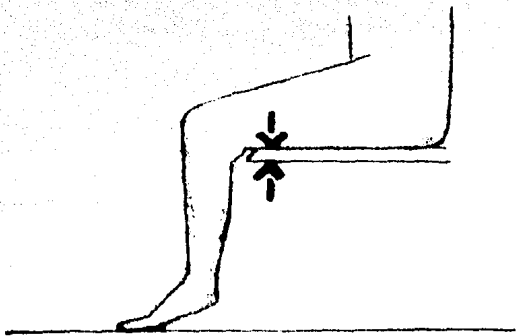
Los principales segmentos involucrados en un asiento son: la altura de la curva lumbar, el largo de la pierna y antepierna, y el ancho -- del cuerpo al nivel de la cadera y la espalda.

Cada uno de estos segmentos presenta un desarrollo independiente en diferentes individuos, por lo que resulta imposible generalizar por tallas.

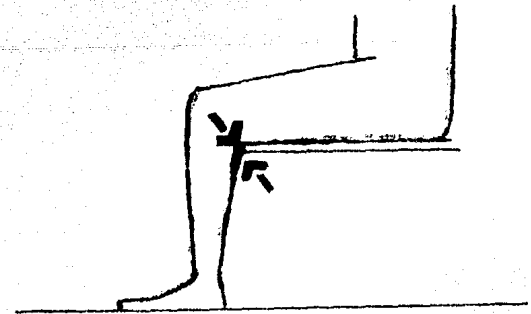
Partiendo de estos segmentos, se desarrollan las gamas de alturas, anchos y profundidades de un a--

siento:

Altura. Un asiento demasiado alto provoca una presión en el muslo: el cuerpo tiende a deslizarse para apoyar los pies en el suelo, -- provocando encorvaciones en el tronco. Si la altura del asiento es correcta, el apoyo de los pies ayuda a mantener la espalda contra el respaldo.



Profundidad. En una silla profunda el filo de la superficie puede presionar el área posterior de las rodillas causando adormecimiento, por lo que debe existir un margen de aproximadamente 5 cms. entre ambas superficies de contacto.

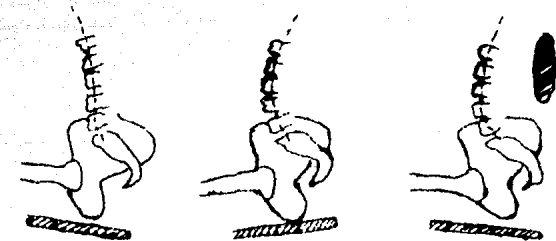


La altura y profundidad deben permitir a la persona más pequeña apoyar totalmente la planta de los pies en el suelo sin ninguna presión en el muslo o la parte posterior de la rodilla.

Ancho. Afecta principalmente cuando la silla está limitada por descansabrazos, y su dimensión depende del ancho del cuerpo.

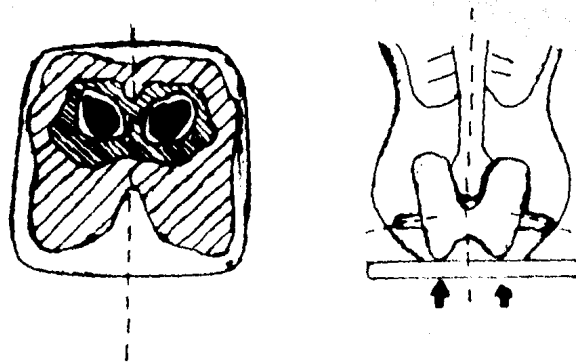
Inclinación. Un asiento demasiado inclinado ya sea hacia adelante o hacia atrás, fuerza la curvatura de la columna; lo ideal es una inclinación de 3° a 7° que obligue a la espalda, por gravedad, a recargarse.

La inclinación del asiento va íntimamente ligada a la del respaldo y al apoyo que éste ofrezca a la columna.



Forma y dureza. Debido a la gran variedad que existe en la configuración de la pelvis de cada individuo, resulta contraproducente el tratar de reproducir el contorno de

la sección en el asiento. La distribución del peso sobre la superficie se hace de una manera natural alrededor de las tuberosidades isquiáticas por lo cual es preferible un asiento plano a uno cóncavo. En cuanto a la dureza, es recomendable un acojinamiento máximo de 4 cms., para evitar la fatiga y ayudar a distribuir el peso.

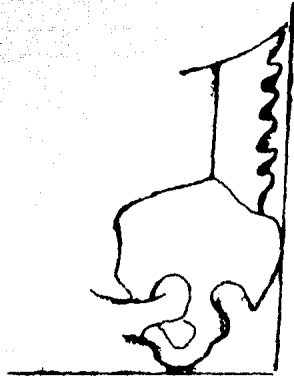


Respaldo.

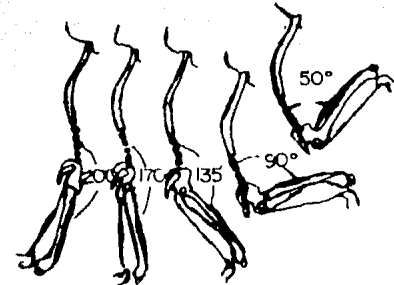
Los elementos más importantes en el respaldo son la inclinación del mismo y la existencia de un apoyo lumbar.

El ángulo de inclinación de el respaldo con respecto al asiento depende del tipo de trabajo al que está destinada la silla; a mayor concentración, menor ángulo. Sin la inclinación hacia atrás, la curva lumbar se halla innaturalmente aplanada y el esfuerzo se realiza totalmente sobre los discos y ligamentos intervertebra

les lumbares.

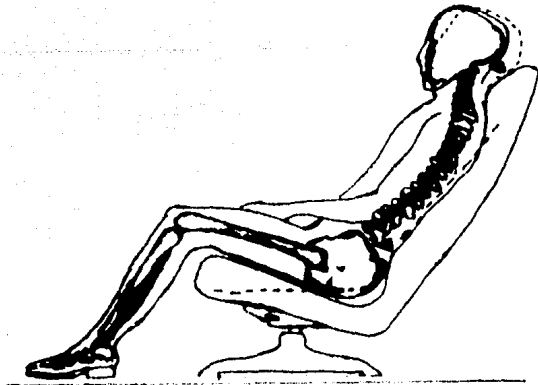


siderado como el ángulo de reposo; sin embargo, para un asiento de trabajo, - el ángulo debe oscilar entre 90° y 110°



El ángulo natural del cuerpo que se forma entre el eje de la columna y el del fémur es de 135° y está con

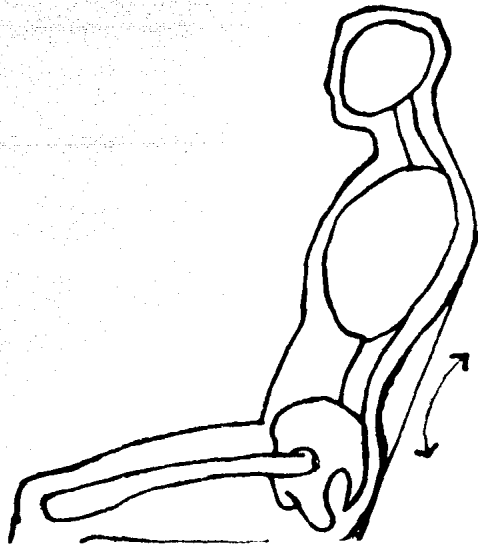
Si el ángulo de inclinación del respaldo es mayor de 110° , deberá existir un apoyo para la cabeza, ya que el centro de gravedad de ésta sale del eje del tronco y se requiere un esfuerzo muscular para mantener el peso.



Altura. Depende también del tipo de trabajo que se realice. Para trabajos de mucha actividad, el respaldo se reduce únicamente al apoyo lumbar, para permitir la libertad de las extremidades superiores. Este tipo de respaldo resulta perjudicial para trabajar durante largos períodos, ya que al recargarse se arquea la columna. Para trabajos más estáticos y prolongados es preferible ofrecer mayor apoyo.

La superficie del respaldo debe acomodar el perfil de la columna para permitir cambio de postura, pero con soporte constante a todo lo largo de la misma, principalmente en la zona lumbar. El respaldo debe permitir

libertad a la espalda de arquearse --
ocasionalmente, y debe dejar libre la
región sacra para no perder el efecto
que produce el apoyo lumbar.



Las dimensiones, curvaturas
e inclinaciones del asiento dependen
de la configuración del tronco. El
movimiento en el tronco aumenta con--
forme al tiempo de sentado. Es nece--
sario evitar el deslizamiento en lo --
posible, así como el encorvamiento y
el sentado lateral, con el fin de a--
provechar el respaldo el mayor tiempo
posible. El punto más importante a
considerar en cuanto al tronco es la
existencia de un correcto apoyo lum--
bar.

Es importante que el área --
inferior del asiento esté libre para
echar los pies hacia atrás.

Descansabrazos. La existen

cia de apoyo para los brazos evita -
que el peso de éstos provoque ten- -
sión en la clavícula; sin embargo, -
la altura de dichos apoyos debe obe-
decir a la posición natural de el --
codo. Si son más bajos, la acción
es nula y la tensión en el hombro --
persiste; y si la altura es mayor el
efecto es el contrario, ya que la --
tendencia del usuario es colgarse so
bre ellos.

Las dimensiones del antebra
zo definen la altura de los descansa-
brazos, que sirven además, de ayuda -
para sentarse y pararse, y aunque en
cierto modo limitan el movimiento en
el interior de la silla, impiden al -
usuario el adoptar posturas laterales.

Es importante considerar la
gran libertad de movimiento que deben
tener los brazos en el uso del pupi--
tre, y específicamente del movimiento
constante a la paleta y el contenedor
de libros. Los alcances máximos del
brazo no afectan en la silla indivi--
dualmente, sino en su relación con --
las demás sillas, que es totalmente -
arbitraria.

La altura e inclinación de la paleta dependen del ángulo natural del brazo y antebrazo. Pero debe buscarse una media entre el ideal con respecto al brazo y el ideal con respecto al ángulo de escritura para evitar forzarlos.

Psicológica y de percepción.

Vista. Independientemente de la iluminación ambiental, es necesario que exista un nivel de iluminación de 200-400 luxes sobre la superficie de trabajo, con una reflectancia de 35-50% para evitar deslumbramiento.

Algunos ejemplos de coeficientes de reflexión, según acabados y colores son:

	liso	rugosos
azul y gris		
claro	58%	49%
oscuro	26%	21%
caoba	17%	---

Oído. El ruido produce una notable disminución en la realización de la actividad laboral. Se puede hacer una diferenciación entre ruido o sonido del objeto y del medio ambiente. En el medio es prácticamente incontrolable; pero en la silla se puede reducir evitando elementos sueltos, y en lo posible, pesados y metálicos.

Olfato y gusto. Los elementos deben ser inertes.

Tacto. La superficie de contacto debe presentar algún tipo de textura para evitar deslizamientos. El material debe mantener la temperatura óptima de 17° a 24° C., y evitar

la sudoración excesiva.

Psicológicamente, el color, la textura y la forma pueden influir positivamente. El ruido, la luz y la temperatura sólo se pueden limitar en relación a la silla; sin embargo, estos factores independientes, así como la relación que existe con el ambiente humano y de trabajo, es determinante en la fatiga mental.

Otros aspectos a considerar son el peso de la silla, que permita su movilidad pero no el abuso; la textura y el material deben facilitar la limpieza, y la construcción de los elementos, el mantenimiento y almacenaje.

objetivos de diseño

1. Dar al alumno un asiento en el que pueda permanecer dos horas continuas confortablemente en una postura correcta.

2. Resolver las dimensiones de la silla de manera que abarquen la mayoría de las configuraciones, sin causar entorpecimiento en la circulación.

3. Limitar al estudiante en cuanto a las posturas mediante el apoyo lumbar, y la correcta curvatura tanto en el asiento como en el respaldo.

4. Dar la opción de una po

sición correcta de escritura para --
los zurdos.

5. Es necesario que la -
silla tenga en general una gran re--
sistencia al mal trato.

6. Espacio para contener
los libros en posición de alcance --
cómoda y segura.

7. Correcto dimensiona-
miento y colocación de la paleta.

8. Facilitar la limpieza

9. Facilitar el manteni-
miento.

10. Reducir los costos de
fabricación.

11. Mejorar el aspecto es-
tético de la silla escolar.

estética

La estética de un objeto es indefinible, puesto que se habla de algo totalmente abstracto que abarca conceptos y sentimientos personales - que dependen del desarrollo emocional cultural y perceptivo de cada individuo; sin embargo, debe existir en la estética una armonía entre las partes y el todo, y entre el todo y el hombre.

La estética juega tal vez - el papel más importante ante el hombre, ya que puede determinar la preferencia y aceptación de un objeto sobre otro.

Materialmente hablando, una silla consta de una superficie hori-

zontal y un apoyo vertical con dimensiones y características más o menos definidas, por lo que básicamente la forma de la silla estará dada por la estructura del cuerpo.

Debido al amplio margen de población al que se destina, la silla debe ser capaz de integrarse a cualquier tipo de escuela, sin importar entorno, nivel socio-económico, dimensiones, etc., y deberá permitir cualquier acomodo en cuanto a cantidad y peso visual.

En cuanto al color, según estudios realizados por Faber Birran* los colores más aceptados por la mayoría de las personas son

el rojo y el azul; fisiológicamente, el rojo tiende a elevar la presión, el pulso y la respiración, y a excitar el cerebro. El azul tiene efectos contrarios: baja la presión y el pulso y tranquiliza el cerebro. Estos efectos son mínimos y se normalizan con el tiempo. Ambos colores estimulan la creatividad y pueden elevar el IQ hasta diez puntos,

* Color and Human response

producción

La mayoría de las sillas de paleta en México se fabrican en talleres o pequeñas fábricas con maquinaria semi-industrial y un alto índice de mano de obra. La constante y creciente demanda de sillas para escuela justifica una inversión en maquinaria que se convertiría en una reducción notable de costos y trabajo físico.

Los materiales que se utilizan en la fabricación de estas sillas en la actualidad son madera o plástico (polipropileno) con estructura de acero. El uso de la madera presenta una serie de problemas en cuanto a dependencia en la variabilidad de la calidad de la materia prima, ensambles, acabados y mantenimiento. El uso del

plástico reduce el proceso, el costo y facilita el mantenimiento.

Con la crisis actual, se cerró la posibilidad de obtener materia prima importada a bajo costo, y en relación a los plásticos, a ningún costo, en ciertos casos.

En México se están produciendo solamente 2 plásticos: el ABS por Resistol y el polietileno por PENEX.

Polietileno alta densidad.

Es un material con una gran rigidez, fácil de procesar y de bajo costo. Entre sus principales características están:

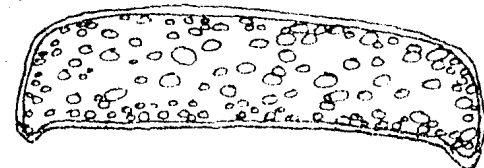
Alta resistencia y dureza superficial; buena flexibilidad, estabilidad de forma y estabilidad a la temperatura (105°C). Excelentes cualidades de moldeo y maquinado.

