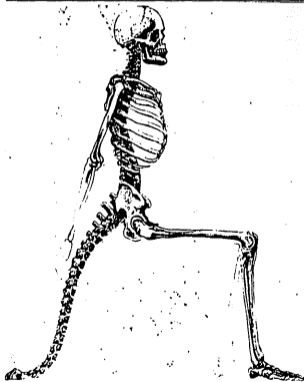


00169

1
fej

Ivens de Jesus da Fontoura



**DISEÑO DE DOS APARATOS
PARA MEDICIONES HUMANAS EN LA
POSICION SENTADA**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE
MDI - MAESTRO EN DISEÑO INDUSTRIAL
AREA DE ERGONOMIA

00169
1985

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

México
UNAM ■ Diseño Industrial
1985



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 está 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.

Layout de la portada y diagramación del autor.
Portada: dibujo* de Roger Dean (Ashford, 1944).
Serigrafía: Sergio Díaz Benitez.

*dibujo para el album denominado "Walking
Circles", basado en un dibujo del "sketchbook"
en el Royal College of Art.

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Arquitectura
División de Estudios de Posgrado
Especializaciones y Maestrías en Diseño
Industrial
Ciudad Universitaria
México DF • 04510 • MEXICO

Contenido

Resumen	xi
Summary	xiii
Resumo	xv
INTRODUCCION	1
Referencias bibliográficas	11
Parte A: INVESTIGACION	
LA NECESIDAD DE MEDIR	15
Cánones	16
- cánones egipcios	17
- cánones griegos	18
- cánones romanos	20
- cánones de la Edad Media	21
- cánones en el Renacimiento	22
- cánones posrenacentistas	26
- estudios de Kaare Klint	32
- cánones orientales	33
- cánones en la América precolombina	34
Advenimiento de la fotografía	37
- la figura humana en movimiento por Eadweard Muybridge	37
- fusil fotográfico de Marey	38
- fotografía estroboscópica	41
Módulos y tablas de medición	42
- el Modulor - Le Corbusier	44
- Neufert, manual para arquitectos	47
- Dreyfuss	48
- Humanscale	49
- Woodson	50
- Van Cott & Kindale	50
- Panero	51
Referencias bibliográficas	54
COMENTARIOS SOBRE ESTUDIOS DE LA	

POSICION SENTADA	57
Elementos de biomecánica articular	59
- crecimiento y formación de los huesos	61
- articulaciones	64
- palancas corporales	66
Nociones de fisiología muscular y nerviosa	68
Datos antropométricos	71
- somatología y somatometría	73
- principales puntos somatométricos	76
Estudio de posturas	81
Referencias bibliográficas	87

PROPOSITO DEL TRABAJO	91
-----------------------	----

Parte B: SISTEMA ANTROPOMETRICO
 PARA MEDICIONES ESTATICAS DEL
 HOMBRE EN LA POSICION SENTADA Y EN
 PIE

Antecedentes	101
- aparatos ajustables	105
- silla ajustable argentina	106
Análisis de la silla antropométrica tradicional	107
Alternativas	108
Descripción del proyecto	111
- estructura	112
- columna vertical	114
- tubo horizontal	115
- accesorios	115
- acabados	115
- planos	116
Modo de utilización	121
- posición sentada	121

- posición de pie	123
Reporte de construcción de maqueta	124
Reporte de construcción de prototipo	125
Evaluación	128
Referencias bibliográficas	130

Parte C: APARATO PARA VERIFICACION
DE DISTINTOS NIVELES DE CONFORT EN
LA POSICION SENTADA

Antecedentes	135
Análisis del problema de la evaluación de los niveles de confort	140
Alternativas	146
Descripción del proyecto	147
- estructura	147
- asiento móvil	148
- respaldo móvil	149
- comando	150
- movimientos	151
- lectura de datos	151
- acabados	151
- planos	151
Modo de utilización	156
Reporte de construcción de prototipo y evaluación	156
Referencias bibliográficas	157
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	163
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	167
Agradecimientos	175

proporción humana, desde las primeras civilizaciones hasta los estudios del siglo XX; sobre el advenimiento de la fotograffa como medio auxiliar en el registro de posiciones estáticas y dinámicas del hombre, así como, sobre las tablas y dibujos de muñecos antropométricos más conocidos en el medio académico y profesional. En el área del conocimiento del cuerpo humano, un abordaje sobre la biomecánica articular, fisiología muscular y nerviosa, datos antropométricos y un breve estudio de posturas. La segunda parte presenta el SISTEMA ANTROPOMETRICO PARA MEDICIONES ESTATICAS DEL HOMBRE EN LA POSICION SENTADA Y EN PIE, constituyendose de antecedentes, análisis de la silla antropométrica tradicional, las respectivas alternativas, descripción del proyecto, reporte de construcción de maqueta y prototipo, como también, su evaluación. En la tercera, se presenta el APARATO PARA VERIFICACION DE DISTINTOS NIVELES DE CONFORT EN LA POSICION SENTADA, con posibles aportaciones para la goniometría humana, por medio de antecedentes, análisis del problema de la evaluación de los niveles de confort, alternativas, descripción del proyecto, reporte de construcción de prototipo y su evaluación. Por último, presenta conclusiones y recomendaciones, así como, las referencias bibliográficas.

DISEÑO DE DOS APARATOS PARA MEDICIONES HUMANAS EN LA POSICIÓN SENTADA, es el resultado de una investigación sobre la necesidad de hacer en América Latina, instrumentos y equipos para auxiliar en los trabajos científicos del diseño industrial, específicamente, en el área ergonómica, frente a la actual situación que se caracteriza por la costosa importación extranjera. Su objetivo principal es aportar algunos subsidios para que se inicie la construcción de laboratorios ergonómicos en las escuelas de diseño latinoamericanas, y suplir las necesidades de los investigadores para que puedan desarrollar mejor su trabajo y devolver a la comunidad científica los datos de mediciones correspondientes a las diversas poblaciones, para el uso adecuado en el medio del diseño industrial y profesiones afines. Los dos aparatos fueron diseñados durante la permanencia del autor en México, en ocasión del curso de maestría en diseño industrial, área de ergonomía, en la Facultad de Arquitectura de la UNAM. La presentación de este trabajo constituye de cuatro partes. La primera, presenta informaciones sobre la necesidad de medir, en particular, el ser humano; comentarios sobre estudios de la posición sentada y un análisis socioeconómico del problema. Sobre el acto de medir, se presenta una revisión bibliográfica de los cánones de

first of the two apparatus, which is called Anthropometric System for Static Human Dimensions. This included the analysis of existing alternatives, description of the development of the System, as well as the construction of the prototype and its evaluation. In the third part, the other piece of equipment is presented. This one was devised to check levels of comfort in seated position for different seat design and it is also intended to assist in certain goniometric studies. In this chapter, examples of different seat simulators are shown and commented. The alternatives developed before arriving to the final solution, the functional description of the apparatus, as well as the construction report of prototype and its evaluation are presented. Finally, the conclusions of the whole investigation, recommendations for further studies, and the general bibliographic references form the fourth chapter.

Summary

As a result of a research about the need of having ergonomic equipment in the Industrial Design Careers in Latin American, two apparatus for human dimensions in seat position were developed. This is an important issue due to the economic difficulties in importing such equipment for the design institutions. The study has also the objective of contributing to the creation or improvement of the research facilities in the area of ergonomics at the Industrial Design Schools, in order to allow researchers to develop studies specifically in ergonomics for design. The two pieces of equipment were designed as a major project for the fulfilment of the Master of Industrial Design Course at the Universidad Nacional Autónoma de México. The study is divided in four parts basically. The first one presents the need of measuring human dimensions; remarks about the seated position; and an analysis of the socioeconomic problems involved. About the need of measuring, a description of the different human proportion models from the first civilizations up to the anthropometric studies carried out in the 20th Century is presented, including those made with photographic technics, as well as the widely used anthropometric manikins. It is also reviewed some studies about biomechanics of joints, bones and muscles; human position. The second part of this work shows in detail the

civilizações até recentes estudos do século XX; sobre o surgimento da fotografia como meio auxiliar para o registro das posições estáticas e dinâmicas do homem, assim como, sobre as tabelas e desenhos de bonecos antropométricos mais conhecidos no ambiente acadêmico e profissional. Na área de conhecimento do corpo humano, uma abordagem sobre a bio-mecânica articular, fisiologia muscular e nervosa, dados antropométricos e um estudo sobre posturas. A segunda parte apresenta o SISTEMA ANTROPOMÉTRICO PARA MEDIÇÕES ESTÁTICAS DO HOMEM NA POSIÇÃO SENTADA E EM PE, constituindo-se de antecedentes, análise da cadeira antropométrica tradicional, as respectivas alternativas, descrição do projeto, relatório da construção da maquete e prototipo, assim como, sua avaliação. Na terceira, se apresenta o APARELHO PARA VERIFICAÇÃO DE DISTINTOS NIVEIS DE CONFORTO NA POSIÇÃO SENTADA, com possíveis aportações para a goniometria humana, por meio de seus antecedentes, análise do problema da avaliação dos níveis de conforto, alternativas, descrição do projeto, relatório de construção do prototipo e respectiva avaliação. Finalmente, apresenta conclusões e recomendações, além das referências bibliográficas.

DESENHO DE DOIS APARELHOS PARA MEDIÇÕES HUMANAS EM POSIÇÃO SENTADA, é o resultado de uma pesquisa sobre a necessidade de se construir na América Latina, instrumentos e equipamentos para auxiliar em trabalhos científicos relacionados ao desenho industrial, especificamente, na área ergonômica, diante da atual situação caracterizada pela honerosa importação estrangeira. Seu objetivo principal é fornecer alguns subsídios para que se comece a instalação de laboratórios de ergonomia nas escolas de desenho latino-americanas, e suprir as necessidades dos pesquisadores para que possam desenvolver melhor o seu trabalho e devolver à comunidade científica os dados das medições correspondentes às diversas populações, para o uso adequado no meio do desenho industrial e profissões afins. Os dois aparelhos foram desenhados durante a permanência do autor no México, por ocasião do curso de mestrado em desenho industrial, área de ergonomia, na Faculdade de Arquitetura da UNAM. A apresentação deste trabalho se constitui de quatro partes. A primeira, apresenta informações sobre a necessidade de medir, em particular, o ser humano; alguns comentários sobre estudos da posição sentada e uma análise socio-econômica do problema. Quanto ao ato de medir, se apresenta uma revisão bibliográfica dos cânones de proporção humana, desde as primeiras

Introducción

Durante el largo período de actividad profesional, incluyendo la fase de estudiante y los casi veinte años de actuación como profesor en escuelas de arte y de diseño, se llegó a pensar y expresar que todo diseñador desde el momento de su decisión por esta profesión soñaba un día diseñar un automóvil. Esta inquietud surgió a partir de conocer la evidente fascinación de los diseñadores por la expresiva presencia de la industria automotriz en la vida contemporánea. En esta teoría y como realización personal, de la misma manera que un escritor gustaría de llegar al nivel de Gabriel García Márquez o un pintor al de Picasso, un diseñador se realizaría en alcanzar la fama de Pininfarina o la riqueza de Enzo Ferrari. Sin embargo, esto está ubicado en la categoría de los sueños y de la imaginación, aunque muchos profesionales sigan alimentando sus esperanzas y satisfaciéndose con la lectura de innumerables revistas extranjeras.

Otra actividad típica del diseño con amplio conocimiento y divulgación es la del mobiliario, en particular, de la silla. Otra vez, la inquietud relacionada a los grandes nombres apunta la incansable persecución de los diseñadores en un día poder firmar una silla y recibir la consagración como la de William Morris del Arts and

Crafts; Charles Rennie Mackintosh, Richard Riemerschmid y Victor Horta del Art Nouveau; Gerrit Thomas Rietveld del Art Deco; Marcel Breuer, Mart Stam, Ludwig Mies van der Rohe, Le Corbusier, Alvar Aalto y Charles Eames del Movimiento Modernista; o aún, Eero Saarinen, Harry Bertola, los diseñadores pertenecientes a la Società di Ergonomia Applicata de Milán, Italia, y Darcy Robert Bonner Jr. de Dallas, Texas, USA. Aunque en consonancia con los las escuelas relevantes como Bauhaus, Vchutemas, Harvard y Chicago, Ulm o las tendencias actuales del diseño, aún se relaciona el diseño con cuestiones puramente formales y de orden estético, se han visto la cantidad de modelos disponibles en el mercado, los innumerables proyectos en desarrollo en los despachos de diseño, y lo principal, la marcada presencia del Styling.