Estabilidad frente a los ácidos, álcalis, alcohol, ésteres, cetonas, aceites y grasas. Es insípido e inodoro.

Su densidad como material sólido es de 0.96 gr/cm³, y como espuma estructural 0.63 gr/cm³.

Espuma estructural.

Se le puede definir como un producto plástico con piel integral, un cuerpo poroso y con una alta resistencia en proporción fuerza-peso, suficiente para considerarlo estructural. Incluye tanto polímeros termoplásticos como termofijos, y cubre una amplia gama de densidades, ofreciendo las mismas ventajas en cuanto a costo para grandes piezas que las que ofrece la inyección para piezas pequeñas.



La mayor ventaja de este proceso es el alto grado de rigidez que se obtiene debido al aumento en el espesor de la pared, y que dicho espesor puede variar libremente en una pieza. Gracias a su configuración porosa se reduce al mínimo la tensión y, por tanto, el riesgo a la deformación o ruptura. Además de éstas características, el producto tendrá las propias de la resina elegida.

El proceso es en esencia igual al de inyección; la diferencia radica en el tiempo del ciclo de moldeo y en la velocidad de inyección, y puede adaptarse fácilmente una máquina estándar a éste proceso.

En ocasiones se inyecta la resina con un agente químico que se expande con calor, o un gas, generalmente nitrógeno; en otros casos la expansión se realiza por medio de presión.

El espumado puede ser a alta o baja presión:

Baja presión. El material inyectado es menor que el volumen de la cavidad del molde; después de la inyección, la presión distribuye el material y comprime la piel contra la pared del molde; la presión normal requerida es menor a la del proceso de inyección por lo que pueden utilizarse moldes de aluminio o kirksite.

Alta presión. El volúmen inyectado es igual al volúmen de la cavidad del molde; la mezcla fundida se empaca, y después de un corto tiempo de resistencia, se abre el molde para aliviar la presión y permitir que se expanda la espuma formando el núcleo celular.

La diferencia de presión se traduce en una mejor superficie a un costo mayor del molde, así como una reducción del tiempo de enfriamiento.

En resumen, las piezas de espuma estructural son de tres a cinco veces más rígidas que las sólidas y a diferencia de éstas, no

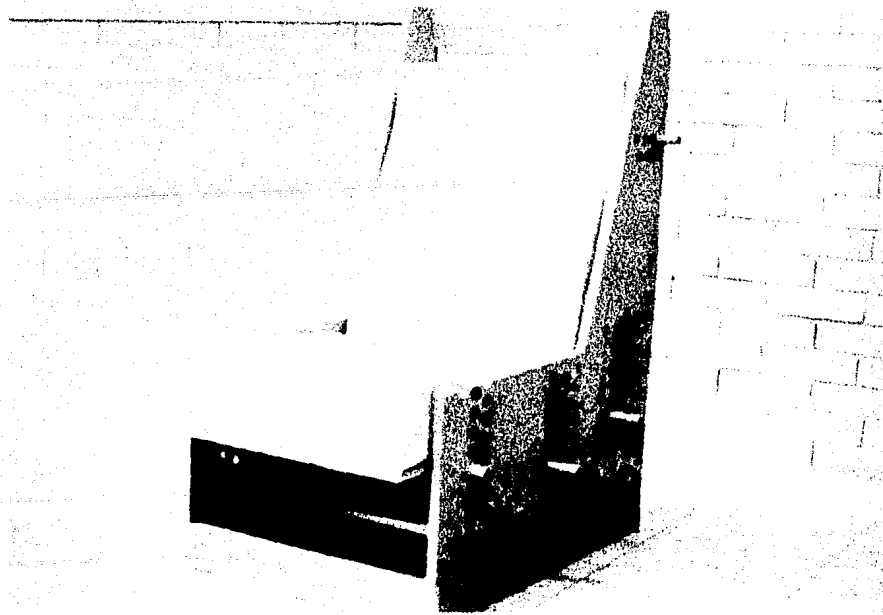
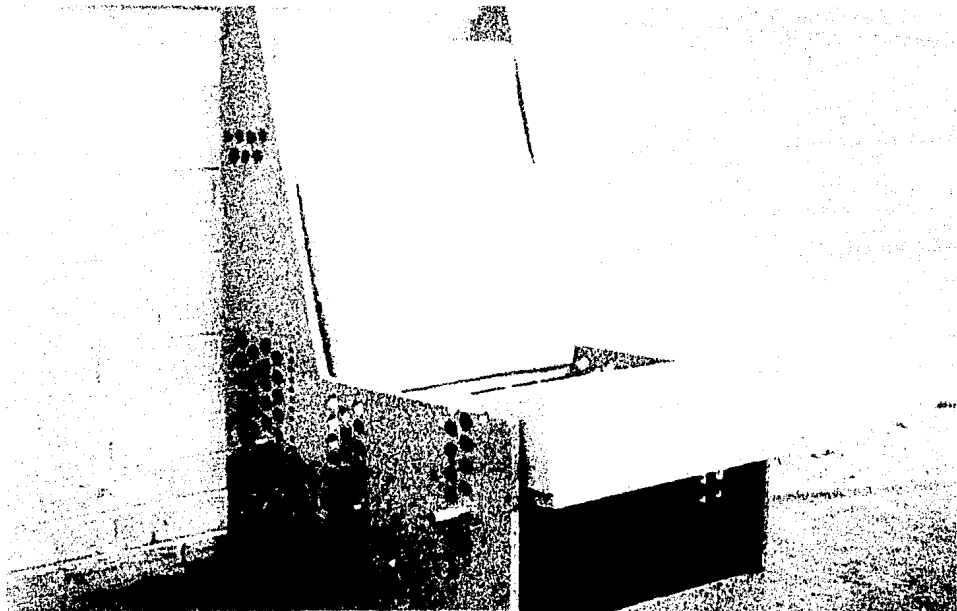
forman rechupes ni depresiones. La superficie es menos lisa debido a la compresión de las burbujas en la piel y el espesor de la pared requiere de un mínimo de 6.5 mm. La espuma estructural es capaz de competir con la madera y el metal ya que se considera de 25 a 100% más resistente que el pino.

memoria descriptiva

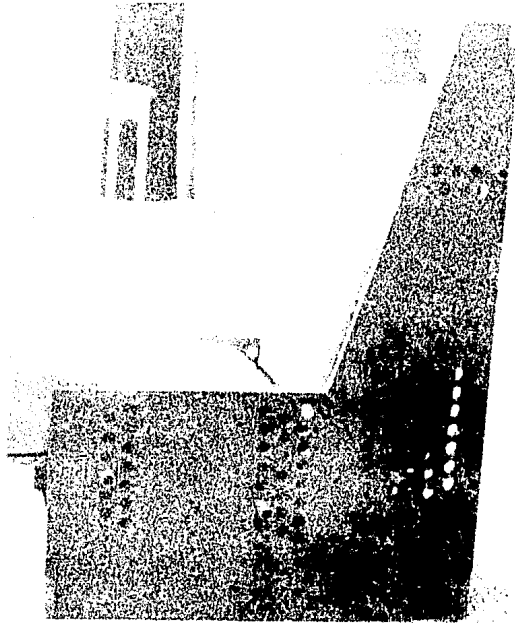
Para obtener las dimensiones y curvaturas correctas de la silla, se desarrolló primeramente un simulador en aglomerado y espuma rígida de poliuretano, en el cual podían variarse las alturas, profundidades e inclinaciones de asiento y respaldo independientemente.

Este simulador fué probado con personas de diferentes alturas, pesos y constituciones con una permanencia variable, desde 5 minutos hasta 2 horas.

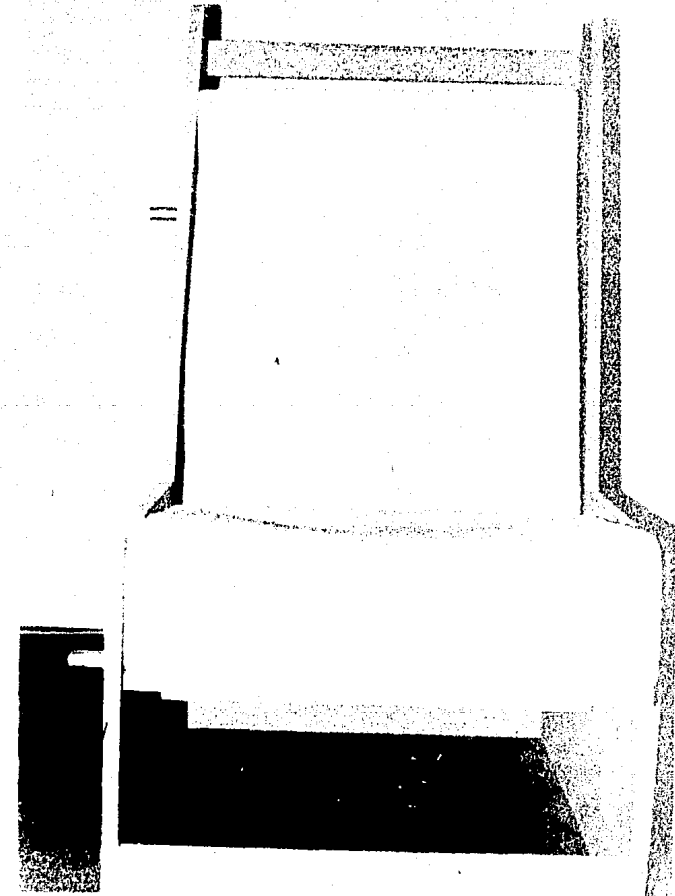
De las primeras pruebas se obtuvieron la altura y profundidad de el asiento y, tentativamente, la inclinación de asiento y respaldo.







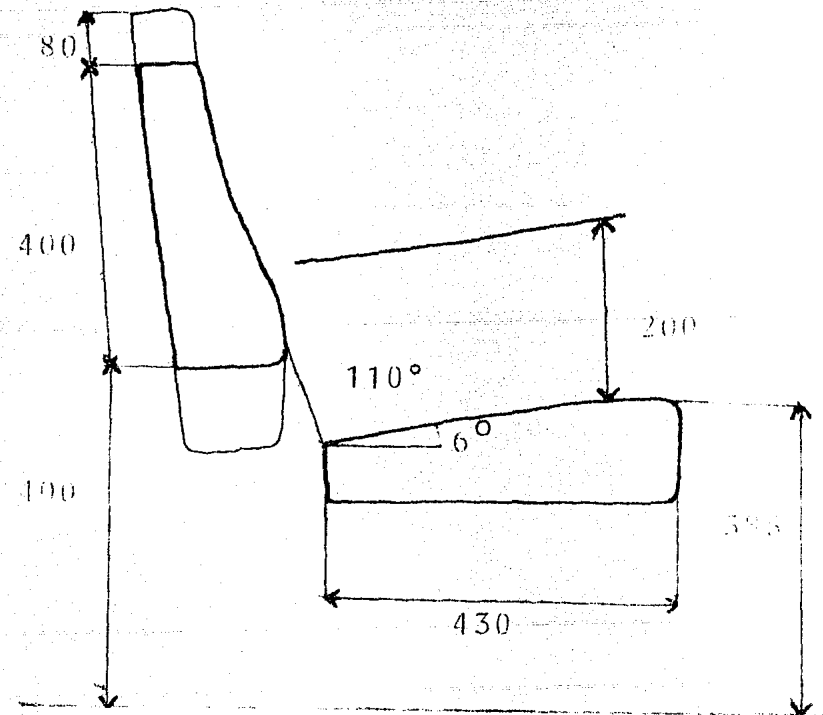
100



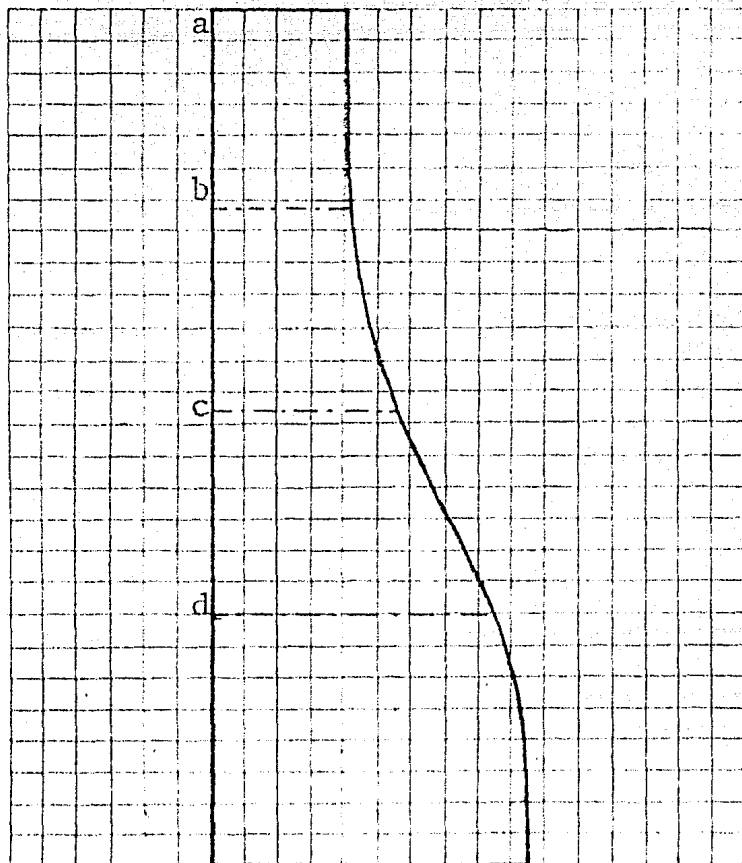
Posteriormente se fueron formando las curvaturas, basadas en la prueba continúa de diferentes personas y tomando como referencia la configuración de la columna y la cadera. Finalmente se determinaron las dimensiones del respaldo.

Se hicieron asimismo pruebas para los descansabrazos y la paleta, dimensiones e inclinaciones de la misma, siguiendo la postura normal de escritura.

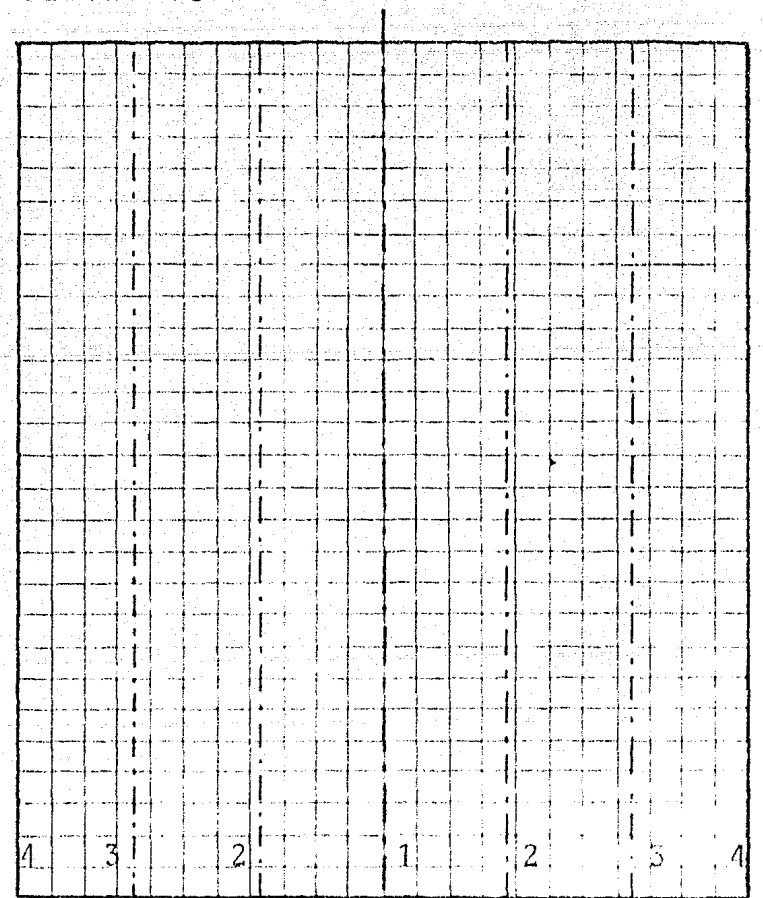
Las dimensiones y curvaturas obtenidas son las siguientes:

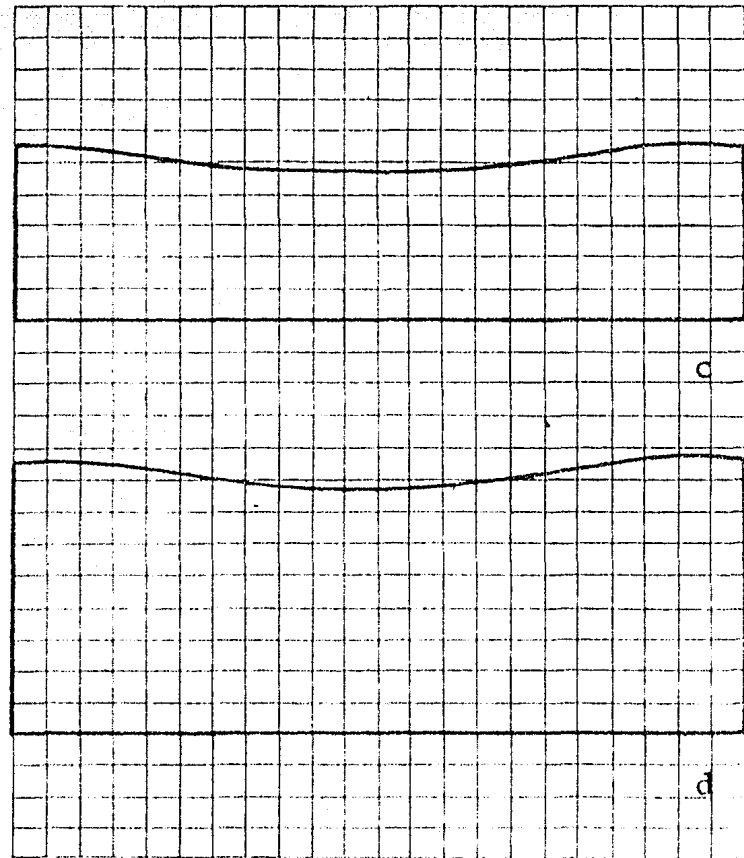
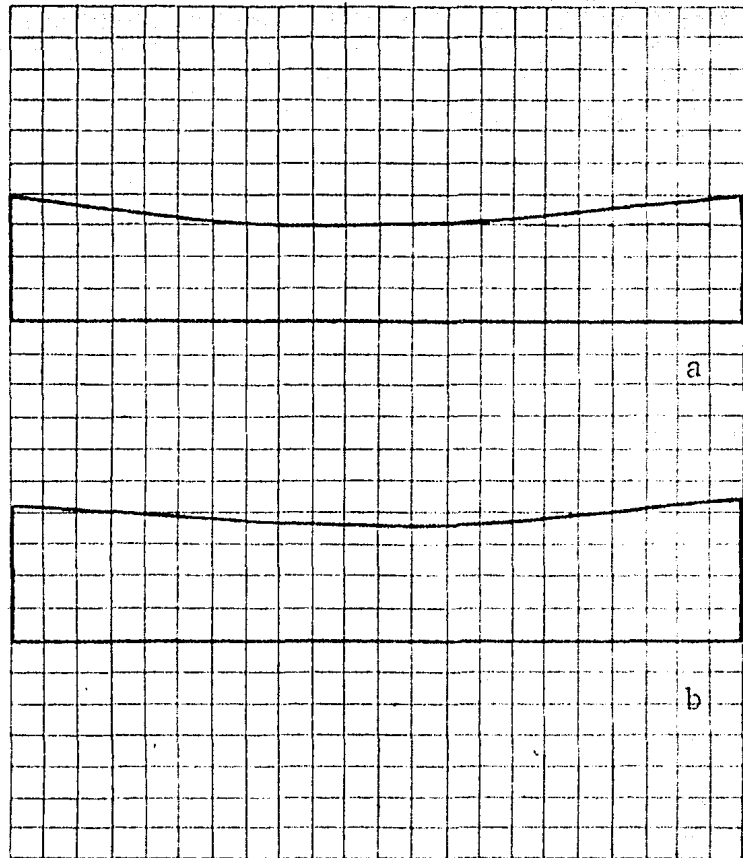


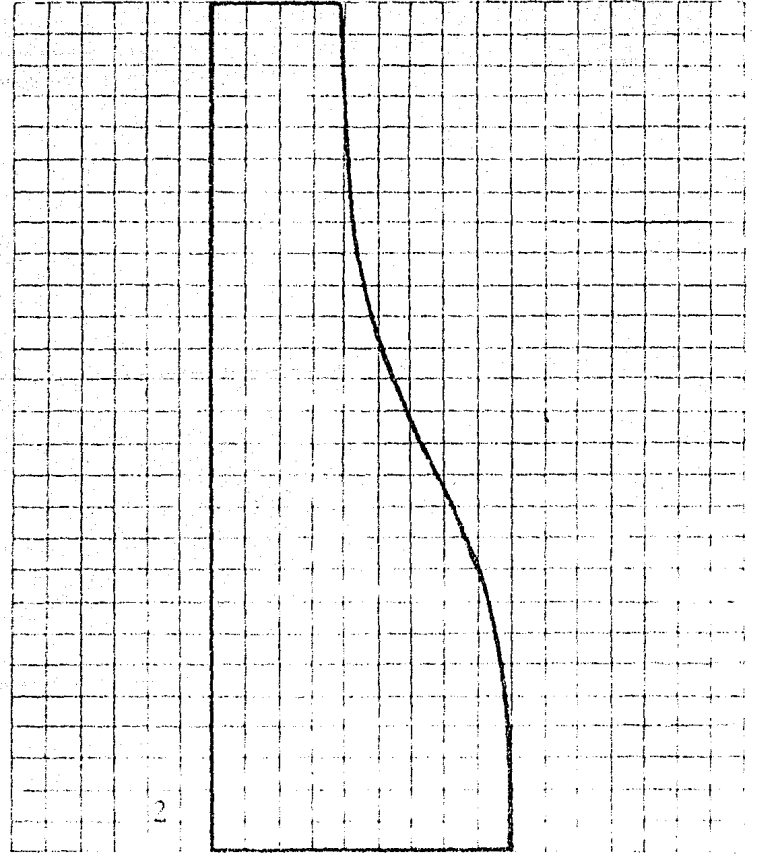
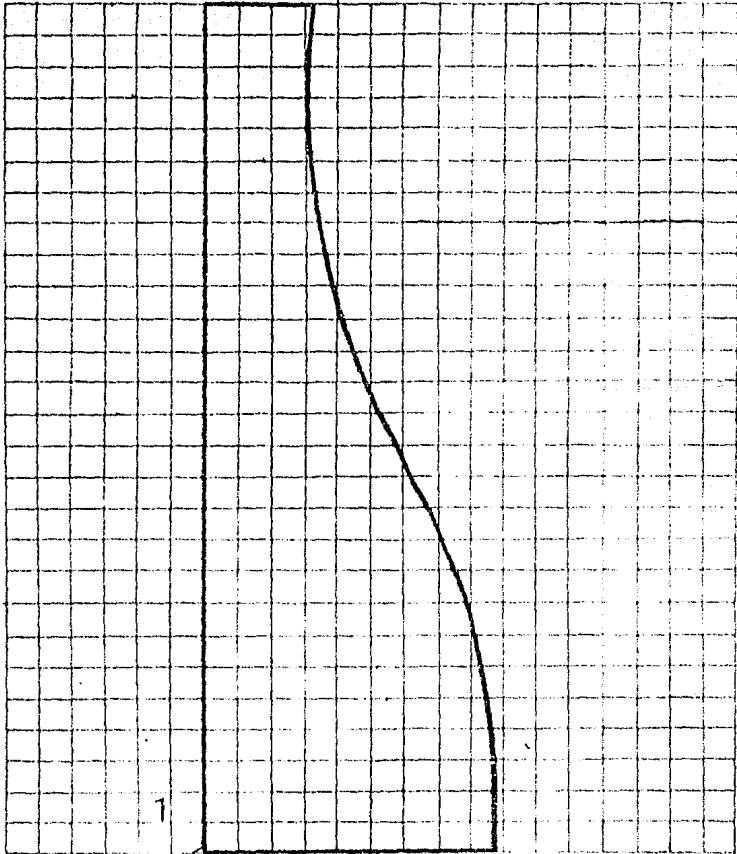
RESPALDO. vista lateral

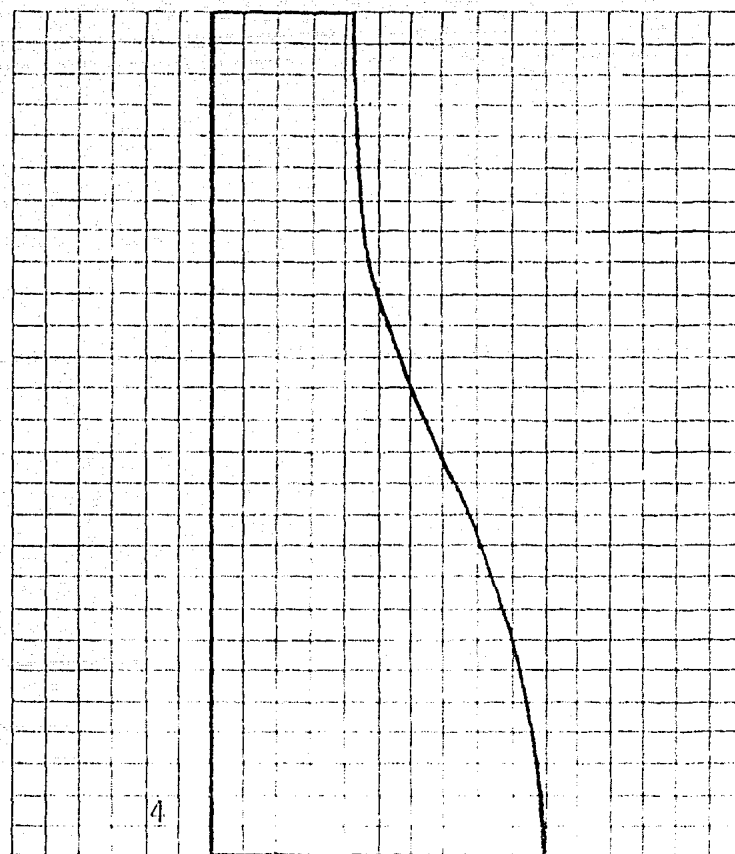
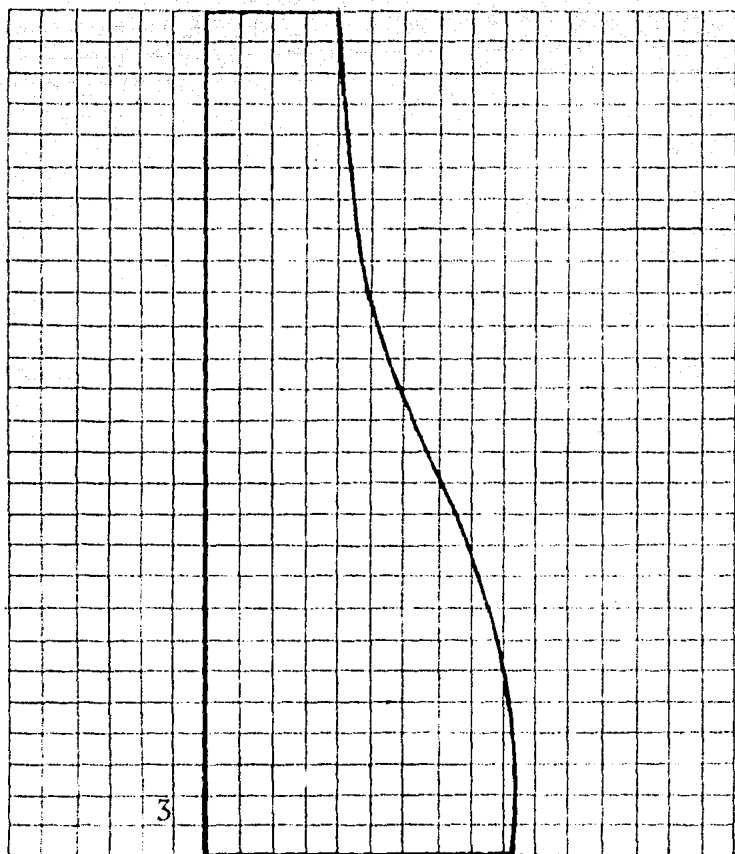