En 1976, el American Institute of Architects AIA, Sucursal de San Diego, California, USA, anunció un Concurso Internacional de Diseño de Silla, semejante a los concursos de muebles realizados en 1941 y 1946 por el Museum of Modern Art de Nueva York. Entre los 502 proyectos enviados a la Comisión Organizadora, fueron escogidos nueve finalistas, los cuales recibieron una suma de \$1,500 dólares para que presentaran prototipos. La suma de

B: Esto es agradable.
 E: Eso es muy agradable - Gee, ¿es de madera?
 No.
 F: ¿De que país viene?
 P: Eso vino de Texas. Y eso es de Japón.
 F: Pesa mucho. Levántelo.
 P: Eso solo lo hace caro para transportar.
 Eso es todo.
 C: El diseñador dice en la carta que eso no es el material definitivo porque es muy caro el tener que hacer el molde de policarbonato.
 E: ¿Entonces no sería tan pesado en la realidad?
 P: Bueno, nosotros no sabemos. Es todo metálico. Podría ser de aluminio, supongo. Parece muy comfortable.
 F: Te lastima la espalda.
 E: De todas maneras, se ve bien.
 P: En estos detalles, me gustaría señalar que a nosotros nos toma tres años diseñar una silla. Tú les diste sólo uno, entonces, imagínense que un diseñador profesional de sillas necesita tres años para ajustar detalles y ya no cambiar el diseño. Una cosa como esa puede ser estudiada.
 F: ¿No es divertido como sientes la espalda?
 P: Yo siento como que está inclinada hacia adelante.
 F: Pero siéntate derecho.
 P: Yo no me quiero sentar derecho en

B: This is nice.
 E: That's very nice—Gee, is this wood? No.
 F: What country was this from?
 P: That was from Texas. And this is from Japan.
 F: It weighs a lot. Pick it up.
 P: That just makes it expensive to ship. That's all.
 C: The designer said in the letter that it's not the actual material because it's too expensive to have the polycarbonate molds made.
 E: So it wouldn't be that heavy in actuality?
 P: Well, we don't know. It's all steel. It could be aluminum, I suppose. It doesn't seem too comfortable.
 F: It hits you in the back.
 E: It's nice-looking, though.
 P: On these little things, I would like to point out that it takes us three years to design a chair. You gave these people one, so, just bear in mind that it takes professional chair designers three years to get things like that adjusted without changing the design. A thing like that tipiness can be adjusted.
 F: Isn't it funny how you feel through the back?
 P: I'm slumped forward now.
 F: But sit up straight.
 P: I don't want to sit up straight in this chair.
 W: The seductive part is not when you're sitting in it but when it's closed.
 F: That's what seduced us.
 B: This is more like a toy, a play thing, than a serious chair.
 P: That's what people said about Bucky Fuller's first dome: "This isn't serious—you can't really build anything that way." It's weird. I feel like a spaceman.



E: And you're supposed to carry this with you as you're going off hiking? Or walking? Wouldn't it be better just to sit on the ground?
 P: Well, sit on it—for heaven's sakes. Oh, I see, it's got all kinds of adjustments.
 F: Look at all the springs.
 E: Amazing.
 B: Wonderful—wonderful.
 F: It's like sculpture—it's very beautiful.

\$30,000 dólares fue distribuida entre cuatro diseños: Mike Lance, San Antonio, Texas, USA; Motomi Kawakami, Tokio, Japón; Ralph Henninger, Scottsdale, Arizona, USA; y Darcy Robert Bonner Jr., Dallas, Texas, USA; con diez, diez, cinco y cinco mil dólares, respectivamente. (1) Un examen detallado en la mayoría expresiva de los proyectos presentados, permitió concluir que lo estético predominó preponderantemente sobre las pocas soluciones realmente innovadoras, aunque bajo el punto de vista experimental. Parece que la preocupación por una mejor relación entre hombre y silla no fue el principal objetivo de los participantes del concurso. Las propuestas con la finalidad de intentar resolver el problema de sentarse fueron mínimas.

A continuación, el inicio del diálogo ocurrido en mayo de 77, entre miembros del Jurado* y Organizadores del Evento:

- B Cini Boeri*, arquitecta y diseñadora;
 - E Sherman R. Emery*, editor del Interior Design Magazine;
 - F Mildred Friedman*, coordinadora y editora del Design Quartely;
 - P Warren Platner*, arquitecto y diseñador;
 - C Walter Collins, observador no votante y director del concurso;
 - W Richard Saul Wurman, observador no votante.
-

-
- esta silla.
- W: La parte seductiva no es cuando tu estás sentado sino cuando está plegada.
- F: Eso fue lo que nos sedujo.
- B: Esto se parece a un juguete, algo para jugar, más que una silla sería.
- P: Eso fue lo que la gente dijo del primer domo de Bucky Fuller: "Esto no es serio, tu no puedes realmente construir de esa manera". Es raro. Me siento como un astronauta.
- E: ¿Y se supone que tú debes cargar esto mientras estás paseando? ¿O caminando? ¿O sería mejor tan solo sentarse en el suelo?
- P: Bueno, siéntate - por amor de Dios-. Ah, ya veo, tiene todo tipo de ajustes.
- F: Ve todos los resortes.
- E: Asombroso.
- B: Maravilloso - maravilloso -.
- F: Es como escultura - es muy hermoso.
... (2)

El diálogo sigue con comentarios más profundos al respecto de los nueve finalistas, sin embargo, sin referencias significativas sobre la ergonomía de la posición sentada, concentrándose con mucho más énfasis en asuntos relativos a materiales, configuración y detalles constructivos. Esto viene a confirmar que diseñadores y miembros de este jurado se fijaron plenamente en la configuración, lo que no es del todo malo, pero que llama la

atención de quién está preocupado con la mejor relación del hombre y los objetos de diseño y su entorno vivencial.

El gran peligro es que la ergonomía también en el campo profesional haga el mismo papel que, lamentablemente, desempeña en muchas escuelas de diseño, o sea, presta una de sus partes, la antropometría, en general por medio de un simpático muñeco como representante de todo el complejo conjunto. Esta es la razón por la cual este trabajo intenta ser un poco más amplio en relación a la fundamentación teórica de los dos aparatos que se presentan a continuación. Constituido de cuatro partes distintas: introductoria; sistema antropométrico para mediciones estáticas del hombre en la posición sentada y en pie; un aparato ajustable para verificar distintos niveles de confort en la posición sentada, con posibilidades de colaborar con la goniometría humana y conclusión.

En México, durante un período de un año, el autor trabajó en la Gerencia de Ingeniería de Diseño de DINA - Diesel Nacional S.A., colaborando con algunas aportaciones ergonómicas en el rediseño del autobús foráneo Dina-300 y en el diseño del autobús urbano Orión, donde se pudo constatar la falta de datos sobre ergonomía apropiada al mexicano, pues una de las pocas investigaciones

hechas en este sentido, y en particular para el diseño automotriz, fue la del diseñador industrial David Sánchez Monroy, sobre los conductores de autobuses de la empresa Ruta 100, cuyos datos están siendo utilizados también para determinar los espacios y fundamentar los diseños del interior de los vehículos de transporte colectivo de DINA y MASA - Mexicana de Autobuses SA, hoy pertenecientes al grupo DINA, sin contar otras áreas distintas a la automotriz.

Otra verificación de campo sobre la falta de información recolectada a nivel nacional o en una determinada área de actuación por parte del diseñador, fue con ocasión de la participación del autor como profesor de las materias Ergonomía I y Ergonomía II, en la carrera de Diseño Industrial de la UADI - Unidad Académica de Diseño Industrial de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional Autónoma de México. Los alumnos reclaman datos de los mexicanos sobre las más variadas posibilidades de aplicación de la ergonomía, cuyos principales ejemplos son en la industria de muebles, utensilios para baño y muchos otros, sin contar lo referente a las áreas de la salud, alimentación, educación, transporte, etc., delante de la multidisciplinariedad del diseño industrial.

Estas dos experiencias llevaron a reflejar sobre el proyecto que se empezó a desarrollar a partir del inicio del curso de Maestría en Diseño Industrial, área de Ergonomía, a principios del 83, un Manual Ergonómico para Diseño de Unidades de Transporte Colectivo. Esta investigación estaba avanzada, cuando se constató que en realidad faltaban bienes de capital apropiados a la investigación ergonómica hechos en el propio país y demás naciones latinoamericanas. Producir instrumentos y aparatos para investigación con menor costo que los importados y en mayor cantidad para proveer las necesidades de los países en vías de desarrollo. Generar las propias investigaciones y dotar a los diseñadores y profesionales de áreas afines con datos coherentes a su realidad. Esta nueva investigación se antecedió en importancia al Manual Ergonómico que acabaría en una recopilación de datos, probablemente, extranjeros. La reciente inquietud fue verificada por medio de diálogos y entrevistas con los compañeros de DINA, de la UADI y del Posgrado en Diseño Industrial, con maestros e investigadores de distintas áreas, concordando con la presente propuesta.

Los dos aparatos en cuestión, empezaron a ser desarrollados en las materias de la Maestría en Diseño Industrial de la UNAM, respectivamente, Antropometría y

Análisis Dimensional, impartida por el Dr. Luis Alberto Vargas Guadarrama y Técnicas de Experimentación y Simuladores, leccionada por el MDI David Sánchez Monroy; y su teoría fue verificada por medio de varias exposiciones verbales, seminarios, publicaciones y exposiciones, citadas en el final de la presentación de cada aparato.

En la primera parte (A), se hizo un breve abordaje sobre las distintas formas de medición del hombre, sobre algunos aspectos relacionados con el cuerpo humano y aspectos socioeconómicos relativos al proyecto, construcción y probable industrialización de los referidos aparatos. En el capítulo denominado La Necesidad de Medir, se presentan las tres más importantes herramientas en cuanto a la actividad de mensurar al ser humano, por medio de una revisión histórica esquemática de los cánones de la proporción humana desde las primeras civilizaciones hasta estudios del presente siglo; el advenimiento de la fotografa como medio auxiliar en el registro tanto de la posición estática como de posiciones dinámicas, principalmente de la complejidad de movimientos generados por el hombre; y las tablas antropométricas como resultado de las más expresivas y conocidas investigaciones que se hicieron al

respecto. En el capítulo Comentarios sobre estudios de la posición sentada se refiere a los aspectos de una biomecánica articular, nociones de fisiología muscular y nerviosa, algunos datos antropométricos y un breve estudio de las posturas humanas, principalmente, en la posición sentada.

En la segunda parte (B), se presenta el SISTEMA ANTROPOMETRICO PARA MEDICIONES ESTATICAS DEL HOMBRE EN LA POSICION SENTADA Y EN PIE, constituyéndose por antecedentes, análisis de la silla antropométrica tradicional, alternativas, descripción del proyecto, reporte de construcción de maqueta y prototipo, así como, su evaluación.

En la tercera parte (C), se presenta el APARATO PARA VERIFICACION DE DISTINTOS NIVELES DE CONFORT EN LA POSICION SENTADA, con aportaciones para la goniometría humana, por medio de los antecedentes, análisis del problema de la evaluación de los niveles de confort, alternativas, descripción del proyecto, reporte de construcción de prototipo y evaluación. Por último, la parte (D) con las conclusiones.

Con este trabajo se pretende poder colaborar en dos puntos principales: aportar algunos subsidios para que se inicie la construcción de laboratorios ergonómicos en las diversas escuelas de diseño en América Latina, y, suplir las

necesidades de los investigadores para que se alcance en el plazo más rápido posible, los datos correspondientes a las mediciones de estas poblaciones, para el uso adecuado por parte de los diseñadores y profesionales de las áreas afines, como de la antropología, de la arquitectura, medicina, ingeniería industrial, etc. Por último, ayudar a esclarecer a aquellos que aún mantienen el sueño de un día diseñar un coche o poder firmar una silla.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. PRETE, Barbara, ed. Chair; the current state of the art, with the who, the why, and the what of it. New York, Thomas Y. Crowell, 1978. p.103-126.
2. _____. _____. p.125-126.

A

La necesidad de medir

El acto de medir es una necesidad constante y observable en casi todas las tareas humanas. Esta actividad tuvo inicio básicamente por medio de comparaciones aparentemente sencillas, utilizando como patrones, partes del cuerpo humano o equipos básicos de uso popular. Entre las varias partes del cuerpo humano usadas como patrón de medida destácanse el largo del pie, el ancho de la mano, la distancia del codo a la punta del dedo mediano, la pulgada y la braza. Muchas de estas formas establecidas hace tanto tiempo están vigentes hasta hoy, cuyos principales ejemplos son el "pie" y la "pulgada". Aunque establecido el Sistema Métrico Decimal y adoptado internacionalmente, una cantidad considerable de los diversos sectores de actividad humana, o aún, muchos países usan también otros sistemas de origen más antiguos. Todavía es común decir que tal cosa tiene la altura de un hombre, su longitud es de tantos codos o tantas brazas, tiene tantos pies de anchura o tantos palmos de circunferencia. Hoy mismo, algunas poblaciones de la provincia manejan estas formas de medidas y de comunicación. En consecuencia de estos hechos, surge la necesidad de las molestas conversiones cuyos índices de precisión dejan a desear, pues sus submúltiplos traen resultados bastante fragmentados.

A seguir, la comparación de los sistemas

Sistema Métrico Inglés	Sistema Métrico Decimal
------------------------	-------------------------

1 pie	= 30.48 cm
1 pulgada	= 2.54 cm

La medida del "pie", por ejemplo, no representa su longitud, pues así se trataría de un miembro de una raza de gigantes, pero la medida de energía ejercida por un hombre subiendo una escalera vertical; trátase también de un valor subjetivo, pues hay que considerar la variedad morfológica y la capacidad física de los hombres. Dice la leyenda, que una de las varias medidas del pie se tomó como patrón del tamaño del pie de la escultura ecuestre de Carlo Magno en Francia, muy diferente del sistema anglo-sajón.

CANONES

El proceso de la medición del propio hombre siguió un ritmo evolutivo semejante. Por un lado, han procedido la subdivisión simple del cuerpo, algunas veces, geométricas y en fracciones muy pequeñas. Por otro, han aplicado una antropometría comparativa tomando como patrón modular una parte del cuerpo. Estas últimas manifestaciones forman verdaderos sistemas de medidas proporcionales denominados "cánones". Los cánones son sistemas organizados a partir de una medida previamente establecida, por medio de la cual se miden las otras partes del cuerpo humano, determinando

de esta manera las relaciones proporcionales que guardan entre sí, como también, con el conjunto de partes. Estos cánones, primeras manifestaciones para conocer y utilizar las proporciones humanas, son testimonios de la preocupación de conocer las medidas del cuerpo humano. Sin embargo, estas manifestaciones se desarrollaron con el principal objetivo de la representación y la expresión plástica de cada época. Aún así, vale la pena un breve examen de este proceso evolutivo.