vista frontal

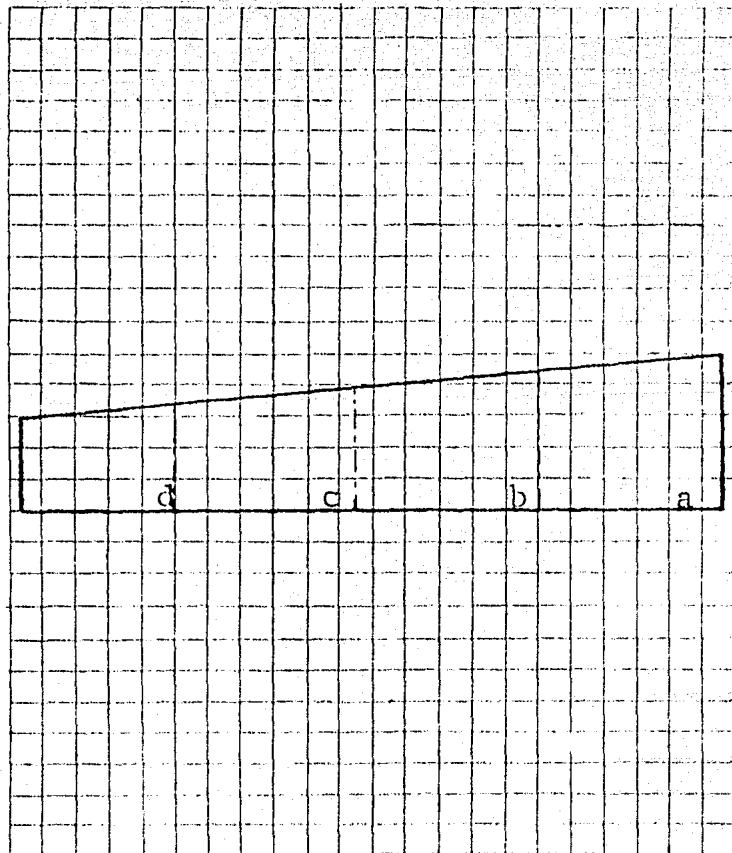




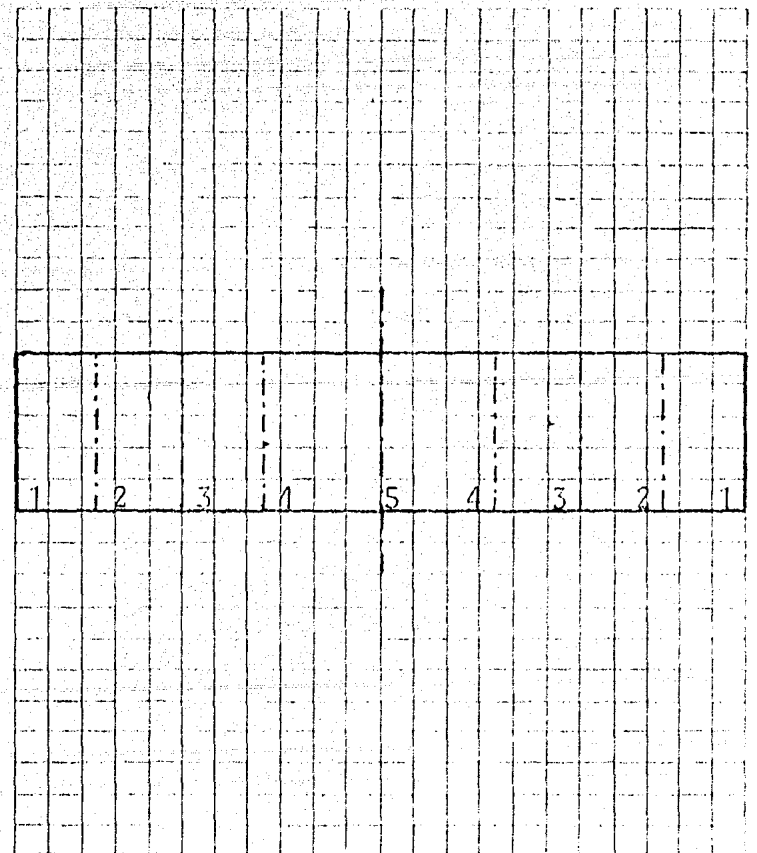


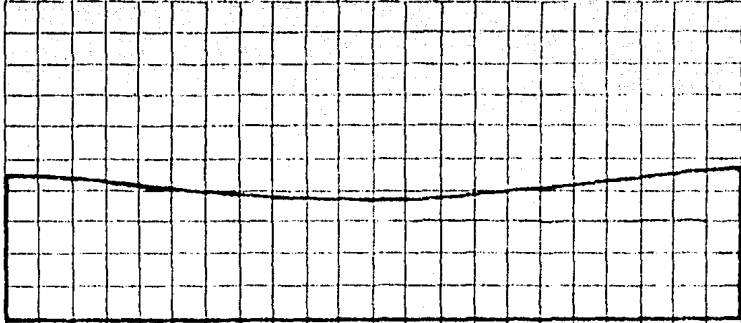


ASIENTO. vista lateral



vista frontal

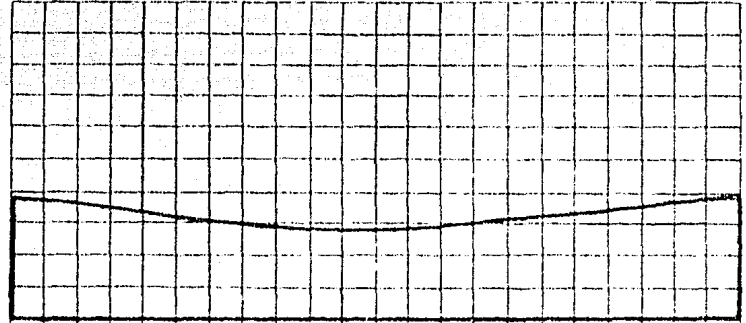




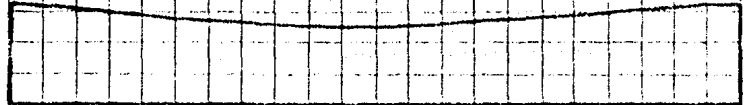
a



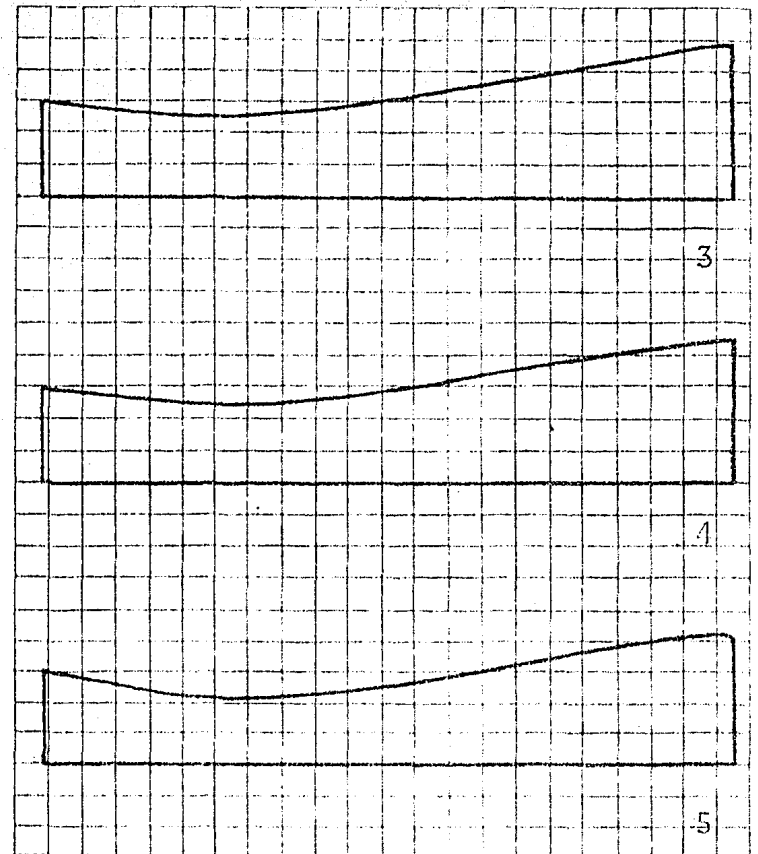
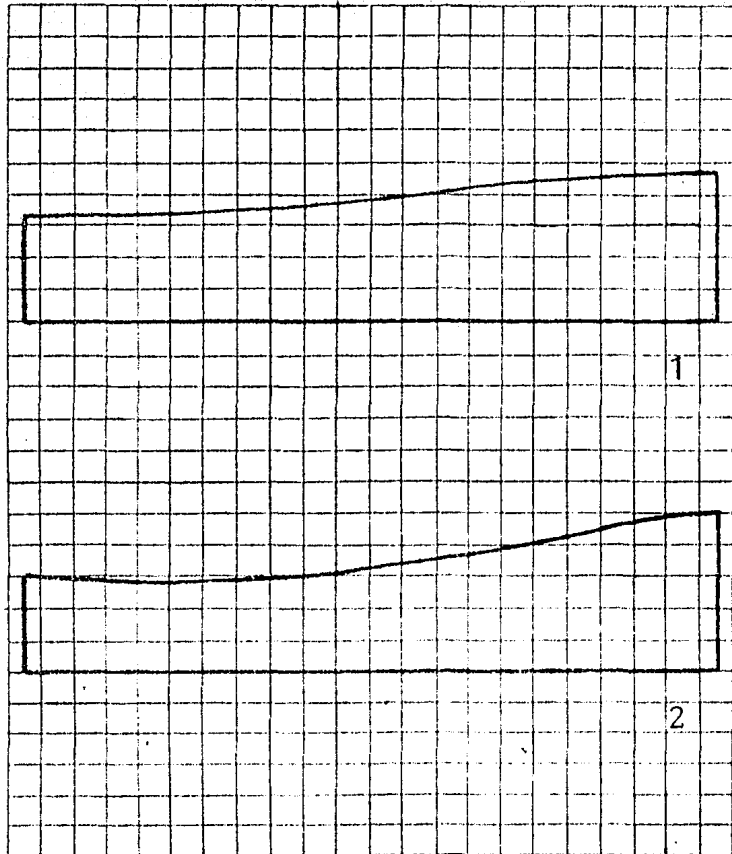
b



c



d



Partiendo del simulador y de los requerimientos ergonómicos preestablecidos, se diseñó la silla escolar.

Sus dimensiones generales son 55.5x53x84 cm., y está formada básicamente por cuatro piezas: asiento, estructura, paleta y portalibros

Asiento. Es una pieza de espuma estructural de polietileno alta densidad procesado a baja presión y abarca el asiento en sí, el respaldo y los descansabrazos. Su forma parte de las dimensiones y curvaturas obtenidas con el simulador, y presenta 4 ranuras tanto en el asiento como en el respaldo para la

respiración del cuerpo. El espesor del espumado es generalmente 1/4", salvo en el respaldo y las secciones de unión con la estructura. El acabado es ligeramente rugoso para evitar deslizamientos.

Estructura. Son 4 piezas de tubo de acero 1010 calibre 14 de 5/4" de diámetro dobladas y soldadas entre sí. En la parte superior descansa la silla a la altura de los apoyos de los brazos, y se recarga en una barra de 3/8" soldada a ambos lados de la estructura.

Presenta en la parte inferior perforaciones para los regatones y la fijación al piso, y en la

superior para la sujeción del portabilibros.

El asiento se fija al tubo por medio de tornillos en la parte posterior de la silla y en los descansabrazos, secciones donde el espesor del espumado aumenta para ahogar las tuercas.

Paleta. Está hecha en el mismo material y proceso que la silla, y se compone de 2 piezas: la paleta y el soporte. La primera es simétrica y tiene perforaciones que permiten atornillarla al soporte ya sea en posición derecha o izquierda. El soporte se monta sobre el brazo del asiento y se fija a éste con tor-

nillos.

El acabado de ambas piezas es rugoso a excepción de la paleta que presenta una pequeña depresión para colocar laminado plástico que ofrece una superficie de escritura lisa.

Portalibros. Es una canasta de alambre pulido calibre 8 esmaltado en color amarillo que cuelga lateralmente a la altura del asiento.

Se sujeta a la estructura enganchándose en el tubo y aprisionándose contra la parte inferior de los brazos. Puede colgarse de la misma manera en la parte posterior.

Las principales ventajas de esta silla escolar en relación a las existentes son:

1. apoyo constante en la región lumbar, inclusive durante la acción de escritura

2. opción de posición de escritura correcta para los zurdos

3. la colocación de la canastilla permite un fácil acceso a los libros, evitando el continuo movimiento y la consecuente distracción.

4. facilidad de mantenimiento

5. facilidad de guardado y transporte por la apilabilidad de los elementos

6. reducción de mano de obra en fabricación y ensamble

7. reducción de costos

costos

Debido a la situación económica actual, los precios tanto de la materia prima como de los productos - se han incrementado desproporcionadamente. Las devaluaciones que se han suscitado han triplicado el costo de vida en México en menos de un año.

Las consecuencias de esta crisis pueden resultar hasta cierto punto benéficas para una industria futura, ya que al imposibilitarse económicamente la adquisición de productos extranjeros, la industria nacional se ve forzada a buscar una solución, desarrollando tecnología que ha estado pasiva.

Pero mientras esto sucede,

la dependencia y la incertidumbre provocan un alza constante y sin final aparente.

Como un ejemplo de esto, el precio del kg. de polietileno alta densidad en agosto de 82 era de \$32.00; - en octubre subió a \$62.20, y en enero de 83 a \$74.90, con una inminente alza de derivados del petróleo para el mes de abril.

Por lo tanto, no pretendo - establecer un costo fijo y absoluto de mi silla, sino un precio real que debe tomarse únicamente como base de comparación con otras sillas escolares.

Existen 14 fabricantes de -

sillas de triplay conformado o fibra de vidrio (Mobiliario s.a.) y estructura metálica, desde ángulo estructural hasta tubo. El precio de éstas varía de \$1,500.00 hasta \$2,600.00, - dependiendo principalmente del acabado.

Además, Industrias Ideal, - PM Steel y DM Nacional han hecho una adaptación de su silla de polipropileno al uso escolar, y su precio promedio es de \$1,600.00.*

*Precios al público. Enero de 1983.

El costo total de la silla es \$827.14 desglosado de la siguiente manera:

ASIENTO.

Molde.

fundición en zamac	759,374.00
material para armado	148,400.00
mano de obra	<u>750,000.00</u>
total de molde	1,657,774.00

costo de molde por pieza (200,000 piezas/molde)	8.28
--	------

costo máquina/pieza (50 pzas./hora a \$3,500.00)	70.00
---	-------

2.633 kg. p.e.a.d. a \$72.90/kg	<u>191.94</u>
---------------------------------	---------------

TOTAL

\$270.22

PALETA.

Soporte

total molde 237,600.00

costo de molde por pieza 1.18

costo máquina/pieza

(80 pzas./hora) 43.75

0.185 kg p.e.a.d.

13.48

58.41

Mesa

total molde 175,780.00

costo de molde por pieza 0.87

costo máquina/pieza

(80 pzas./hora) 43.75

0.533 kg p.c.a.d.