CANONES EGIPCIOS

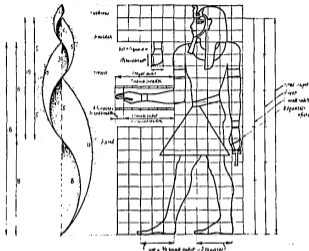
Aproximadamente, 3.000 años antes de Cristo, los egipcios ya adoptaban rígidos cánones de proporciones humanas, respetando naturalmente las leyes "dúlica" y de la "frontalidad" en sus representaciones artísticas: Básicamente, ellos dividían el cuerpo humano en 16, 19, $21\frac{1}{2}$, 22 y 23 partes iguales entre sí. Cuando era dividido por 19 partes iguales, la cabeza corresponde a $3\frac{1}{2}$. Pero, la unidad de medida era común a todos los cánones, el largo del dedo mayor o del pulgar; ambos eran considerados con el mismo tamaño. Al transcurso de las varias



Figuras humanas en la tumba de Menofré, en Sakkara, Egipto.

dinastías, estos cánones sufrieron significantes modificaciones en función de los valores sociales y culturales de cada una de ellas, inclusive en función de su ascenso, apogeo y decadencia. Al principio, por vuelta de la V Dinastía, unas pequeñas figuras dibujadas a sanguina parecen indicar algunas líneas y puntos básicos en la construcción de las mismas, como probables guías para el estudio de las proporciones; a partir de la XVIII Dinastía, el canon adquiere una mayor elegancia, principalmente, en relación a nuevas modulaciones. (3)

Medidas y proporciones egipcias. En este canon, cada cuadrado de módulo es igual a la medida de un puño, correspondiendo a un tercio del pie.



CANONES GRIEGOS

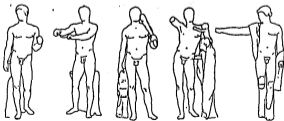
Los griegos, como en otras muchas actividades, recibieron relativa influencia de los egipcios, principalmente, por medio de historiadores y escritores que tomaron contacto con la civilización del Nilo. No obstante, desarrollaron de forma integrada su propia evolución en distintas ramas del conocimiento humano, propiciando un gran dominio de las proporciones y expresión plástica.

En esta época, "toda la investigación cultural y científica griega acentuaba su interés por el hombre, por lo que el problema antropológico prevaecía sobre el cosmológico, y la unidad del saber no era buscada en la unidad de la naturaleza, sino en la del hombre. La unidad de estructura y visión, de esencia y de apariencia, es el resultado más evidente". (4) En el clasicismo helénico, "la creación y adopción de cánones lógicos les permitió llegar seguramente a un depurado tipo ideal de forma y proporciones humanas, para representar dignamente dioses y hombres, concordantes con su sentido de vida, su filosofía y su estética". (5) Al contrario de los egipcios, los griegos tomaron como medida patrón la cabeza, presentando las siguientes correspondencias:

Egipto - DEDOS	CABEZAS - Grecia
19	7
21	7½
23	8

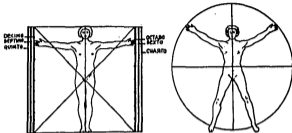
Sin embargo, la mayoría de sus obras de arte, específicamente las esculturas, están diseñadas en una proporción que satisface el cánón de 7½ cabezas.

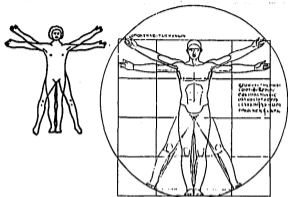
Dibujos de esculturas de Policleto, Lisipo, Escopas, Praxíteles y Alcámenes de Lemos.



CANONES ROMANOS

La repetición y la secuencia de la cultura griega en el arte romano, también se verifica en el ámbito de las proporciones humanas. Esta manifestación tiene la causa, en la cantidad de artistas y arquitectos griegos que se trasladaron a Roma, motivados por el desarrollo de la cultura romana, si bien expresada con algunas características peculiares de la nueva era. Los cánones romanos, básicamente, se apoyan en los estudios de Vitruvio, arquitecto romano que vivió de 85 a 26 antes de Cristo. Según Vitruvio, autor del conocido Tratado de Arquitectura, sobre las cinco órdenes clásicas y otras obras sobre arquitectura y proporciones, el cuerpo humano está dividido en ocho partes iguales a la medida de la cabeza, que a su vez, es dividida en cinco partes iguales. Por otro lado, la mano mide igual que la cara, o sea, $\frac{4}{5}$ de la medida de la cabeza, o también, el dedo mayor mide la mitad de la mano. Otras relaciones pueden ser establecidas a partir del canon de ocho cabezas de Vitruvio, como por ejemplo, que la distancia del vértice de la cabeza a las tetillas, corresponde a $\frac{1}{4}$ de la altura total; lo mismo que de las tetillas al pubis o el ancho del pecho. Cuatro dedos miden un palmo y cuatro palmos miden igual a un pie. (6) Fue Vitruvio, quien por primera vez





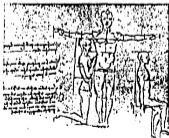
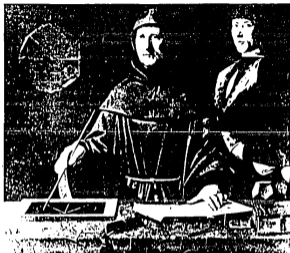
inscribió en un cuadrado, el hombre con los pies juntos y los brazos horizontalmente en cruz: las diagonales del cuadrado se cruzan en el centro geométrico correspondiendo al pubis. La misma figura, la inscribió en una circunferencia, pero con los pies ligeramente apartados y los brazos un poco más alto que la horizontal: los diámetros normales se cruzan en el centro de la circunferencia correspondiendo al ombligo.

El canon de Vitruvio, siglos más tarde, es recreado por Leonardo da Vinci durante el Renacimiento italiano, y en 1857, en Londres, es reconsiderado con una nueva versión por John Gibson y J. Bonomi. (7)

Dibujos de la versión original de Marcus Vitruvio Pollio y versión de Gibson y Bonomi.

CANONES DE LA EDAD MEDIA

En este período, aún se verifica la presencia intensa de los cánones greco-romanos, aunque sometidos a una relativa carga de misticismo y religiosidad, principalmente, en el arte románico y en el gótico de varias regiones de Europa. Un ejemplo de estudios de las proporciones humanas de



naturaleza, entre la escala humana y la escala del mundo. Otra vez, el hombre es el elemento central. Los cánones son relaciones dinámicas y mediciones proporcionales, los cuales demuestran la intensidad sobre la relación de las partes con el todo y sobre las proporciones de las partes y su conmensuración espacial. El cuerpo humano era el módulo objeto de toda la estructura.

El Renacimiento italiano fue enriquecido por las obras de Leonardo da Vinci (1452-1519), responsable de una gran cantidad de investigación en distintos campos del conocimiento. Este maestro renacentista realizó con Fray Luca Paccioli, estudios de álgebra, ilustrando su tratado de matemáticas "La Divina Proporción" sobre la sección áurea y publicada en 1509. En el área de la anatomía comparada, estudiando el hombre y distintas especies de animales. Su "Tratado de Anatomía" reúne importantes estudios sobre el cuerpo humano y sus proporciones, siendo uno de los primeros en enseñar la relación del

Frá Luca Paccioli, autor de la Divina Proporción, junto a un estudiante.

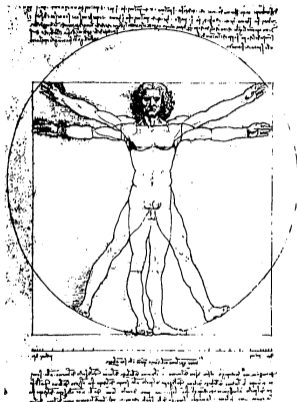
Estudios comparativos de posiciones humanas atribuidos a Leonardo da Vinci.

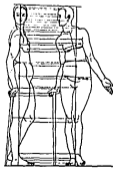
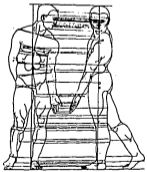
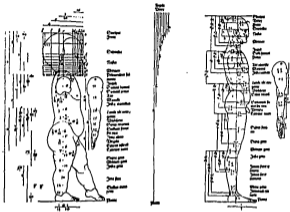
hombre en las posiciones en pie, sentado y de rodillas. (9)

Sobre su estudio de las buenas proporciones, resumió con las siguientes palabras: "... toda parte está dispuesta para unir con el todo, pero ese puede por esta razón huir de su incompleto". (10) El estudio dinámico de Leonardo sobre las proporciones culminó con la revisión de las dos figuras de Vitruvio, enriquecida por la superposición comparativa y con las subdivisiones de la parte superior del cuerpo en cuatro partes iguales, lo mismo que en la cabeza también en cuatro, de las cuales, tres son la medida de la cara.

Canon de Leonardo da Vinci.

En Alemania, el Renacimiento no toma un rumbo diferente y su máxima expresión en esta área está definida por Albrecht Dürer (1471-1528), otro maestro renacentista tan polivalente como Leonardo, dedicándose a la pintura, grabado, escultura y obras de ingeniería. En su "Tratado de Proporciones Humanas", cuatro severos volúmenes manuscritos y grabados por él mismo, publica innumerables y minuciosos estudios sobre el hombre y la mujer,





aunque independientes uno del otro. Dürer no establece cánones, pero propone una escala armónica para cada caso. En cada caso particular estudia las medidas del cuerpo, en base a un módulo que deduce de la subdivisión geométrica de la altura total de cada tipo. Cada una de éstas partes a su vez, son subdivididas menores y más minuciosas hasta que completa la descripción del cuerpo en cuestión. Sin embargo, aunque estos estudios no establezcan reglas generales, son importantísimos por el método de desarrollo por medio de proyección ortogonal aplicada a la figura humana, posibilitando la representación de mayores movimientos como rotaciones, flexiones, etc. Para él, la geometría sirvió tanto para la composición como para la deformación de la forma, alterando las proporciones de medidas por medio de cuadrículas dibujadas sobre el original. Con esta cuadrícula y, sometida por sucesivos cambios, obtuvo distintas formas con cambios de tipo y carácter. (11)

Estudios de la proporción humana por Dürer, utilizando la escala armónica.

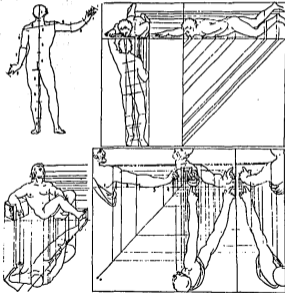
Proyección paralela del cuerpo del hombre y de la mujer.

CANONES POSRENACENTISTAS

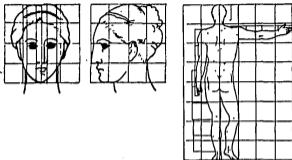
A partir del Renacimiento, los cánones humanos evolucionan a un ritmo normal, pero menos conocidos y con menos adeptos. Sin embargo, una característica se mantiene intacta, o sea, la preocupación constante por la proporción de las personas y la intención de aportar elementos informativos para la representación artística, sin gran preocupación por la medición y sus relaciones métricas. Pablo Tosto se refiere a investigadores como Jean Cousin, Jacques de Wit, Tomas Piroli, Jean-François Bosio, Jean Galvert Salvage, Mathias Duval, Paul Richer, C.H. Stratz y J.C. Topinar. (12)

JEAN COUSIN (1490-1560), pintor, escultor, arquitecto y escritor francés.

- 8 cabezas;
- altura del cuerpo igual a la distancia entre los extremos de los dedos de la mano, o sea, igual a la apertura crucial;
- figuras en proyección ortogonal en dos o más rebatimientos, utilizándose los conocimientos del estudio de Dürer;
- figuras en movimiento.



Canon de Cousin.

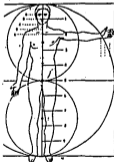


JACQUES DE WIT (1695-1754), pintor holandés.

- 8 cabezas;
- la cara mide $\frac{3}{4}$ de cabeza y el cuerpo mide 10 caras;
- la mano mide igual que la cara y el brazo 4 manos;
- altura del cuerpo igual a la distancia entre los extremos de los dedos de la mano, o sea, 10 manos;
- la mano es igual a 2 dedos medios, por lo tanto, el cuerpo es igual a 20 dedos, manteniendo una semejanza con los cánones egipcios.

Canon de Wit.

TOMAS PIROLI (1750-1824), anatomista y grabador italiano.

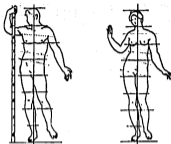


- el cuerpo se divide en 10 parte y cada una de ellas en 3 submódulos;
- la cara es el módulo y mide igual a la mano;
- el cuerpo con los brazos en cruz es inscriptible en un cuadrado y el pubis es el centro de la circunferencia inscrita al cuadrado;
- existen otras dos circunferencias con radios iguales a la mitad de la mayor.

Canon de Piroli.

JEAN-FRANÇOIS BOSIO (1764-1827), pintor de Mónaco.

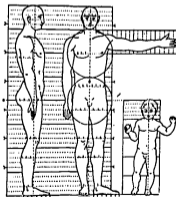
- 8 cabezas;
- uso de líneas convergentes para indicar el movimiento direccional de las figuras;
- presenta figura masculina y femenina.



Canon de Bosio.

JEAN-GALVERT SALVAGE (1771-1850), médico y anatomista francés.

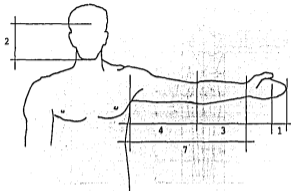
- 8 cabezas;
- el módulo es dividido en cinco partes, de las cuales, cuatro corresponden a la cara e igual a la mano;
- el dedo mediano es igual a dos partes;
- presenta figuras de frente y de perfil, además de un niño de tres años bajo el mismo canon.



Canon de Salvage.

MATHIAS DUVAL (1844-1907), médico, antropólogo y profesor de anatomía.

- 8 cabezas;



- la altura del cuerpo corresponde a 10 manos o 20 dedos medianos e iguales a 6 pies;
 - la distancia del centro del esternón al hombro mide 3 dedos medianos, igual que la distancia entre las tetillas;
 - la clavícula mide igual que la mano y el número igual a 2 manos;
 - el brazo mide 2 manos, o sea, 4 dedos medianos y el antebrazo 3 dedos;
 - presenta Índice braquial*.
- * Índice braquial es la relación de medidas entre el brazo y antebrazo. En el caso del canon de Duval, el índice braquial es igual a 1 dedo, pues el brazo mide 4 dedos medianos y el antebrazo mide 3.

Índice braquial de Duval.

RICHER / STRATZ

Paul Richer (1870-?), médico y dibujante francés. Profesor de anatomía artística de la Escuela de Bellas Artes de París.

C.H. Stratz (1880-?), médico y anatomista del arte alemán.

Tipo heroico de Richer: tipo esbelto, con más o menos 1.80 m de altura.

- 8 cabezas;
- las líneas rectas que unen en cruz

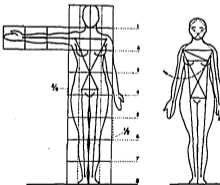
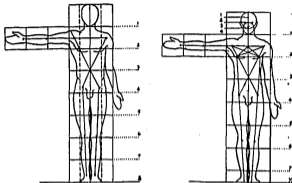
las articulaciones humerales e ilíacas se cruzan en el ombligo pasando por las tetillas;

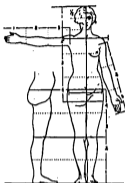
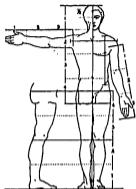
- la distancia del codo al humeral es igual a la de éste hasta la tetilla opuesta;
- la distancia del codo a la muñeca es igual a la de la tetilla al ombligo;
- la longitud de la mano es igual a la distancia del ombligo a la articulación ilíaca;

Tipo mediano de Richer: tipo rechoncho, con más o menos 1.70 m de altura.

- $7\frac{1}{2}$ cabezas;
- las líneas cruzadas son semejantes al tipo anterior;
- la distancia crucial es mayor $\frac{1}{2}$ cabeza que la altura del cuerpo;
- la distancia entre las tetillas es igual a una cabeza;
- la cabeza está dividida en 4 partes iguales, de las cuales, 3 corresponden a la cara;
- los anchos de la cabeza y de la cara son dados por dos circunferencias con diámetros iguales a 2 y 3 partes, respectivamente.

Canon de Richer/Stratz para hombre y mujer, según los tipos heroico y mediano de Richer, respectivamente con ocho y siete y media cabezas. Ambos presentan las divisiones y aplomos.





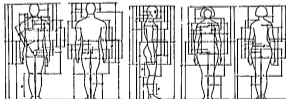
J.C. TOPINAR (1885-?), médico y antropólogo francés.

- $7\frac{1}{2}$ cabezas;
- altura del cuerpo es igual a la apertura crucial;
- el tronco y miembros superiores miden 3 cabezas, miembros inferiores 4 cabezas y la distancia de la rótula a la planta del pie 2 cabezas;
- el ancho del torso mide 2 cabezas;
- presenta las figuras mitad de frente, mitad de espalda, además fragmentos de perfil;
- el tipo humano es de constitución mediana.

Canon de Topinar.

PABLO TOSTO (1897-?), escultor argentino.

- $7\frac{1}{2}$ cabezas;
- construcción de la figura humana según la proporción áurea del número $\phi = 1.618$, según la serie de números de Fibonacci y los estudios de Luca Paccioli;
- presenta figuras de tipo robusto, e índice braquial en proporción áurea.



Canon de Tosto.

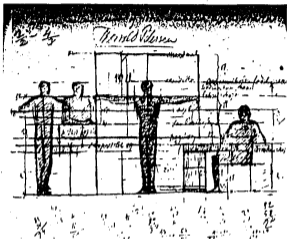
ESTUDIOS DE KAARE KLINT

Los estudios del arquitecto Kaare Klint (1877-1954), sobre el Hospital de Frederik, Copenhagen, Dinamarca, merecen ser mencionados por el hecho de que Klint defiende la idea de que pies y pulgadas se pueden expresar en números integrales. (13)

Klint fue escogido accidentalmente para restaurar el referido hospital, hoy Museo de Arte Decorativo, construido en 1750 por Nicolai Eigtved. Durante el trabajo procuró determinar por proceso científico las dimensiones naturales de la arquitectura y encontrar la forma para armonizarlas. El descubrió que cuando los edificios y muebles son medidos en metros y centímetros es imposible encontrar cualquier sistema coherente dentro de sus proporciones, pero midiendo en pies y pulgadas la búsqueda se vuelve lúcida y simple. Además del trabajo del hospital, procuró siempre investigar sobre la proporción humana y defender la estandarización de los muebles.

Este tema será abordado en el capítulo Módulos y Tablas Antropométricas.

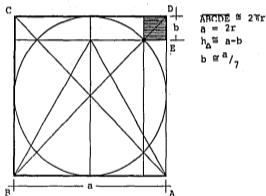
Estudios de Klint para diseño de muebles, 1918.



interior, correspondiendo al pecho, la construcción del pentagrama, símbolo matemático de la divina proporción de Paccioli y de los números de Fibonacci. El canon del Buda del Tibet es sólo un ejemplo, pues estudios semejantes apuntan la presencia de este conocimiento en China, Japón e India.

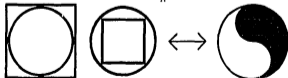
CANONES EN LA AMERICA PRECOLOMBINA

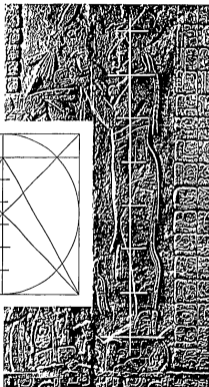
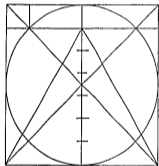
Las diversas civilizaciones de México y Centroamérica, y los Incas al sur, ya conocían las proporciones humanas, variables según cada pueblo, época y nivel cultural. Trabajos artísticos por medio de pinturas, cerámicas y esculturas, son testimonios del profundo conocimiento de las civilizaciones americanas. Los aztecas dominaban un sistema de cómputo denominado nepohualtzintzín, (15) semejante al soroban japonés. Con esta especie de precursor del computador hacían los más variados cálculos y su geometría presenta un sistema gráfico lineal a partir del cuadrado circunscrito a una circunferencia. La intersección de ésta con la diagonal del cuadrado determina un punto, por el



Estructura gráfica del Nepohualtzintzín

Estudio comparativo del Hunab Ku y el Yang-Yin.

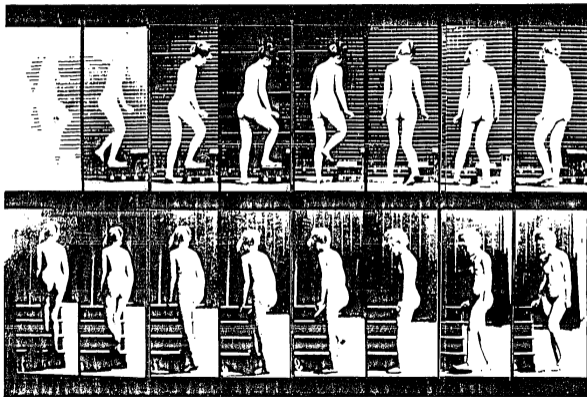




del cuadrado semejante. Restando los lados de ellos, se obtiene la altura del triángulo equilátero del lado a. Estas tres formas componen la tríada geométrica estudiada por Euclides y Pitágoras; después por Klee, Schlemmer y Gropius en la Bauhaus. Uno de los fenómenos proporcionados por esta estructura es que tres lados del cuadrado sumados a uno del pequeño es igual a $2\sqrt{r}$, longitud de la circunferencia, cuyo desarrollo es semejante al de Arquímedes; tres diámetros sumados a $1/7$ del mismo. Supuestamente, fue usada en el trabajo de la construcción de la figura humana.

Los mayas dominaban la misma forma de sabiduría y llegaron a la certeza matemática de que existía una conciencia cósmica, la cual denominaron Hunab Ku, única forma de conseguir la medida y el movimiento. Según Domingo Martínez Paredes, Hun significa Único; Naab, medida; y Ku, dispensador, aquel que da la medida; (16) el Hunab Ku era por lo tanto, el símbolo de la dinámica universal: el todo en uno, igual que el Yang-Yin de la filosofía taoísta.

La gráfica presenta estudios del autor en una figura humana de un detalle del Templo del Sol, Palenque, México, utilizando los conocimientos sobre el Nephualtintzin y Kunab Ku.

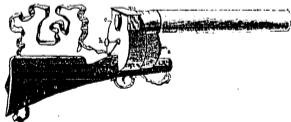


Muybridge, radicado en California, Estados Unidos, desde 1850, desarrolló un proceso científico para obtener una serie de fotografías del caballo en movimiento, aplicando sus equipos a otros animales y al hombre. El proceso se constituía por la aplicación de una batería de 24 cámaras fotográficas en ángulo recto hacia la línea de movimiento, cuyos elementos al fotografiar estaban delante de un fondo blanco muy intenso y todo reticulado, bajo el brillante sol de California. Las cámaras tenían gran apertura en sus diafragmas con mecanismos activados por medio de ligas y resortes, para registrar las placas únicas de alta sensibilidad para exposiciones de 2 milésimas de segundo. El proyecto tenía apoyo de un fuerte banco. (17)

En 1901, Muybridge publicó su última obra, *The Human Figure in Motion*, constituida de 196 placas con 4.700 fotografías individuales, de la cual la figura anterior de una mujer caminando ilustra el hecho. Esta colección sirvió para muchos estudios dimensionales y del movimiento de la figura humana desde el inicio de este siglo.

FUSIL FOTOGRAFICO DE MAREY

Etienne-Jules Marey (1830-1904), fisiólogo francés, es otro de los "grandes savants que hoy aportan un

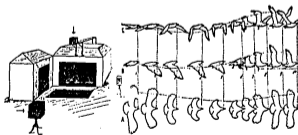


testimonio clave para la parte constituyente del siglo XIX". (18) Además de inventar el esfigmógrafo, en 1885, desarrolló técnicas de medición, constituyendo los primeros cardiógrafos y pneumógrafos, y técnicas de registro, para los cuales inventó el fusil fotográfico, con el objeto de registrar distintas fases del vuelo de un ave. Su aparato se constituía de una lente en el interior de un cañón y placas sensibles a la luz dentro de un cilindro giratorio, cambiando por la acción de un gatillo. Este aparato disparaba dieciseis exposiciones por minuto, permitiendo fotografiar el movimiento de un móvil, distintamente a las cámaras de Muybridge.

En su laboratorio en el Parc des Princes, registró el vuelo de una gaviota ante paredes y suelo negros, por medio de tres cámaras fijas, simultáneas y ubicadas perpendicularmente con la línea de vuelo, trazando diagramas entre los que separó las fases coincidentes de la

Fusil fotográfico de Marey.

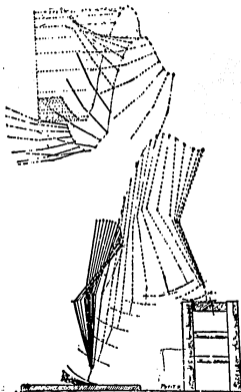
Laboratorio de Marey, en el Parc des Princes, París, y diagrama correspondiente a las tres líneas de fotografías de una gaviota, tonadas en el referido laboratorio, cuyas distancias entre las aves están exageradas.



fotografía, llegando a modelar la gaviota en sus actividades sucesivas, obra precursora de las esculturas de Boccioni, "Botella evolucionando en el espacio" 1912, y "Hombre Caminando" 1913, o de la conocidísima pintura de Marcel Duchamp, "Desnudo bajando por la escalera", 1912.

Marey es el eslabón de una cadena que conecta estudios sobre el movimiento desde el siglo XIV con el presente. El teólogo-filósofo, Nicolás Oresme, alrededor de 1350, presentó en forma gráfica el cambio incesante, o sea, el movimiento, tarea aparentemente fácil, pero que exige aún, capacidad de pensamiento y abstracción de los investigadores actuales. El matemático-filósofo, René Descartes, en el siglo XVII, había proyectado formas geométricas tridimensionales basadas en el movimiento de los insectos y de las aves. Marey, tercer francés de esta cadena, desarrolló una serie de experimentos con la finalidad de registrar y medir el movimiento de la figura humana, actitud muy importante para el desarrollo del conocimiento en este campo y base para la ergonomía, al final de la primera mitad del presente

Diagrama a partir de una fotografía del salto de un hombre vestido de negro y franjas de brillo metálico, desde la altura de una silla.





siglo. Por último, el americano Frank B. Gilbreth (1868-1924), ingeniero de la productividad, fue el primero en captar con toda precisión alrededor de 1912, la complicada trayectoria del movimiento humano, alcanzando el objetivo perseguido por Marey. (19)

Alrededor de 1890, Marey registró el salto de una persona desde la altura de una silla; el hecho de que el modelo iba vestido de negro con una franja de brillo metálico, permitió el registro de una secuencia de segmentos durante el salto, fundamental para la comprensión de la dinámica del cuerpo humano.