45.58

TOTAL

87.20

\$145.61

ESTRUCTURA

4.92 m. tubo 3/4"			
	\$40.77/m	230.65	
0.45 m. barra 3/8"			
	\$28.15/m	<u>12.66</u>	
			234.31
acabado			<u>38.00</u>
TOTAL			281.31

CANASTILLA

3.83 m. alambre cal. 8			
	\$16.26/m	62.30	
mano de obra		37.70	
acabado		<u>16.00</u>	
			112.00

REGATONES

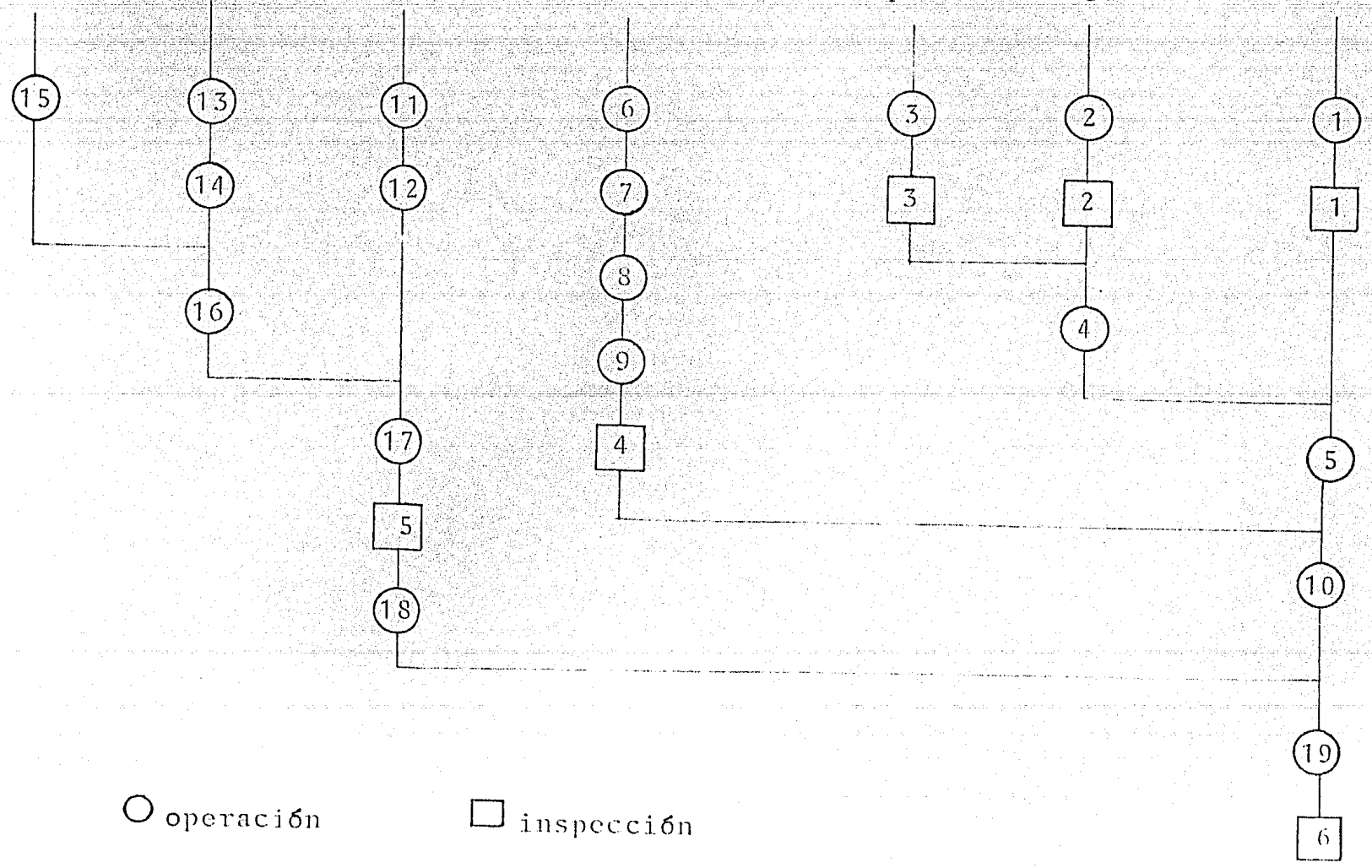
0.30 m. manguera PVC	\$60.00/m		<u>18.00</u>
		TOTAL	\$827.14

ESTRUCTURA
 barra 3/8" tubo 3/4"
 acero 1010 lateral posterior

CANASTA
 alambre cal. 8
 fierro pulido

PALETA
 pead espumado
 soporte mesa

SILLA
 pead espumado

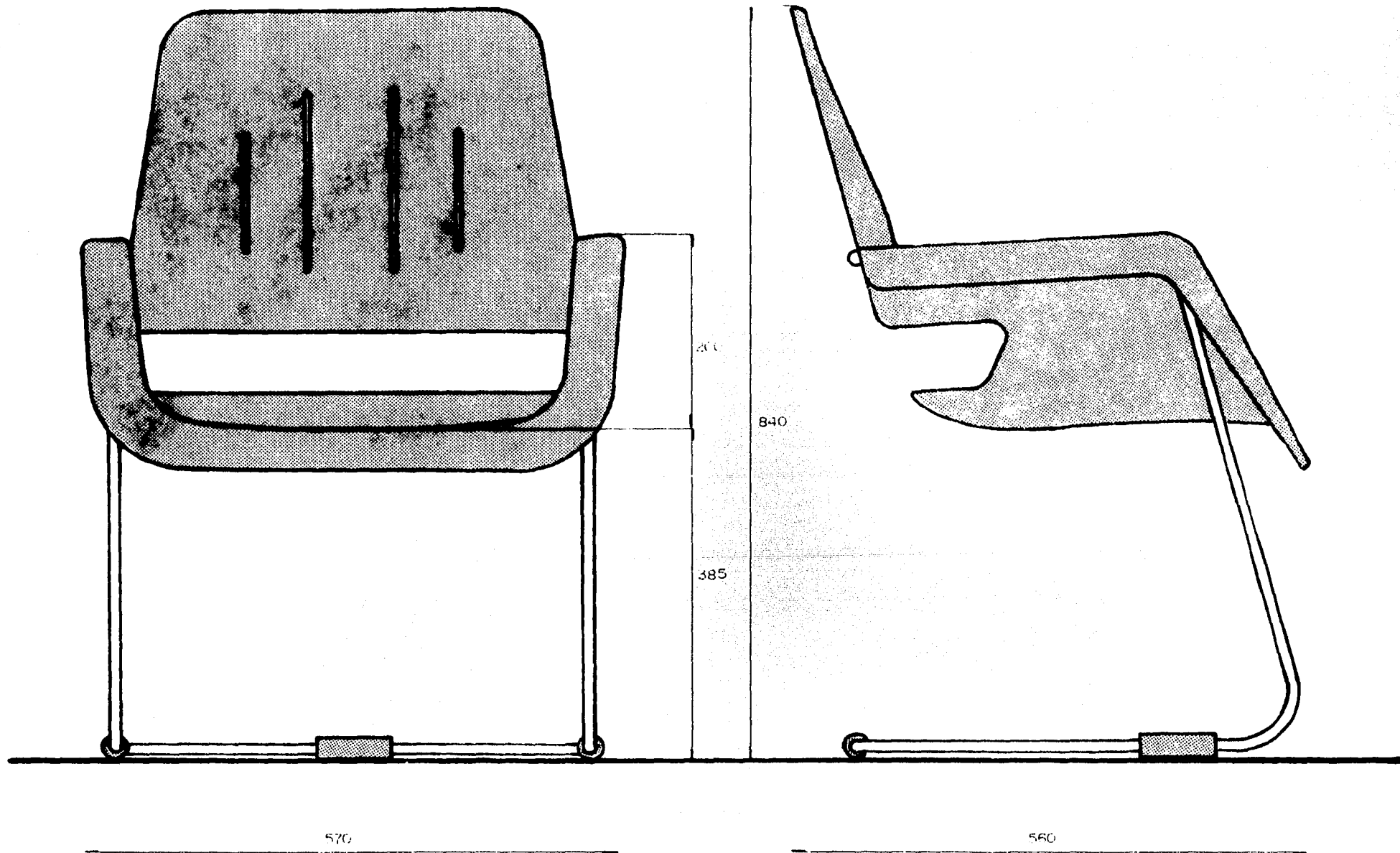


○ operación □ inspección

OPERACIONES

1. inyección de la silla; desmoldeo e inspección
2. inyección de la paleta; desmoldeo e inspección
3. inyección del soporte; desmoldeo e inspección
4. ensamble de la paleta; colocación del laminado plástico
5. ensamble de la paleta con la silla
6. cortado de alambre
7. doblado
8. soldado
9. acabado e inspección de la canastilla
10. ensamble con la silla
11. cortado de tubo para piezas posteriores (2)
12. doblado
13. cortado de tubo para piezas laterales (2)
14. doblado
15. cortado de barra
16. ensamble de barra con los laterales
17. soldado de la estructura e inspección
18. acabado
19. ensamble de la silla con la estructura e inspección final

planos



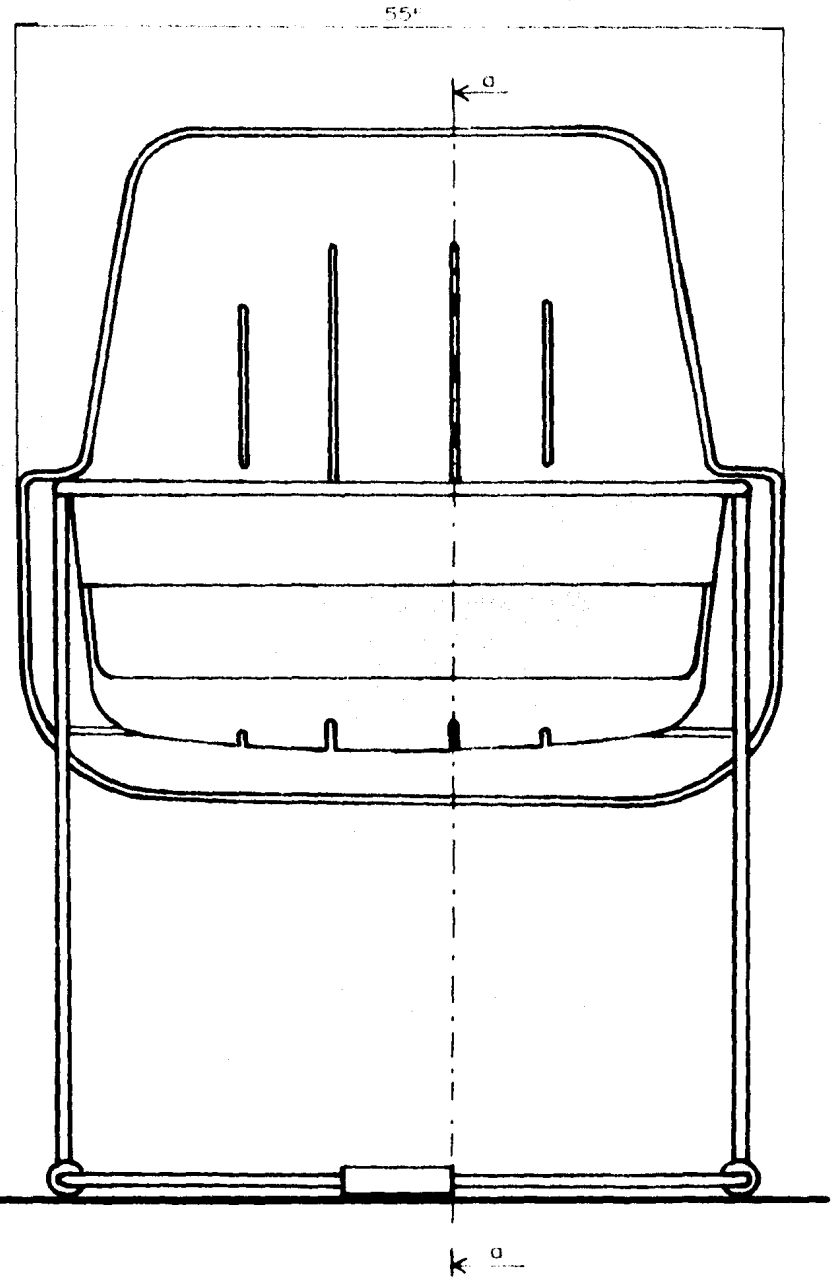
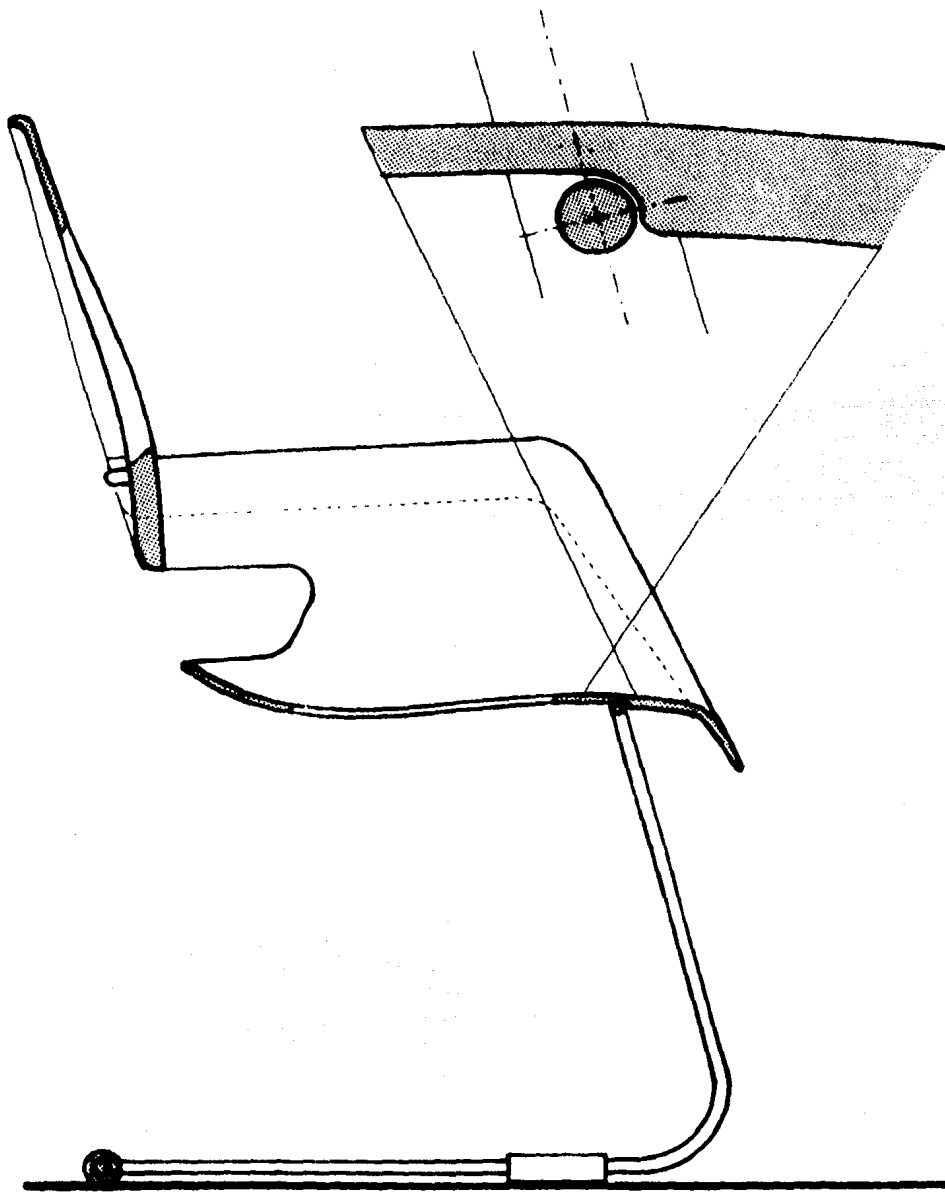
silla escolar