FOTOGRAFIA ESTROBOSCOPICA

La fotografía estroboscópica es el registro de las sucesivas fases de un determinado movimiento mediante interrupción periódica de la luz. Esta interrupción posibilita el registro del movimiento a cada intervalo iluminado y pre-establecido en un solo negativo por medio de la sobreposición de imágenes.

El inglés Henry Fox Talbot (1800-1877),

Fotografía estroboscópica del movimiento de un hombre en actitud de sentarse.

uno de los pioneros de la fotografía, ya en 1950, realizó experimentos de fotografía estroboscópica utilizando iluminación pulsada en una habitación oscura. Con el obturador de la cámara abierto y mediante varios destellos de luz causados por botellas de Leyden cargadas, consiguió el registro del llamado "efecto estrobo", también investigado y obtenido por Thomas Eakins, Marey y Harold Edgerton, entre otros. Este último, en 1931, desarrolló el tubo de flash electrónico que lleva su nombre, siendo predecesor del flash electrónico actual, base para la estroboscopia moderna. (20)

Este proceso fotográfico permite una buena medición de los diversos movimientos humanos en sus distintas actividades, importante apoyo para las investigaciones ergonómicas, permitiendo establecer los parámetros de amplitud, alcances y concentraciones del movimiento. Con el auxilio de la computadora y la utilización de la televisión por medio de distintos efectos visuales, la estroboscopia alcanzó un elevado nivel científico que permite registrar, simular y recrear la dinámica humana en el espacio tridimensional.

MODULOS Y TABLAS DE MEDICION

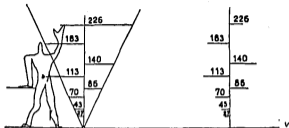
Los investigadores modernos y



contemporáneos, independientemente del sistema utilizado, (sistema métrico inglés o sistema métrico decimal) orientaron sus preocupaciones en las medidas del hombre. Estos estudios fueron basados, primeramente, en las proporciones humanas analizadas y practicadas en el arte y suministradas por la historia; en la evolución de la arquitectura y de las artesanías, principalmente en la manufactura de los muebles; culminando con los resultados de la Revolución Industrial y de movimientos consecuentes como Arts and Crafts, Art Nouveau, Art Deco y los movimientos modernos como Deutscher Werkbund, De Stijl, Bauhaus y Ulm, entre los más importantes.

La aplicación de nuevos materiales, conceptos y tecnologías, el cambio de la mentalidad social y económica, así como la constante mecanización de los procesos productivos, colaboraron en la aceleración de la productividad y fomento de la estandarización y patronización de los objetos del entorno humano, cuya consecuencia fue el acto de diseñar para muchos; diseñar para todos. Pero, este diseño universal no ajustable, es tan utópico como su propia amplitud, pues es

Línea de sillas en plástico y aluminio para distintos usos, Don Albinson, 1965, USA.



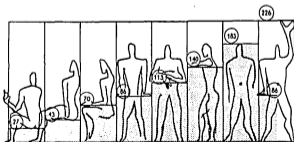
son delimitados por los siguientes extremos y puntos de división: la planta de los pies, el plexo solar, el vértice de la cabeza y las puntas de los dedos con el brazo en alto. Es la comprobación de la famosa triada expresada por Matila Ghyka, en 1927, en su estética de las proporciones en la naturaleza y en las artes: plexo solar, cabeza y extremidades de los dedos con el brazo levantado. (22)

Los primeros valores del Modulor fueron determinados por la estatura de un hombre de 1.75 m, definido por Le Corbusier, como "una talla más bien francesa", (23) pues, primeramente, el Modulor tenía las siguientes cifras básicas, 0, 108, 175 y 216. Pero, era su intención que el Modulor pudiera unificar las fabricaciones en todos los países, por lo tanto, era necesario buscar valores enteros en pies y pulgadas. Entonces, Le Corbusier, aprovechó una sugerencia de su compañero Py: "¿ no habréis observado en las novelas policiacas inglesas que los buenos tipos - un policia, por ejemplo - tiene siempre seis pies de alto?". (24) Así,

$$6 \text{ pies} = 6 \times 30,48 = 182,88 \text{ cm}$$

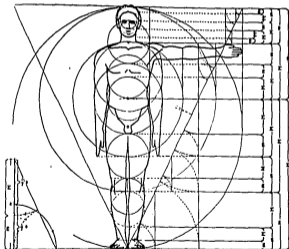
Dibujo original del Modulor por Le Corbusier.

Versión final del Modulor con algunas variaciones de representación.

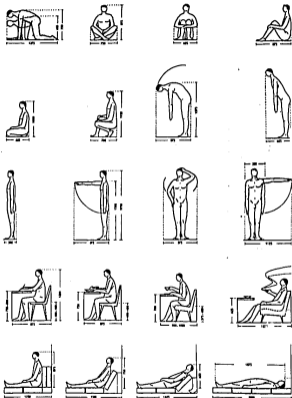


Después de esta decisión, en 1946, el Modulator pasa a tener la base de 6 pies, y a partir de eso, las siguientes cifras básicas, 0, 113, 183, 226. Para Le Corbusier, el Modulator resuelve los nefastos problemas de la conversión tan violenta metro-pie-pulgada, como la diferencia de idiomas.

El único problema es que Le Corbusier consideraba que el Modulator en su segunda versión presentaba la solución de la patronización. Así se expresó: "puesto que los objetos de fabricación mundial que hay que dimensionar con el Modulator viajan por todas partes y, por tanto, se convierten en propiedad de usuarios de todas las razas y de todas las estaturas, es tan natural como imperativo adoptar la talla del hombre más alto (seis pies) para que lo puedan emplear los continentes fabricados, de donde resulta el mayor dimensionamiento arquitectónico: dentro de una medida prudente más vale ser grande que pequeño, pues así se dispone de continentes utilizables por todos". (25) ¿Será por esta razón que los escalones de los autobuses y la colocación de los aparatos telefónicos dentro de las cabinas públicas, en México y otros países son tan altos?



Proporciones del cuerpo humano según Zeising.



NEUFERT, MANUAL PARA ARQUITECTOS

Los arquitectos de muchos países, y muchos otros profesionales relacionados con la creación y la construcción, utilizan intensamente el libro arte de proyectar en arquitectura de Ernst Neufert; como un manual de normalización y prescripción sobre la construcción, instalaciones, distribución y programas de necesidades, dimensiones de edificios, locales y utensilios. Este manual es considerado como "la biblia del arquitecto", desde su original en alemán hasta las traducciones al francés, italiano, inglés, español y portugués.

El texto de Neufert, es el resultado de sus recopilaciones desde 1926, presentando una gran cantidad de informaciones básicas a ser consultadas y aplicadas en distintos proyectos. En cuanto a proporciones y medidas del hombre, este manual centra la proporción áurea por medio de un estudio del investigador alemán A. Zeising, siglo XIX, y de una serie de dibujos con sus medidas patrones, sin mencionar procedencia de datos y referencia de percentiles. (26)

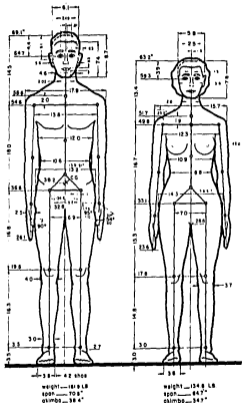
Medidas del cuerpo según Neufert en la sección "El hombre: dimensiones y espacios necesarios".

DREYFUSS

En el medio del diseño industrial el trabajo de Henry Dreyfuss es muy conocido. Su obra the measure of man: human factors in design, fue publicado por primera vez en 1959, después del libro designing for people, en 1955.

Dreyfuss a los casi cincuenta años desarrolló sus conocidas figuras Joe & Josephine, que traducen las diversas medidas del hombre y de mujer por medio de los percentiles 2.5%, 50% y 97.5%. Los resultados fueron obtenidos entre la población de los Estados Unidos, básicamente, en las Fuerzas Armadas, Bell Telephone, American Airlines, Lockheed, Aircraft, Polaroid Corporation y muchas otras empresas clientes de su despacho de diseño en Pasadena, New York. (27)

Muchos antropólogos y diseñadores, entre otros, piensan que su trabajo no satisface a las exigencias de la globalidad norteamericana, teniendo en cuenta que las Fuerzas Armadas, por ejemplo, se componen de personal seleccionado. Hay que considerar que la población norteamericana es formada por una gran cantidad de negros,



Joe & Josephine de pie y de frente - 97.5% con medidas en pulgadas y peso en libras.

latinos y orientales, además de su población blanca de origen sajón y otras regiones de Europa.

Joe & Josephine presentan las cifras de 69.1", semejante a 1,75 m para hombres, y 63.2", semejante a 1,60 m para mujeres, respectivamente en 50 percentiles.

HUMANSCALE

Este nuevo manual de Henry Dreyfuss Associates y realizado por Niels Diffrient, Alvin R. Tilley y Coan C. Bardagjy, es un sofisticado sistema presentado desde 1974, en varias láminas de plástico con un disco interior para las diferentes lecturas de los datos. El sistema Diffrient, como también es conocido, es bastante interesante y eficiente por su fácil manejo y concentración de datos en un mínimo espacio. Pero, su precio es prácticamente inaccesible a la capacidad económica del profesional, y principalmente, del estudiante latinoamericano, aunque se presentan en pulgadas y centímetros, que ya es ventajosa. (28)

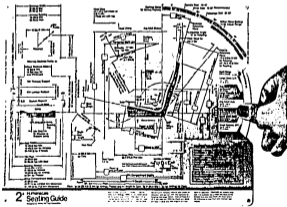
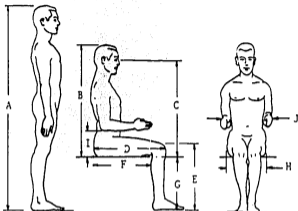


Lámina plástica número 2 del cuaderno Humanscale 1/2/3, presentando una gafa para la posición sentada.

WOODSON

A partir de la Segunda Guerra Mundial y durante la conquista espacial, se abrió un vasto campo para la investigación ergonómica y la antropometría, en particular. Así, Wesley E. Woodson de la General Dynamics Astronautics, San Diego, y Donald Conover de la NASA, Houston, publicaron *Human Engineering Guide for Equipment Designers*, en 1954. Más tarde, en 1981, Woodson publica un manual con 1047 páginas, *Human Factors Design Handbook*. Woodson también presenta sus resultados en pulgadas. (29)



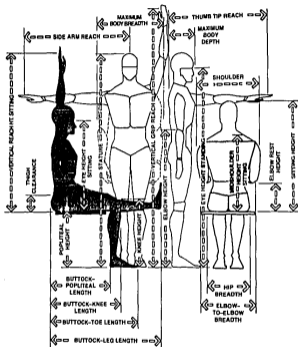
Figuras de W. Stoult et Alli usadas por Woodson.

VAN COTT & KINDALE

Con los mismos objetivos, Harold P. Van Cott y Robert Kindale, con colaboración de varios técnicos, profesores e investigadores, publicaron para "Army, Navy and Air Force" americana, *Human Engineering Guide to Equipment Design*, en 1963. En 1972 el gobierno americano publicitó éstos datos. (30)

Civil y soldado del ártico con 5 y 95 percentil respectivamente, según investigaciones militares de Van Cott & Kindale.





PANERO

Tal vez, la publicación más conocida y usada en el medio del diseño en América Latina sea el llamado Panero, quizá por presentarse en el Sistema Métrico Decimal, y recientemente, traducido al español.

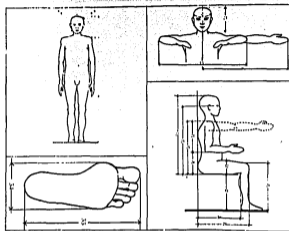
El manual *Human Dimension & Interior Space: a source book of design reference standards*, de Julius Panero y Martin Zelnik, es el resultado de una investigación continua. Panero publicó en 1948, el libro *Anatomy for Interior Designers*, una divertida publicación que al estilo Neufert y con bastante humor, el autor presentaba sugerencias métricas y soluciones especiales. (31)

Esta nueva publicación, con fecha de 1979, presenta una antropometría aplicada al diseño, considerando la variabilidad morfológica, la estadística, los percentiles de 1 a 99. El consagrado "muñeco Panero" se hace presente en la mayoría de los trabajos de diseño, principalmente, escolares. (32) Lamentablemente, la ergonomía es confundida permanentemente con una disciplina, también importante, la antropometría aplicada.

Muñeco Panero en distintas posiciones y movimientos.

Sin embargo, se debe considerar la necesidad de desarrollar investigaciones orientadas a la solución de las carencias particulares de cada país, región o una pequeña población. Considerando que toda población presenta variabilidad intergrupala, esto es, diferencias observadas entre los miembros del conjunto, (33) el uso indiscriminado de estas tablas en el desarrollo de productos es bastante peligroso, debido al hecho de que las mismas no están dirigidas a las personas que seguramente van a usar los objetos de diseño. En la mayoría de los casos, ni siquiera se adaptan estas medidas, que si bien no es el mejor procedimiento para ayudar en la solución de los respectivos problemas.

En países como Argentina, Brasil, Chile, México, Perú, Colombia y otros, cuya extensión territorial es muy grande, además de una población heterogénea bien expresiva, se vuelve aún más difícil una estandarización de medidas en función de la evidente variabilidad morfológica de sus habitantes. Por lo tanto, la solución a corto plazo para el problema es hacer investigaciones específicas para cada caso; principalmente cuando no se cuenta con resultados exclusivos debidamente procesados. A medio y largo plazo, es necesario un trabajo total de medición de la población. En



algunos países latinoamericanos, ya se hace este tipo de trabajo como en Cuba, por ejemplo con el del Dr. Antonio Martínez, y en México, destacan los de Javier Romero, Beatriz Barba, Johanna Fauhaber, Héctor García Olvera, Leticia Casillas, Luis Alberto Vargas, Enrique Bonilla Rodríguez, Sergio López Alonso y Mario Stoute. Recientemente, el diseñador industrial, David Sánchez Monroy, desarrolló un trabajo sobre los conductores de autobuses de "Ruta 100", de la ciudad de México. (34)

En Brasil, además de varios trabajos generales en este campo, la UNICAMP - Universidade de Campinas, Estado de Sao Paulo, por medio del Núcleo de Ecología Humana, pretende hacer el primer estudio antropométrico completo de la población brasilera, midiendo un promedio de 40 dimensiones por persona. En la Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Estado de Paraná, en 1978, Antonio Razara y Newton Gama, presentaron en su tesis de licenciatura un estudio para un Muñeco Antropométrico en función de las medidas del brasilero medio.

Dibujos indicadores de medidas para el estudio antropométrico de conductores, publicado en la revista "La Tinta - Verde", México, UNAM, 1983.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

3. TOSTO, Pablo. La composición áurea en las artes plásticas. Buenos Aires, Hachette, 1969. p.175.
4. MARCOLLI, Attilio. Teoría del campo: curso de educación visual. Madrid, Xarait y Alberto Corazón, 1978. p.297.
5. TOSTO, _____. p.176.
6. _____. p.178-179
7. PANERO, Julius & ZELNIK, Martin. Human dimension & interior space: a source book of design reference standards. New York, Whitney, 1979. p.17.
8. BISHOP, Morris. Middle age. New York, Meritase/Bonanza, 1968. 416p.
9. INSTITUTO GEOGRAFICO DE AGOSTINI. Leonardo da Vinci. New York, Reynald, s.f. p.446-447.
10. DOCZI, György. The power of limits: proportional harmonies in nature, art & architectures. Boulder, Shambhala, 1981. p.95.
11. Nirer is at and life. New York, Alphine, 1980. 273p.
12. TOSTO, _____. p.186-195 v 232-235.
13. PASMUSSEN, Steen Eiler. Experiencing architecture. Cambridge, Massachusetts, MIT, 1980. p.122-126.
14. DOCZI, _____. p.113.
15. ESPARZA HIDALGO, David. Nenohualtzintzin. 2.ed. México, Diana, 1978.
16. TOMPKINS, Peter. El misterio de las de las pirámides mexicanas. México, Diana, 1982. p.282-285.
17. MUYBRIDGE, Eadweard. The human figure in

- motion. New York, Dover, 1985.
p.vii-xi.
18. GIEDION, Siegfried. Mechanization takes commands: a contribution to anonymous history. New York, Norton, 1975.
p.17-18.
19. _____ . p.17-27.
20. LASSITER, Kenneth T., edit. Enciclopedia práctica de la fotografía. Barcelona, Salvat/Eastman Kodak, 1980. p.1083-1087.
21. LE CORBUSIER. El modular: ensayo sobre una medida armónica a la escala humana aplicable universalmente a la arquitectura y a la mecánica. v.1. 2.ed. Buenos Aires, Poseidon, 1961. p.51.
22. GHYKA, Matila. Estética de las proporciones en la naturaleza y en los artes. Buenos Aires, Poseidon, 1968.
23. LE CORBUSIER. _____ . p.52-53.
24. _____ . _____ . p.52-53.
25. _____ . _____ . p.59.
26. NEUFERT, Ernst. Arte de proyectar en arquitectura: fundamentos, normas y prescripciones sobre construcción, instalaciones, distribución y programas de necesidades, dimensiones de edificios, locales y utensilios. 26.ed. Barcelona, Gustavo Gili, 1982. p.18-21.
27. DREYFUSS, Henry. The measure of man - human factors in design. 2.ed. New York, Whitney, 1967.
28. DIFFRIENT, Niels; TILLEY, Alvin R.; BARDAGJY, Joan C. Humanscale 1/2/3: sizes of people, seating considerations, requirements for the handicapped and elderly. Cambridge, MIT, 1983.
Lámina 2,

-
29. WOODSON, Wesley E. Human factors design handbook: information and guidelines for the design of systems facilities, equipment, and products for human use. New York, McGraw-Hill, 1981. 1036p.
 30. VAN COTT, Harold & KINDALE, Robert. Human engineering guide to equipment design. New York, McGraw-Hill, 1963. p.467-575.
 31. PANERO, Julius. Anatomy for interior designers. New York, Whitney, 1974. 146p.
 32. PANERO, Julius & ZELNIK, Martin. _____. p.30.
 33. VARGAS, Luis Alberto & CASILLAS CUERVO, Leticia E. Antropometría aplicada: técnicas antropométricas aplicadas al diseño de objetos y espacios de trabajo y ensamblamiento. México, s.f. Mimeografiado. p.7-9.
 34. SANCHEZ MONROY, David. Estudio antropométrico de conductores. La tinta-verde, 2: 20-29, ene/feb.83.

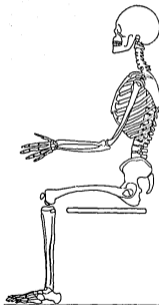
La posición erecta es el resultado de miles de años de la evolución de la especie, mientras que la posición sentada parece presentar mayor incidencia durante las últimas décadas. Es evidente que el hombre cada vez utiliza más la posición sentada para el desempeño de sus actividades.

En este proceso de desarrollo y en la tentativa de atender las necesidades actuales de la sociedad, el ser humano está siendo cada vez más sometido a nuevos tipos de trabajo y esfuerzos. Para minimizar el problema en el sentido de ayudarlo en sus múltiples tareas, ha sido diseñada una gran cantidad de equipos, máquinas y herramientas, como también, mobiliario y puestos de trabajo más sofisticados. Genéricamente, el espacio de trabajo asume distintas características delante de la diversificación de las tareas humanas. Esta variabilidad es el resultado de diferentes formas de actuación humana y de los objetos que actúan en el momento de su trabajo y de ocio. Independientemente de cuales sean estas actividades "los sujetos pasan la mayor parte de su vida sentados", (35) razón por la cual este asunto ha llamado la atención de varias ramas del conocimiento. Si por un lado, las varias publicaciones sobre ergonomía reportan estudios, investigaciones y proyectos bastante desarrollados, por otro, una gran

parte de la población reclama mejores condiciones de trabajo, o simplemente, presenta en su físico el resultado del mal diseño, sin contar los efectos de orden psicológico y social.

El hombre en su actividad cotidiana es capaz de ejecutar una considerable cantidad de gestos y movimientos, unos con más fuerza y velocidad, otros más lentos y de precisión. El acto de sentarse es uno de estos múltiples movimientos ejecutados por el ser humano, sin embargo, sentarse no es un acto único ni sencillo, se trata por el contrario de la conjunción de una considerable cantidad de gestos y posturas. En otras palabras, no existe una única posición para estar sentado, pues constantemente las personas están moviéndose, aunque en términos generales sea una posición estática, durante el trabajo o en el descanso, así como en muchas otras actividades en esta posición.

Para tener un conocimiento sobre el asunto, aunque elemental y superficial, son necesarias algunas informaciones básicas fundamentales, para tener una conciencia general del mismo y establecer parámetros para una profundidad en este sentido. La tarea del diseñador en este caso en particular, es tener un conocimiento general del cuerpo humano y algunos aspectos más profundos en relación a



la posición sentada, que puede proporcionar más elementos para un mejor diseño y evitar "a priori" posibles y probables problemas futuros, cuya causa lleva a consecuencias muchas veces irreparables como las deformaciones de la columna vertebral y problemas relacionados con la circulación sanguínea, sin contar con los de índole nerviosa. Básicamente, se refiere a conocimientos de una biomecánica articular, nociones de fisiología muscular y nerviosa, datos antropométricos y un estudio de posturas, equilibrio y movimiento. A continuación se presentan sumariamente, algunos aspectos de estas cuatro áreas, entre otras, directamente involucradas en el acto de sentarse.

ELEMENTOS DE BIOMECANICA ARTICULAR

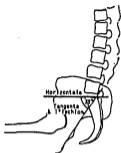
Los movimientos humanos son el resultado de la composición dinámica de diversas cadenas óseas, las cuales reciben presiones y tracciones resultantes de la acción muscular y relacionadas al entorno ambiental. Estas cadenas óseas constituyen el esqueleto humano, formado por más de dos centenas de piezas óseas y cumplen cinco funciones generales: sostén de

Esqueleto humano: cadenas óseas .

los tejidos circundantes, protege los órganos vitales y otros tejidos blandos del cuerpo, ayuda en el movimiento y ambulación, fabrica células sanguíneas y proporciona un área de almacenamiento para las sales minerales. Esta composición, "para estudios biomecánicos está constituida, básicamente, por tres partes: el tronco, dos cinturas y miembros". (36)

El esqueleto del tronco comprende la columna vertebral, el esternón y las costillas. La columna vertebral está formada por 33 o 34 vértebras, una sobre las otras, intercaladas por discos vertebrales y creando de esta manera, un cuerpo flexible y elástico. Este componente más importante de la estructura ósea del cuerpo, habrá de sostener la cabeza, proporciona el paso del sistema nervioso central, la médula espinal y los nervios raquídeos; y se divide en cinco partes: cervical, dorsal o torácica, lumbar, sacra y coccigea.

Las dos cinturas, escapular y pélvica, son en realidad correspondencias de los miembros. La escapular, con los miembros superiores se constituye por la clavícula adelante y el homóplato atrás. La pélvica, a los miembros inferiores y se constituye por la pelvis, pero de forma distinta de la cintura escapular. La movilidad de la cintura escapular es mucho mayor que la



movilidad de la cintura pélvica. Sin embargo, la cintura pélvica está directamente involucrada y con más participación en la ambulación y en el acto de sentarse.

Los miembros son extensiones de sus respectivas cinturas y responsables directos de los diversos movimientos.

CRECIMIENTO Y FORMACION DE LOS HUESOS

El tejido óseo está formado por una parte de agua y dos partes de sustancias minerales como fosfato y carbonato de calcio, así como, por una proteína llamada colágena. Estos elementos minerales y orgánicos se combinan para formar dos tipos de tejido óseo: compacto y esponjoso. El tejido compacto está situado en la parte periférica, mientras que el esponjoso, formado por laminillas óseas y denominadas trabéculas que delimitan pequeños alvéolos rellenos de médula ósea roja, está dentro de la capa del tejido compacto. Estas trabéculas están dispuestas de tal manera que el hueso pueda ofrecer la máxima resistencia posible frente a los esfuerzos que reciben. (37)

Modificación angular de la pelvis de la posición en pie a la posición sentada.

El desarrollo de los huesos se hace mediante un proceso de formación de sales depositadas en una estructura básica de sustancia orgánica, precedido de una proliferación celular que elabora la trama de fibras de colágena. El desarrollo del grosor se realiza principalmente antes de llegar a la edad adulta, pero puede proseguir a lo largo de la mayor parte de la vida por aporte de hueso perióstico y absorción medular simultánea, mientras que el crecimiento longitudinal se realiza solamente antes de la edad adulta, en el período de los tres meses de gestación hasta los veinte años aproximadamente. Este crecimiento se hace por medio de dos cartílagos de conjunción; las capas superficiales de este cartílago, sobre todo las del lado de la diáfisis, se transforman en tejido óseo, mientras que se asiste a una proliferación de la parte media. (38) Considerar este fenómeno es importantísimo en el diseño del mobiliario escolar, donde se verifica una errónea patronización de medidas que no satisfacen a la variabilidad morfológica de niños y adolescentes, llevando a la incomodidad y conduciendo a futuros problemas de la



EPIFISIS

DIAFISIS



Diáfisis y epífisis de un hueso.

Trabéculas del fémur.



estructuración corporal. Ya es bastante conocido el hecho de que el mobiliario escolar, casi en su totalidad, presenta una uniformización de medidas como si sus usuarios fueran del mismo tamaño. Agrupar un número de alumnos en su respectiva clase por su edad no resuelve el problema, considerando la evidente variación de los miembros del grupo, sea por su talla, sea en aspectos particulares, como por ejemplo, el tamaño de las piernas. Un grupo de alumnos de ambos sexos y con la misma talla no presentan el mismo largo de las piernas. La solución es investigar a cada población en particular, establecer parámetros y equipar las escuelas con su mobiliario de tal forma que se puede recibir cualquier alumno, garantizándole las mínimas condiciones necesarias para su comodidad, crecimiento y desarrollo durante su permanencia en la escuela. Gracias a organismos como CONESCAL - Construcciones Escolares para América Latina, con sede en la ciudad de México y el IDI/MAM - Instituto de Desenho Industrial do Museu de Arte Moderna, Rio de Janeiro, Brasil, entre otros, se está solucionando a la medida de lo posible este problema con nuevos



Un ejemplo real del problema y propuesta de solución realizada por el Instituto de Desenho Industrial do NAM, Rio de Janeiro, Brasil.

diseños de muebles escolares adecuados a sus reales necesidades. (39)

ARTICULACIONES

Las articulaciones constituyen los medios de unión entre dos o más huesos y se presentan de tres tipos: sinartrosis, anfiartrosis y diartrosis.