diseño industrial : patricia kruyff 1983

esc. 1:6

vistas generales





silla escolar

diseño industrial

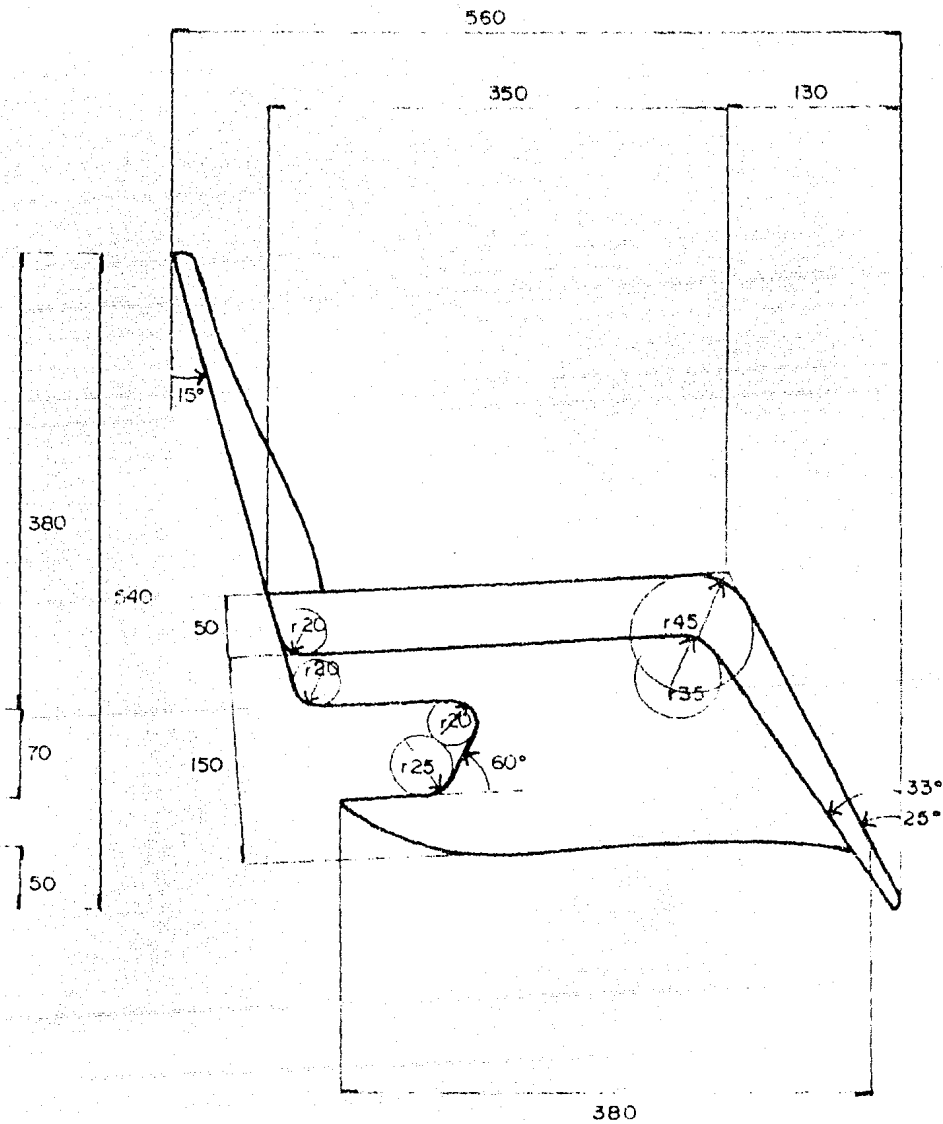
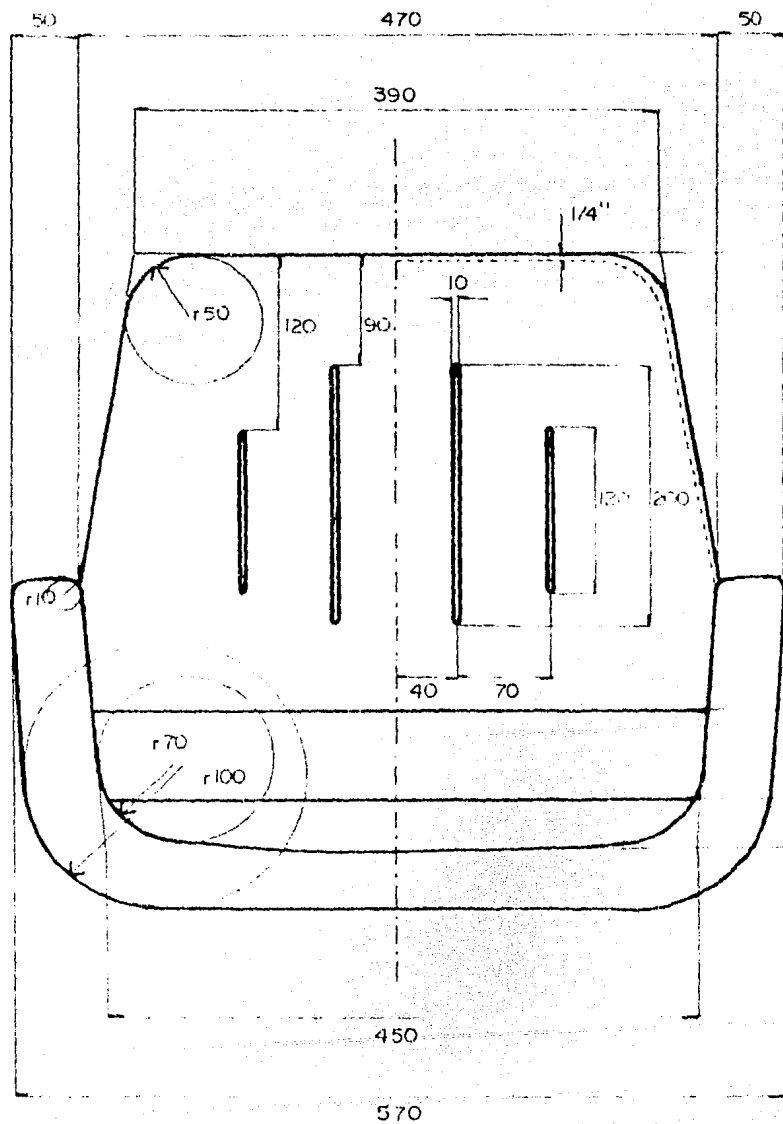
patricia kruff

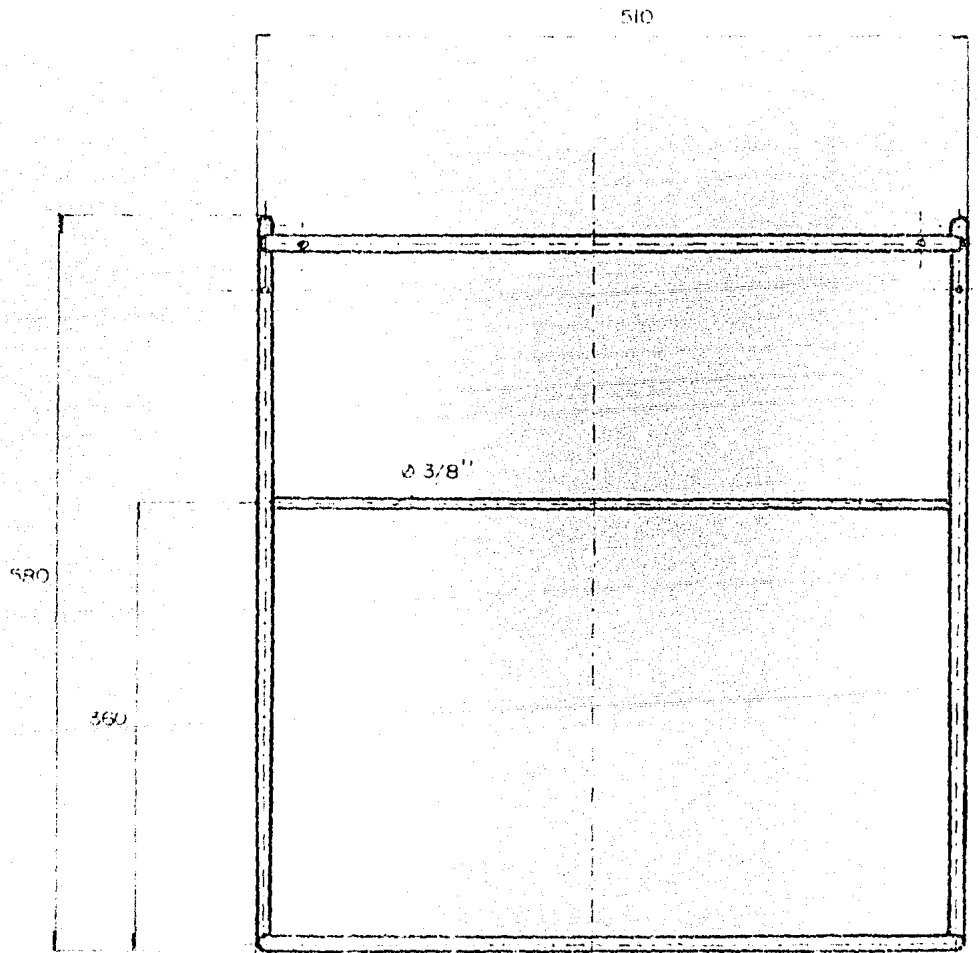
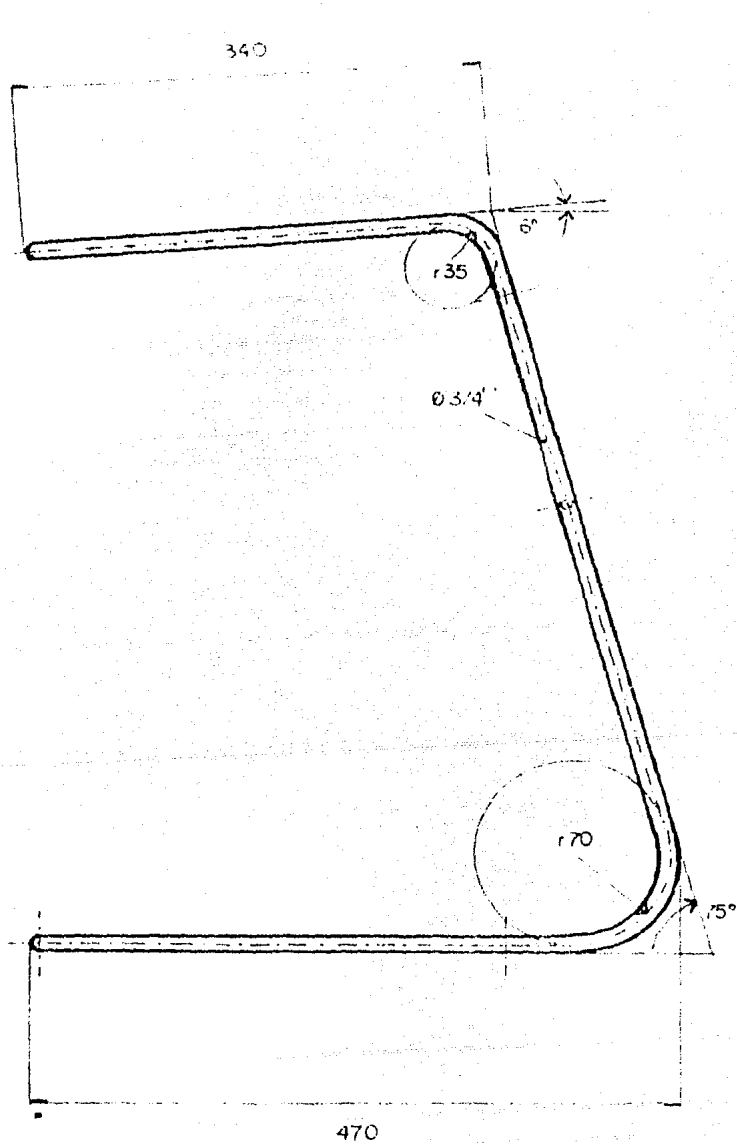
1983

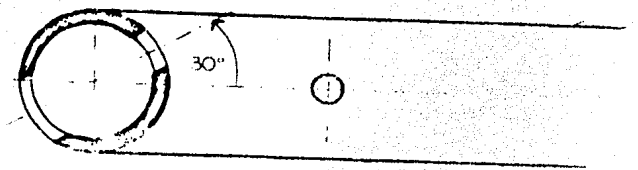
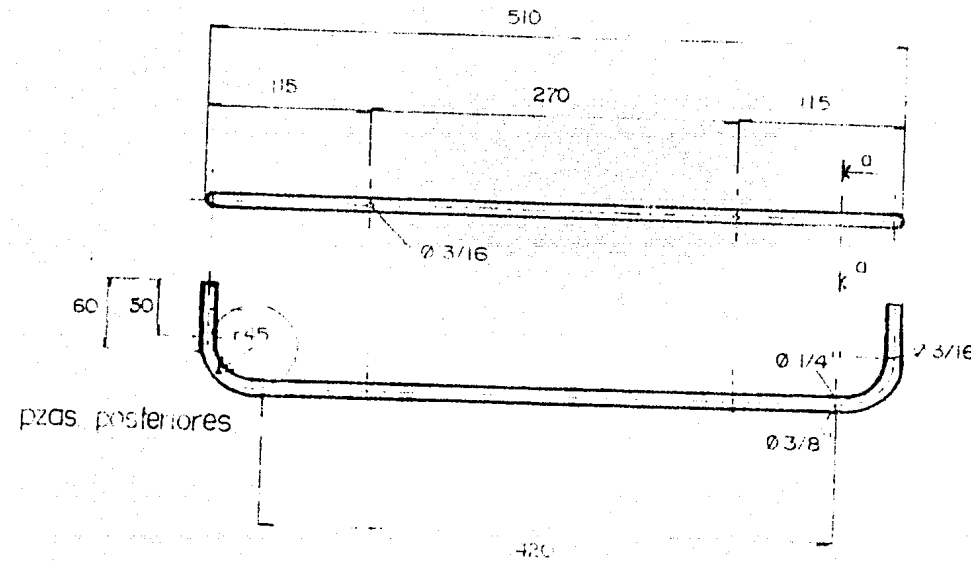
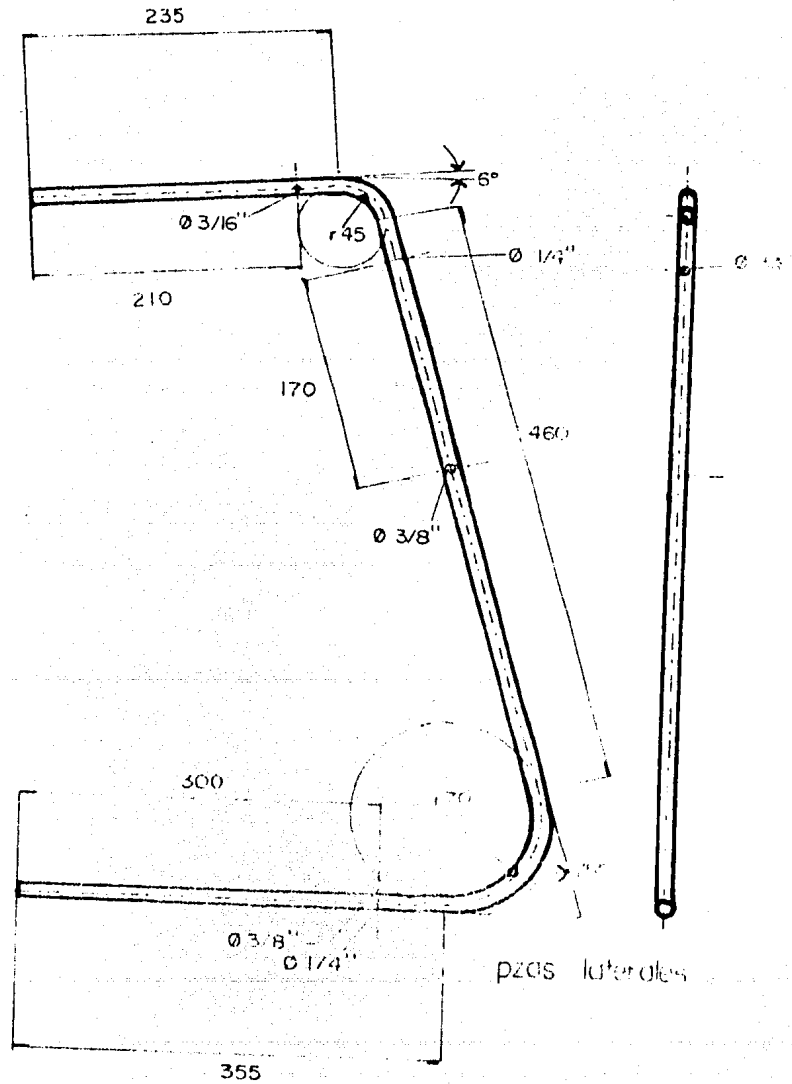
esc. 1:6

v. posterior y corte

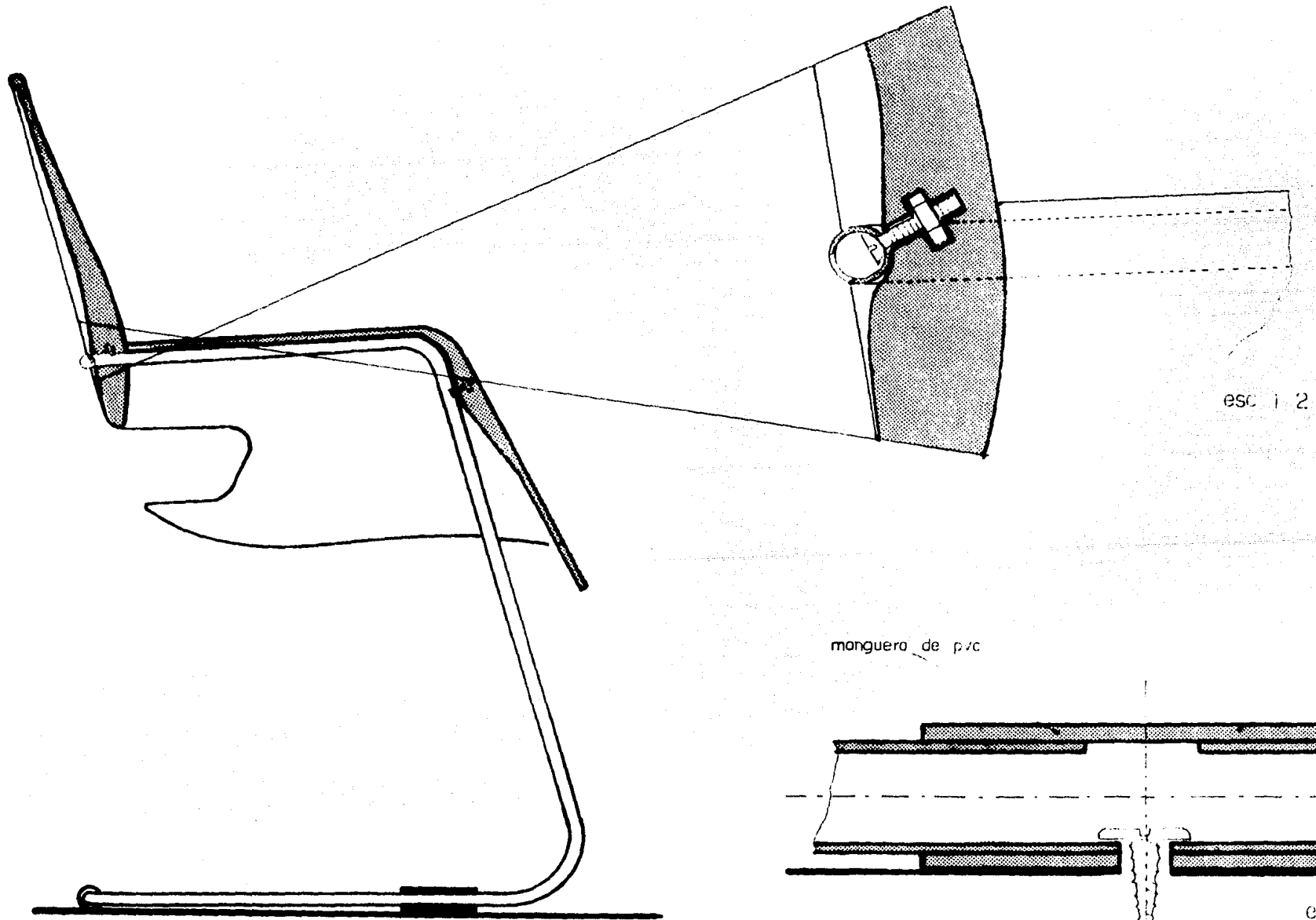
2



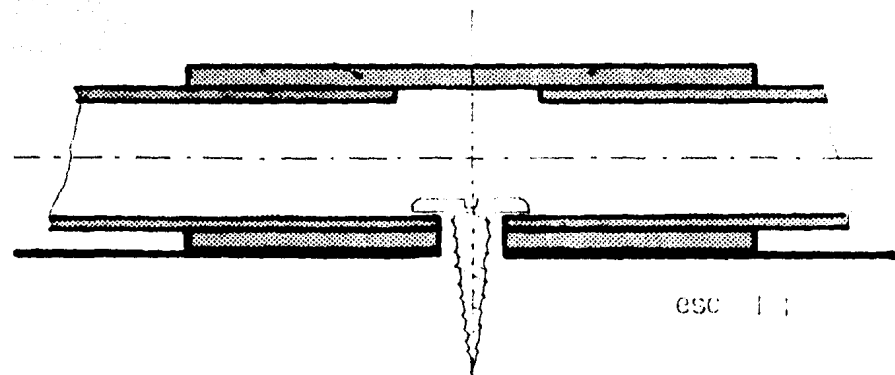


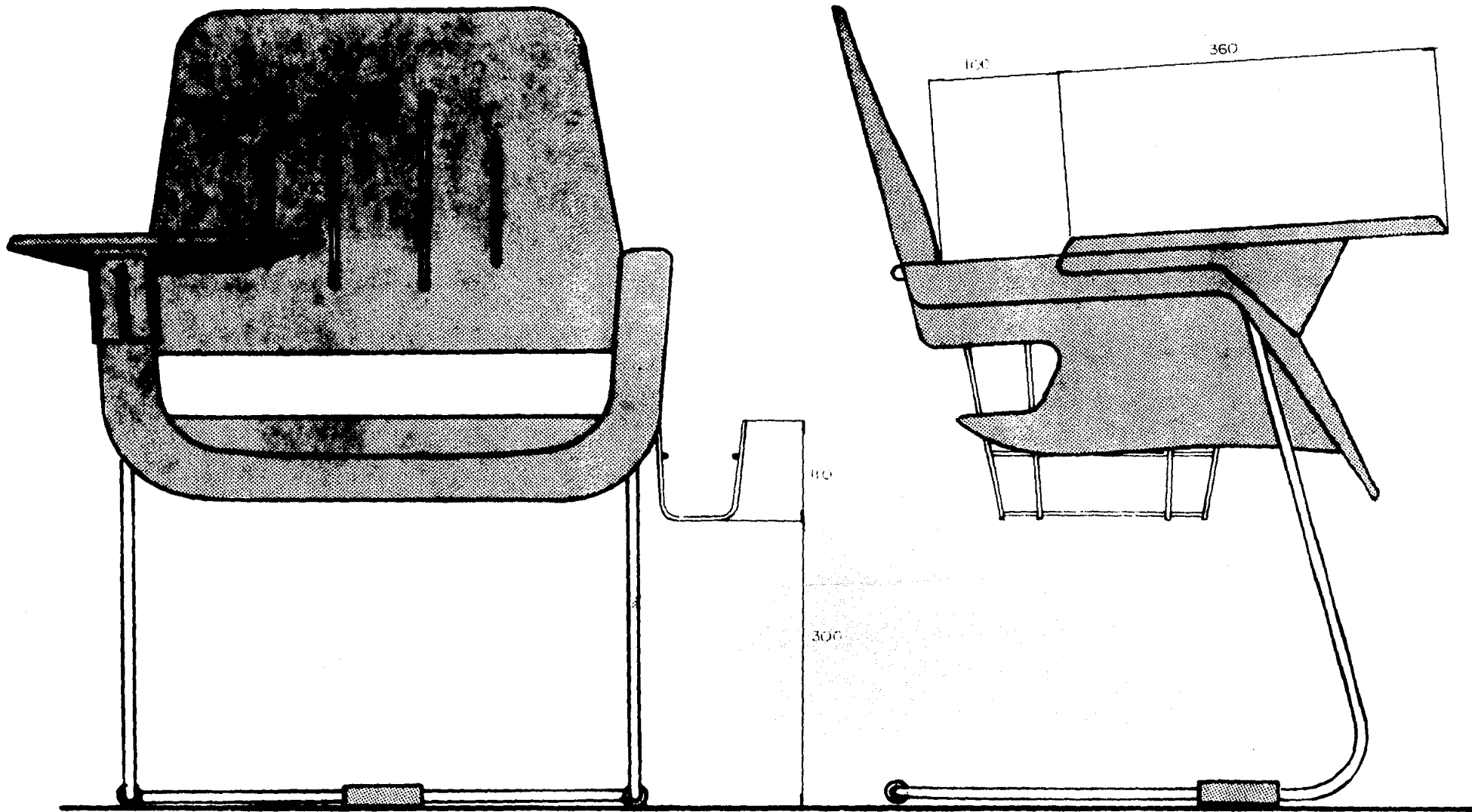


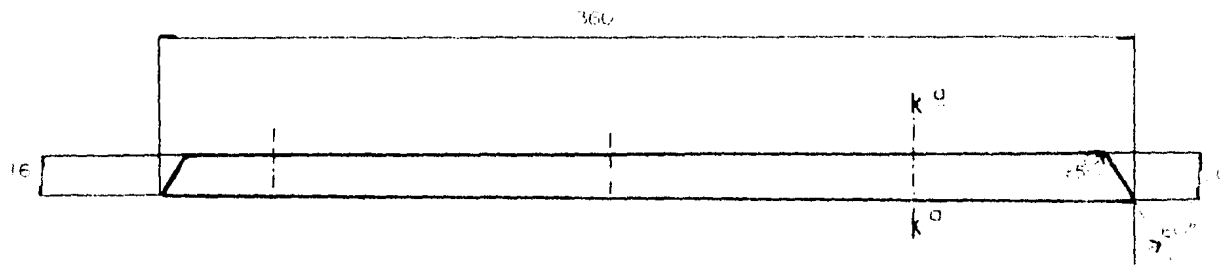
corte aa
esc. 1:1



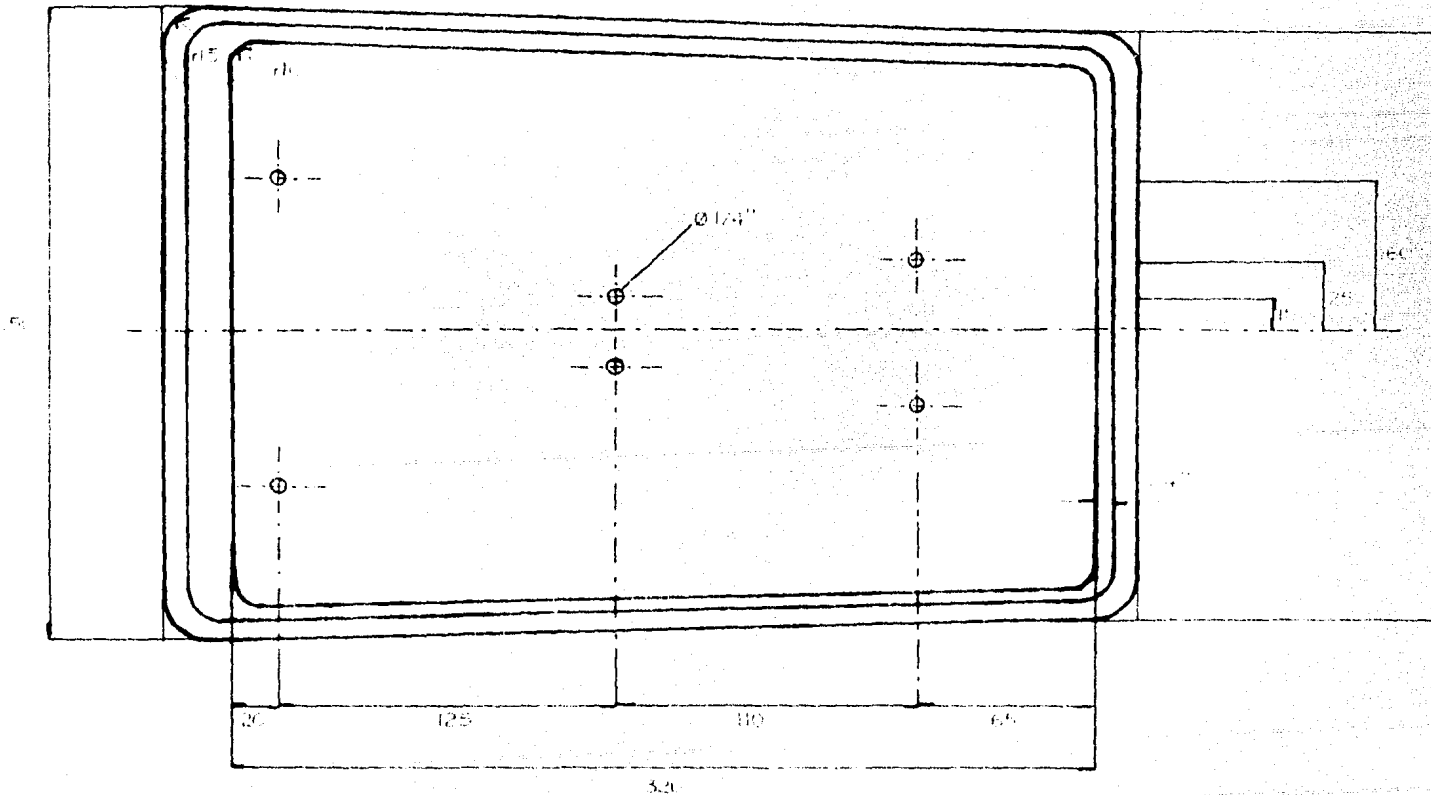
manguera de pvc

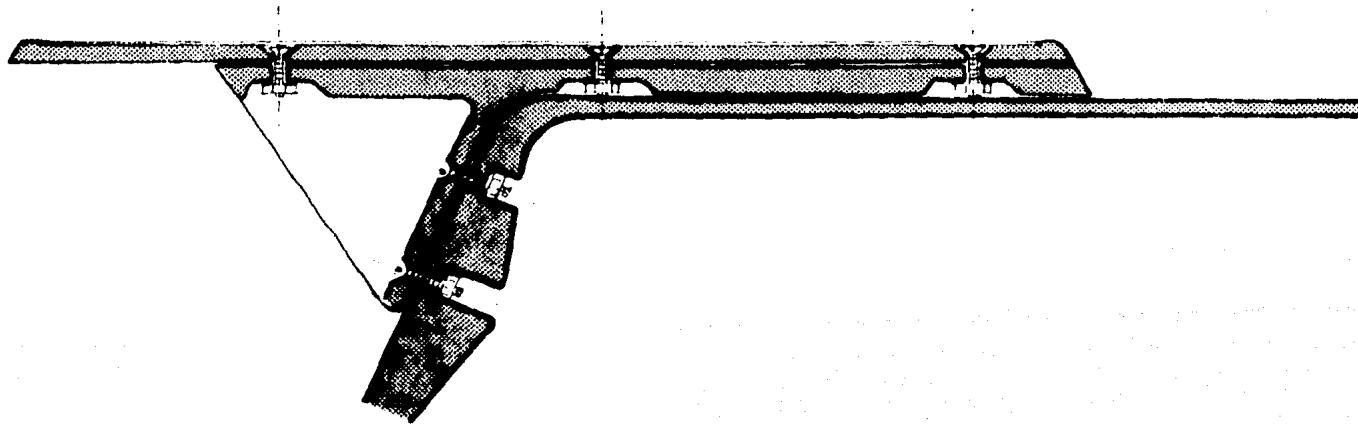
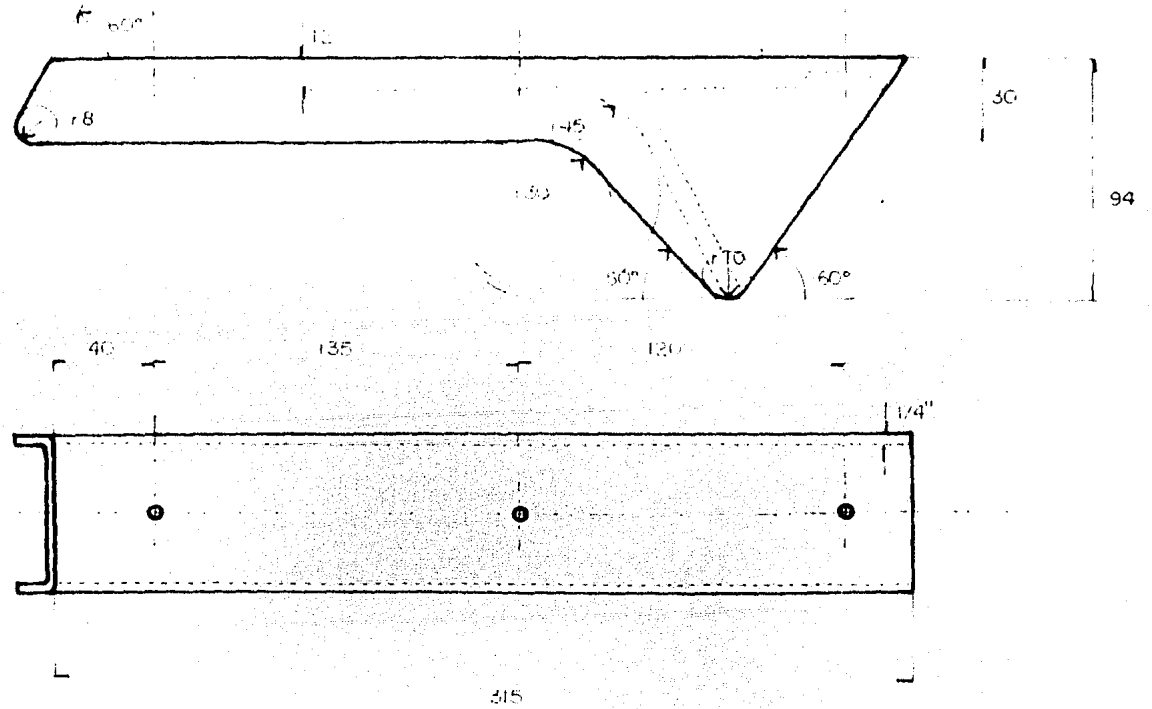
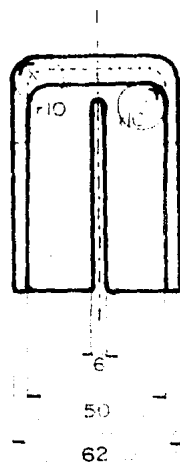


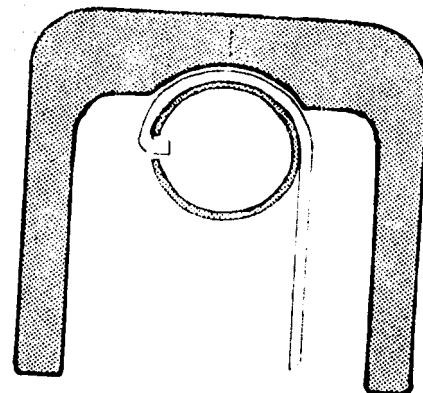
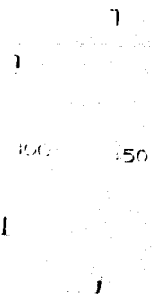
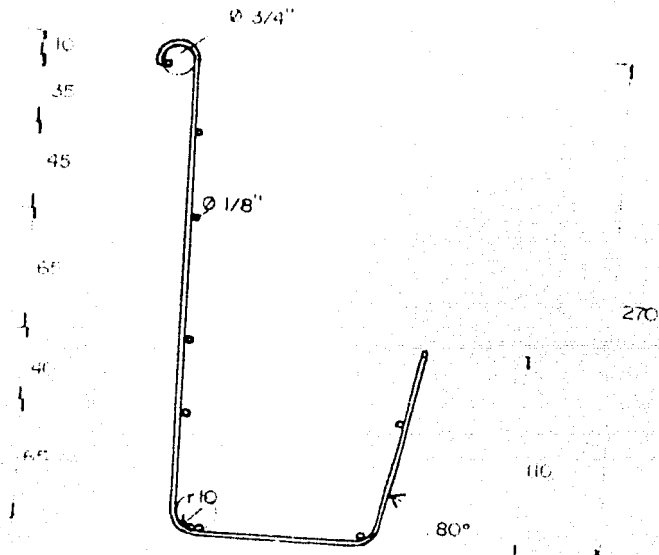
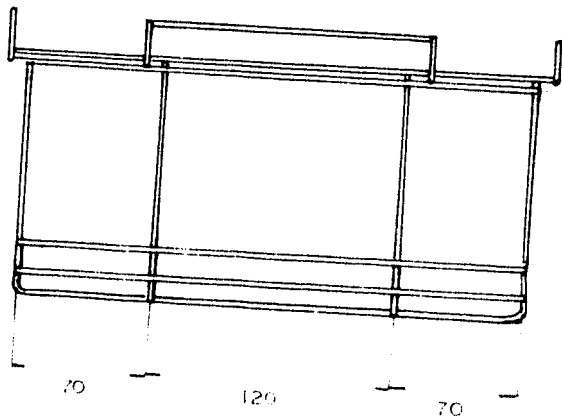
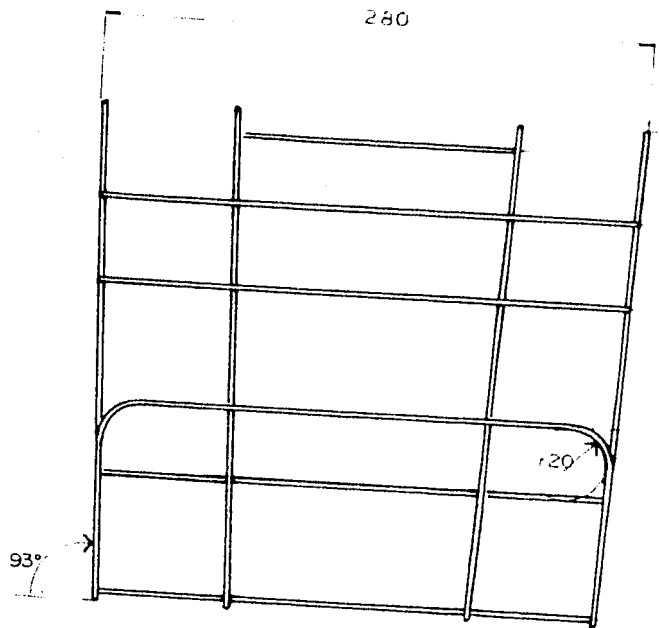


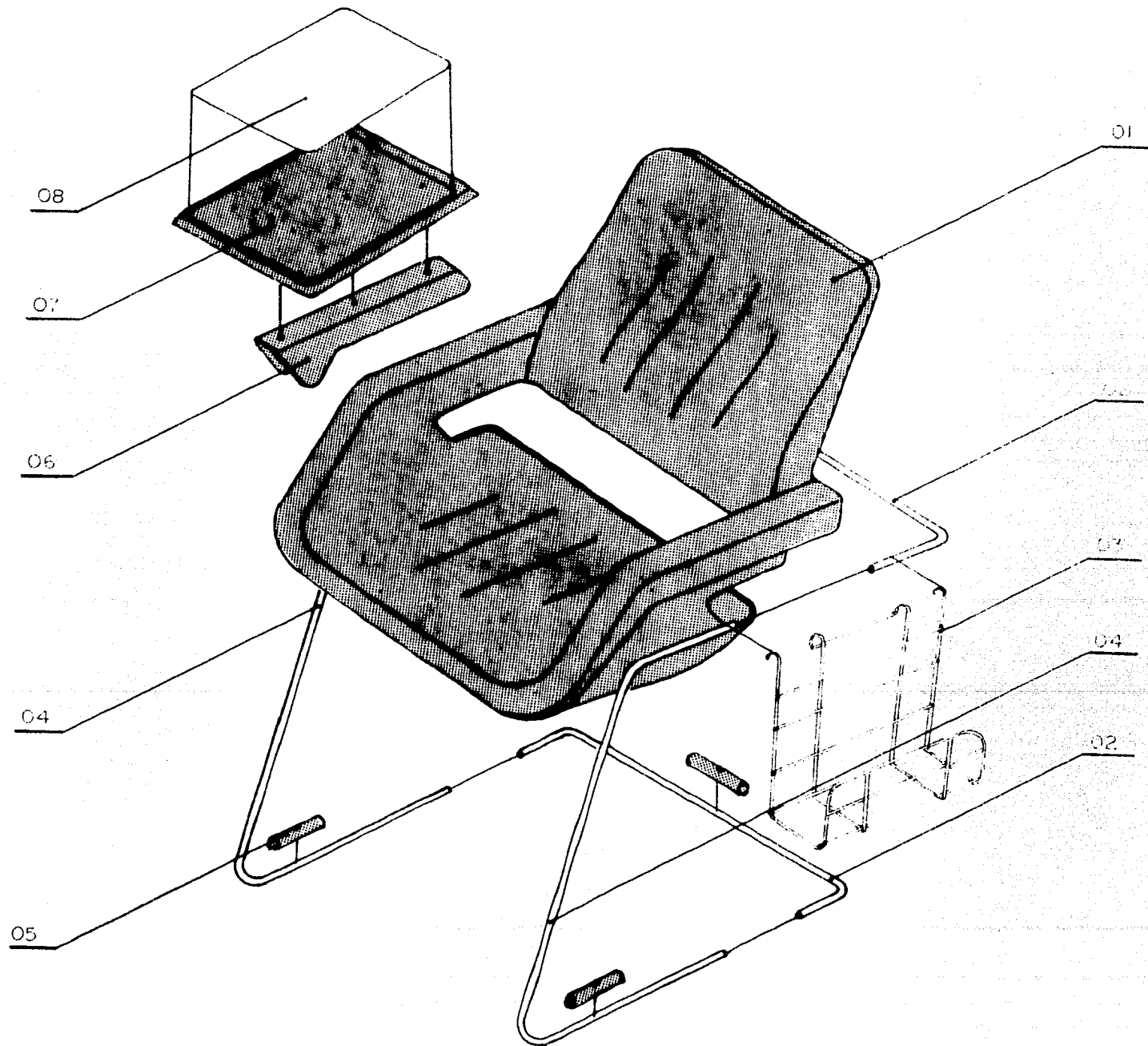


corte da









silla escolar

diseño industrial

patricia knayff

1983

esc 1 10

despiece

11

No.	elemento	pzas.	material	proceso
01	silla	1	polietileno alta densidad	inyección (espuma estructural)
02	posterior de estructura	2	tubo acero 1010 Ø 3/4" cal. 14	doblado, troquelado soldado y esmaltado
03	portalibros	1	alambre fierro pulido cal. 8	doblado, soldado y esmaltado
04	lateral de estructura	2	tubo acero 1010 Ø 3/4" cal. 14	doblado, troquelado soldado y esmaltado
05	regatón	3	manguera PVC	comercial