Las articulaciones del tipo sinartrosis son articulaciones inmóviles. La sutura, articulación cuyos huesos están unidos por una capa delgada de tejido fibroso y la sincondrosis, articulación cuyas superficies óseas están unidas por cartilago, son articulaciones del tipo sinartrosis. Los huesos de la cabeza son ejemplo de sutura, mientras que la articulación entre la epífisis y la diáfisis de un hueso largo es el ejemplo de la sincondrosis, también llamada articulación temporal.

Las articulaciones del tipo anfiartrosis son articulaciones semi-móviles. La sínfisis, articulación cuyos huesos están unidos por un disco de fibrocartilago y la sindesmosis, articulación cuyos huesos están unidos por ligamentos entre los mismos son articulaciones anfiartrosis. La unión del pubis es un ejemplo de la primera, mientras que la articulación entre el radio y el cúbito en su extremidad distal es un ejemplo de la segunda.

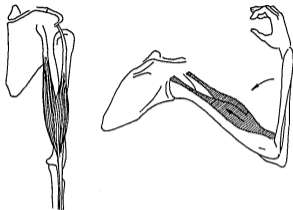
Las articulaciones del tipo diartrosis, también llamadas sinoviales, son articulaciones móviles; de movimiento libre. Solamente las diartrosis y determinadas anfiartrosis interesan a la biomecánica, al diseño, y en particular, a la posición sentada. Este último tipo de articulación es el que presenta mayor número de variedades, se caracterizan por una cavidad rodeada de una cápsula de cartilago articular fibroso, ligamentos que refuerzan esta cápsula y cartilago que cubren las extremidades de los huesos participantes en la unión. Una membrana sinovial reviste la cápsula articular y produce el líquido sinovial, cuya finalidad es lubricar las partes en cuestión y permitir mejor movimiento. Algunas de estas articulaciones poseen un disco interarticular que funciona como amortiguador, para poder reducir al mínimo el impacto del choque y como sensitivos en el sentido de permitir a las articulaciones responder con más precisión y rapidez a los cambios de presión dentro de la cavidad articular. La articulación esférica del fémur con el coxal; articulación trocleartrosis en bisagra del húmero, radio y codo; articulación troclear de la rodilla entre fémur, tibia y rótula; la articulación trocoide que permite la rotación del atlas (primera vértebra) alrededor del axis (segunda vértebra), son ejemplos de diartrosis. (40)

Conocer las articulaciones es fundamental para entender mejor a los movimientos y posturas humanas, y posteriormente, diseñar en función de una necesaria amplitud de movimientos, sin que permita deformaciones estructurales. En una determinada acción corporal están involucradas casi todas las articulaciones. En el acto de sentarse, básicamente, participan las articulaciones de la columna vertebral, del fémur con la pelvis (coxofemoral) y de la rodilla, además de las articulaciones del hombro y de los miembros superiores en el movimiento auxiliar.

PALANCAS CORPORALES

Para que el movimiento se lleve a cabo es necesario la participación de las cadenas óseas y de los músculos, formando el aparato locomotor y posibilitando de esta manera, el desarrollo de una serie de funciones biológicas, cuyo conjunto es denominado vida de relación, o sea, de la capacidad de movimiento.

La relación física entre músculos y cadenas óseas actúa por medio de palancas corporales. Esta actuación es realizada por fuerzas internas producidas por la contracción de los músculos, capaces de producir un movimiento o de modificarlo, ya sea



movilizándolos o estabilizándolos. Estas fuerzas, representadas por vectores, están sujetas a los principios generales de la mecánica, observándose en el cuerpo humano los tres géneros de palancas; interfija, interresistente e interpotente. Actualmente, los científicos de la ingeniería humana conceptúan uniones y bisagras en el lugar de huesos y articulaciones. "Las uniones se definen como líneas rectas que se extienden a través de segmentos corporales entre puntos de bisagras adyacentes. Se trata más bien de entidades funcionales biológicas y que no pueden ser medidas adecuadamente desde los puntos de referencia superficiales, pero para los propósitos del análisis mecánico, éste concepto justifica nuestra representación del cuerpo humano por medio de un esquema rígido". (41)

La importancia de la aplicación del conocimiento de las palancas corporales en el diseño de sillas está basado en el hecho de que debe haber un ahorro de energía, considerándose que se necesita mucho más fuerza para elevar el cuerpo de una posición agachada sobre las rodillas, en comparación a una posición sentada a la altura correspondiente de

Palanca de tercer género - biceps braquial.

las dimensiones de los miembros inferiores.

NOCIONES DE FISILOGIA MUSCULAR Y NERVIOSA

El cuerpo humano está compuesto de músculos en una proporción de 40 a 50% del peso corporal, capaces de ser contraídos y producir el movimiento de todo el cuerpo. Para que eso se realice es necesario que un comando active los músculos ordenando contracción o relajación.

Los músculos se presentan en tres tipos: estriado, liso y cardíaco. Para la biomecánica articular y fisiología muscular correspondiente, solamente interesa el músculo del tipo estriado, considerándose que el músculo liso se encuentra en el aparato digestivo y otras estructuras huecas como la vejiga urinaria y los vasos sanguíneos, y el músculo cardíaco, obviamente, relacionado al corazón. El músculo cardíaco tiene aspecto estriado y es de carácter involuntario.

Las células largas y delgadas del músculo estriado varían de 1 a 50 milímetros de longitud y de 40 a 50 micras de diámetro. Por esta configuración son llamadas fibras. Toda célula muscular es multinucleada y está rodeada por una membrana

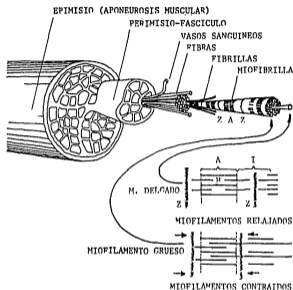
polarizada eléctricamente. En general, una sola fibra nerviosa motora inerva aproximadamente unas 150 fibras musculares constituyendo una unidad motora. Los músculos que controlan los movimientos precisos se caracterizan por la presencia de unas cuantas fibras musculares en cada unidad motora, teniendo por lo tanto, gran presencia de fibras nerviosas, al contrario de los músculos que controlan movimientos menos precisos, poseen menor presencia de fibras nerviosas. (42)

Las fibras musculares poseen la propiedad de ser excitados por estímulos nerviosos a través de las fibras nerviosas conducidas en tejido muscular, además del hecho de que el protoplasma posee la propiedad de conductividad, el cual permite que la respuesta se transmita a través de la célula, o sea, contracción. Estas fibras son cubiertas por una membrana de tejido resistente denominado epimisio (aponeurosis muscular) y componen los varios fascículos separados por tejido conjuntivo y grasa, cuyas extremidades se fusionan con las fibras tendinosas para insertarse en los huesos. Las fibras se constituyen de miofibrillas, formaciones longitudinales dispuestas paralelamente en el seno de las células musculares, cuyo conjunto forma el sarcoplasma. Las miofibrillas y el núcleo están rodeadas por una membrana

reforzada por fibras colágenas y elásticas denominada sarcolema. En la gráfica adjunta se observa una pequeña zona entre las rayas Z, donde está ubicado el sarcómero, unidad fisiológica, histológica o contráctil del músculo estriado que contiene varios filamentos de miofibrillas de dos categorías: los gruesos como miosina y los delgados como actina, los cuales son moléculas de proteína a las cuales corresponde la contracción muscular, respectivamente, bandas oscuras I y bandas claras A. El desarrollo de la tensión muscular es realizado por medio de factores neuroeléctricos, interacciones químicas y fuentes de energía, (43) considerando que la principal función del músculo es convertir la energía química en mecánica.

Ahora bien, aunque en el acto de sentarse se utilicen con más frecuencia los músculos que controlan movimientos generales y menos precisos, es necesario diseñar los asientos, principalmente, los de trabajo, de tal manera que posibilite una perfecta actuación de los músculos que controlan movimientos más precisos como los pedales de un coche, de un tractor, de

Detalle de un músculo con su estructura y mecánica de la contracción muscular, según Jacob Francone.



una máquina herramienta o de un instrumento musical.

DATOS ANTROPOMETRICOS

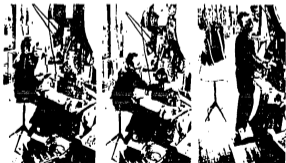
Todo individuo es el resultado de un proceso interactivo entre su formación genética y el medio ambiente, lo que le confiere una característica unitaria diferenciándolo de los demás. Esta individualidad se manifiesta en todos los niveles, tanto en su comportamiento como en su morfología. Factores como sexo y edad son importantísimos en el estudio de la variabilidad constatada entre los seres humanos, sin embargo, la herencia genética familiar y, la relación con el medio a través de sus actividades vivenciales, son los factores básicos para el entendimiento de esas diferencias dentro de la propia familia y de su grupo social.

La antropometría, técnica de la antropología física, se dedica al proceso de la medición humana, partes de las actividades de la segunda, van más allá de lo conmensurable y en algunos casos colecta también datos no cuantificables. Esta disciplina, fundada a mediados del siglo XIX, por el matemático belga Quetlet, tiene el objetivo de coleccionar, registrar y procesar los datos de interés por parte de la actividad proyectual. Aún antes de su creación los antiguos ya los

usaban en el desarrollo de proyectos, construcción de muebles y de la arquitectura.

La antropometría como parte de la ergonomía es la disciplina capaz de aportar algunos de los subsidios necesarios para una mejor relación entre el hombre y su entorno ambiental. Y es precisamente en esta área que se ubica la parte B de este trabajo y en menor escala la parte C.

El diseñador industrial italiano Luigi Bandini Buti, en su artículo La Posición Sentada para el Trabajador, publicado en la revista Módulo, Costa Rica, (44) comenta sobre una serie fotográfica de una persona trabajando en una prensa dobladora, cuya función es controlar el buen funcionamiento de la prensa, así como intervenir en su abastecimiento cuando sea necesario. Los continuos ajustes de la máquina herramienta, obligan al obrero a estar en pie cuando el funcionamiento lo requiere y la altura de 66 centímetros de la silla y la altura del plano de trabajo entre 85 y 98 centímetros causan un problema al obrero ya que no alcanza el suelo, teniendo que recurrir a una caja de herramientas para el



Serie fotográfica de un obrero operando una prensa dobladora. Revista Módulo, Costa Rica.

apoyo de sus pies. Este ejemplo ilustra sobre la necesidad de la interferencia de la ergonomía para solucionar el problema.

SOMATOLOGIA Y SOMATOMETRIA

Según Juan Comas, la antropometría se subdivide en somatología y somatometría; craneometría y craneoscopia; osteometría; y encefalometría, evidentemente, de acuerdo con el material que utiliza. La somatología y la somatometría son las partes de la antropometría que interesan directamente a la actividad del diseñador. (45)

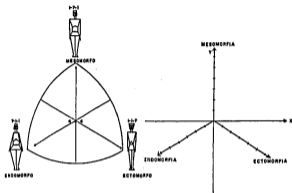
Entre las variadas escuelas biotipológicas existentes, se menciona la Escuela Norteamericana por medio de la técnica somatotipológica de William Sheldon, quien inició y desarrolló la referida escuela. (46) Sheldon se refiere a tres tipos: endomorfo, mesomorfo y ectomorfo. La cuantificación de éstos componentes determina la estructura morfológica del individuo. El somatotipo, resultado de la combinación de estos componentes, se expresa por medio de tres cifras correspondientes a la endomorfia, mesomorfia y ectomorfia, empleándose una escala de siete puntos, respectivamente, uno la mínima y siete la máxima. Por lo tanto, los tipos

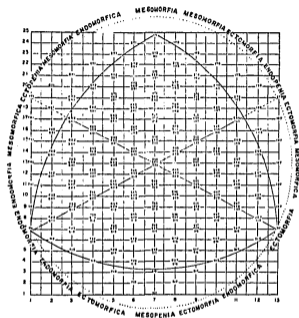
extremos son 7-1-1 denominado endomorfo extremo, 1-7-1 denominado mesomorfo extremo, 1-1-7 denominado ectomorfo extremo y correspondiente al punto medio de la escala, la relación 4-4-4. A partir de estas cifras empiezan una serie de combinaciones.

La endomorfia se caracteriza por una predominancia relativa del sistema vegetativo y tendencia a la gordura. Los endomorfos tienen bajo peso específico, flotan con facilidad en el agua y tienden hacia la blandura y a la redondez del cuerpo. La mesomorfia se caracteriza por el predominio relativo de los tejidos que derivan del mesodermo embrionario como los huesos, músculos y tejido conjuntivo. Los mesomorfos tienen un peso específico mayor, presentan un gran desarrollo músculo-esquelético y tienden a ser fuertemente masivos, además de corazón y vasos sanguíneos grandes. La ectomorfia se caracteriza por el predominio relativo de las formas lineales y frágiles. Los ectomorfos tienen un peso relativamente bajo, son flacos longilíneos.

Las combinaciones dos a dos entre los tres tipos extremos resultan seis tipos que se refieren a somatotipos en que los tres componentes presentan una fuerza distinta. Estas combinaciones son las siguientes:

1. endomorfo-mesomórficos;





PARA LOCALIZAR LOS SOMATOTIPOS
 MESOMORFIA ECTOMORFICA
 ENDOMORFIA

2. mesomorfo-endomórficos;
3. mesomorfo-ectomórficos;
4. ectomorfo-mesomórficos;
5. ectomorfo-endomórficos;
6. endomorfo-ectomórficos.