06	soporte	1	polietileno a.d.	inyección (espuma estructural)
07	paleta	1	"	"
08	cubierta	1	laminado plástico	comercial Formica no. 925





bibliografía

1. Birren, Faver. Color and human response. N. York. 1978.
2. Bradfor and Prete. Chair: the complete state of art. 1977.
3. Comas, Juan. Antropología física en México. 1943.
4. Croncy, John. Antropometría. Gustavo Gili. 1978.
5. Esteve, Rafael. Rehabilitación en ortopedia y traumatología. 1967.
6. García Olvera, Héctor. Presencia física del hombre en los objetos habitables. UNAM. 1980.
7. Gardner, E., Gray D., O'Rahilly. Anatomía. Salvat. 1978.
8. Gardner, Osburn. Anatomía humana. 1975.
9. Grandjean. Sitting posture. 1969.
10. Giovanni, Molteni. Ottagono no. 33: anatomia e fisiologia della postura assisa. 1974.
11. Murrell, K. F. H. Ergonomics: man in his working environment. 1971.
12. McCormick, Ernest. Ergonomía. 1976.

13. Mink, W. Inyección de plásticos. Gustavo Gili. 1975.
14. Panero, Julius; Zelnik, Martin. Human dimension and interior space. Whitney. 1979.
15. Reyes, Humberto. Espumas plásticas estructurales. Diana. 1978
16. Simón Sol, Gabriel. tesis profesional: Mobiliario escolar básico
17. Society of the plastic Industry Inc. Structural foam.