En otras palabras, la somatotipología de un individuo se caracteriza por la combinación de los tres tipos extremos con el predominio de uno de ellos, seguido de un segundo y del tercero, respectivamente. Los términos anteriores se refieren a una igualdad de fuerzas entre dos tipos, como por ejemplo 4-4-2, o sea, endomorfo-mesomorfo.

La representación gráfica es realizada por medio de un sistema de tres coordenadas en ángulos de 120°, siendo cada eje dividido en seis partes iguales y correspondientes a valores unitarios. De esta manera, el problema se reduce a la determinación de los vectores correspondientes a las variables encontradas en cada individuo. Sheldon propone un sistema de coordenadas de tal manera que no se manejen números negativos y Marfa Villanueva Sagrado aconseja trabajar con un eje de coordenadas normales con

Somatotipo de Shueldon y su sistema tridimensional de coordenadas.

Gráfica para localizar los somatotipos.

centro 0.0 con el objetivo de simplificar su realización. (47)

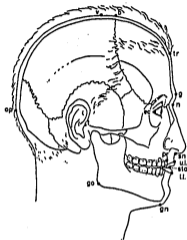
La actividad del diseñador estará más segura cuando ha conocido los somatotipos de una población, resultado de detallados estudios fotográficos y mediciones del cuerpo humano, además de estudios del comportamiento. Estos datos garantizan una mayor eficiencia en la actividad proyectual, basada en la necesidad de diseñar para el usuario del producto.

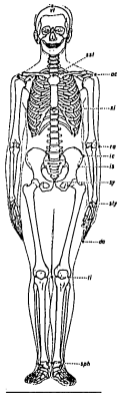
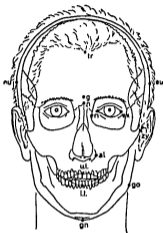
PRINCIPALES PUNTOS SOMATOMETRICOS

Los puntos somatométricos están relacionados con puntos óseos, en general, fijos y recubiertos por una capa de tejidos muscular y adiposo, lo que facilita su determinación en sujetos del tipo ectomorfo. La recolección de datos en seres vivos es mucho más difícil.

Algunos puntos craneales: (48)

- op opistion
punto más saliente del occipital;
- v vertex
punto más elevado de la cabeza;
- tr triquion o crinion
punto medio frontal, donde inicia el pelo;
- g glabella
punto más saliente del entrecejo;
- n nasion





- punto en la raíz de la nariz;
 sn subnasal
 punto posterior del tabique nasal;
 ul labial superior
 punto medio superior límite del labio;
 ll labial inferior
 punto medio inferior límite del labio;
 gn gnation o mentón
 punto más bajo de la mandíbula;
 go gonion
 vértice del ángulo mandibular;
 eu euryon
 punto lateral más saliente del cráneo;
 t traicion
 punto sobre el borde superior de la oreja;
 ex exocantion
 extremo lateral del ojo;
 en endocantion
 extremo medial del ojo;

Algunos puntos del cuerpo en posición frontal:

- sst supraesternal
 punto medio del borde superior del esternón;
 ac acromion
 punto más lateral y superior de la apófisis del homoplato;
 xi xifoideo

Esqueleto con algunos puntos somáticos.

ra punto más bajo del esternón;
radial
punto más alto del borde superior
de la cabeza del radio;

ic ileo-crestal
punto lateral más saliente de la
cresta ilíaca;

is ileo-espinal anterior
punto lateral más bajo de la espina
ilíaca antero-superior;

sy sínfisis
borde superior de la sínfisis
púbica;

sty stylium
punto más bajo de la apófisis
estiloidea del radio;

da dactilium
borde anteroinferior de la yema del
dedo medio;

sph esfirio o maleolar
punto más bajo del maléolo interno.

Sin embargo, la actividad proyectual no se limita, ni utiliza totalmente los puntos somáticos mencionados, debido a las varias características peculiares que se necesitan conocer en el desarrollo de un diseño. Por ejemplo, el ancho de una puerta no está diseñada para poder permitir el paso de una persona correspondiente a la medida interacromial, pues el sujeto además de su constitución muscular, grasas y ropa puede estar cargando un portafolio, una televisión portátil o cualquier otro objeto; un alumno de la secundaria, sentado en una mesa-banco debe tener el

espacio suficiente para los movimientos de brazos y piernas coherentes con su actividad escolar. De esta manera, el Area de Ergonomia del Posgrado en Diseño Industrial de la UNAM, utiliza una lista de datos por persona en una determinada investigación antropométrica para diseño. (49) A continuación, una lista esquemática de la ficha utilizada y actualizada.

- 01 Lugar de nacimiento
- 02 Sexo
- 03 Edad
- 04 Peso

- 05 Estatura con zapatos
- 06 Estatura sin zapatos
- 07 Altura de los ojos en la posición en pie
- 08 Altura de los hombros
- 09 Altura a la axila
- 10 Altura al codo
- 11 Altura al nudillo
- 12 Altura de las rodillas
- 13 Alcance vertical máximo
- 14 Alcance vertical funcional
- 15 Ancho bicepiteo
- 16 Ancho de codo a codo
- 17 Ancho máximo de codo a codo
- 18 Ancho de tórax
- 19 Ancho de cintura
- 20 Ancho de cadera
- 21 Ancho de rodilla
- 22 Ancho máximo de los brazos en el plano sagital
- 23 Alcance lateral funcional con

-
- cuerpo
- 24 Alcance lateral funcional sin cuerpo
 - 25 Distancia del hombro al codo
 - 26 Distancia del codo al dedo medio
 - 27 Alcance frontal máximo
 - 28 Alcance frontal funcional
 - 29 Profundidad del tórax
 - 30 Profundidad abdominal
 - 31 Circunferencia de la cabeza
 - 32 Circunferencia de los hombros
 - 33 Circunferencia del pecho
 - 34 Circunferencia de la cintura
-
- 35 Altura sentado
 - 36 Altura de los ojos en la posición sentada
 - 37 Alcance vertical máximo
 - 38 Alcance vertical funcional
 - 39 Altura al hombro
 - 40 Altura al codo
 - 41 Altura a la región lumbar
 - 42 Altura al nudillo
 - 43 Altura al muslo
 - 44 Altura de la rodilla
 - 45 Altura máxima con las piernas cruzadas
 - 46 Altura del hueso poplíteo
 - 47 Ancho de cadera
 - 48 Distancia del glúteo a la rodilla
 - 49 Distancia del glúteo al hueso poplíteo
 - 50 Alcance frontal pie-glúteo
 - 51 Distancia de las rodillas con las piernas juntas
 - 52 Distancia de las rodillas con las piernas abiertas

-
- 53 Altura de la cabeza
 - 54 Ancho de la cabeza
 - 55 Ancho interpupilar
 - 56 Largo de la mano
 - 57 Ancho de la mano sin pulgar
 - 58 Ancho de la mano con pulgar
 - 59 Altura de la mano
 - 60 Largo del pie sin zapato
 - 61 Largo del pie con zapato
 - 62 Ancho del pie sin zapato
 - 63 Ancho del pie con zapato
 - 64 Altura funcional del pie
 - 65 Largo funcional del pie
 - 66 Diámetro de empuñadura
 - 67 Diámetro máximo de la mano
 - 68 Diámetro funcional de la mano
 - 69 Distancia máxima entre pulgar y el dedo mínimo

70 Altura hincado

Por último, cabe comentar que estas setenta variables no necesariamente son setenta mediciones no necesariamente son practicadas, así como otras de las mediciones no mencionadas podrán ser debe ser en función del trabajo a ser realizado.

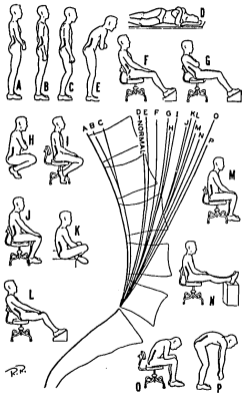
ESTUDIO DE POSTURA

El ser humano es capaz de asumir una considerable cantidad de posturas, debido a sus características estructurales y su desarrollo mental, sea en actividades laborales,

artísticas y deportivas, o en la propia ambulaci3n y reposo. Entendiéndose postura como una determinada posici3n o un conjunto de movimientos y gestos del cuerpo. Evidentemente, que se emplea aqu3 el concepto m3s amplio de postura, no solamente est3tico, sino tambi3n dinámico. La actividad de un estudiante en la escuela, un artesano o un obrero en el transcurso de su trabajo, o a3n, la secretaria o la ama de casa, son susceptibles de adquirir problemas de orden patol3gicos por una mala postura en sus diversas actividades. En este caso, el diseño del entorno ambiental puede colaborar en su soluci3n, o al contrario, en agravar el problema, pues obliga a sus usuarios a acomodarse dentro de par3metros incoherentes con la constituci3n del organismo humano. La adaptabilidad humana hace que las personas se ajusten a los muebles y equipos, cuando deber3a ser lo contrario. Es bastante conocido el hecho de que las personas utilicen alg3n objeto o un pedazo de alg3n material para apoyar sus pies cuando est3n sentadas, o a3n, tener que cambiar su posici3n normal de sentarse ante las dimensiones de una silla y una mesa, por ejemplo, y lo que implica en



Diferentes posturas de secretarías trabajando en la máquina de escribir.



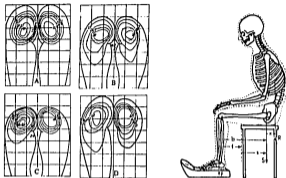
su relación.

Aunque la posición vertical denominada de actitud fundamental sea la principal característica del "homo erecto", entre las tres principales posturas, parado, sentado y acostado, la de estar sentado es la que presenta mayor interés para este trabajo. Sin embargo, merece decirse que la "posición fundamental de manera general presenta casi todos los segmentos corporales en el plano vertical y las tres curvaturas vertebrales, cervical, dorsal, y lumbar, como resultado de la adquisición de la fase erecta". (50) Durante la evaluación de la especie, el equilibrio de las grandes masas como la cabeza, el tórax y la cadera apoyados uno sobre el otro y todos sobre los miembros inferiores permitió un ahorro de energía, por consiguiente, la liberación de la misma para mayor desarrollo de las funciones cerebrales.

A niveles generales, las diferentes curvaturas de la región lumbar de la columna vertebral posibilitan la formación de diversos grados de posturas. Scherrer presenta, según gráfica adjunta, una serie de importantes alteraciones de la lordosis sacro-lumbar, incluyendo la posición

Distintos aspectos de la curvatura lumbar.

fundamental A, diferentes posiciones hasta P y apunta la posición D como la normal, correspondiendo al decúbito lateral. Ahora bien, las tres principales deformaciones de la columna, cifosis, lordosis y escoliosis, básicamente, son consecuencias de una mala postura. Otra causa de probables deformaciones por problemas de postura es la distribución del peso del cuerpo sobre las superficies corporales, principalmente en la posición sentada. La gráfica al lado, presenta cuatro situaciones diferentes: A, posición normal; B, posición enderezada; C, posición sentada con una importante flexión apoyada sobre la pierna izquierda; D, con las piernas cruzadas. (51)



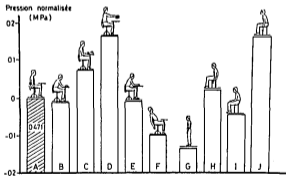
El peso propio de la estructura corporal y sus varios órganos incrementado por el peso de la ropa y zapatos, más los objetos transportados por el hombre, causan el aplastamiento de sus discos intervertebrales. Al medir la talla de una persona en la mañana y repetir la operación al final del día, se puede verificar una diferencia negativa en la segunda medición causada por un ligero

Distribución del peso del cuerpo en las superficies corporales.

aplastamiento de los referidos discos, los cuales se recuperan durante el período de reposo. Este aplastamiento es mayor o menor según el tipo de actividad del sujeto analizado, si estuvo todo el tiempo sentado, o si cargó costales de cemento arriba de la cabeza. Aparentemente, la posición sentada es una sola, con todo existe una cantidad expresiva de posturas cuyas diferencias pueden solicitar mayor o menor esfuerzo del cuerpo. La presión entre los discos intervertebrales es un factor comprobante de estas diferencias.

Scherrer presenta también una gráfica con diez posiciones diferentes comparadas por distintos niveles de presión. (52) Cada posición corresponde a la diferencia entre el valor medio (medida de 4 sujetos normales) por la referida posición y a la postura normal de referencia. Esta referencia tiene una presión igual a 0,471 MPa, siendo

1 MPa = 10^6 Newtons/m² = 10,2 kg.f/cm²
 Las diez posiciones son las siguientes: A, sentado con apoyo lumbar y brazos sueltos al lado del cuerpo; B, trabajando con escritura y con los brazos sobre la mesa; C, escribiendo a máquina; D, sosteniendo un peso de 1,2

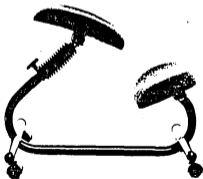


Presión en los discos intervertebrales.

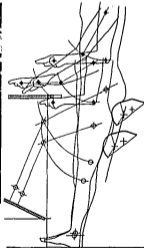
1.2 Kg. con el miembro superior derecho; E, haciendo un movimiento de un pedal con el pie y los brazos reposados sobre la mesa; F, relajado; G, en pie "cómodamente"; H, sentado naturalmente con los brazos sueltos; I, postura igual a la anterior, pero con los brazos apoyados en el muslo; J, sentado con inclinación del tronco y rotación de la pelvis.

Cabe recordar que la ley de Hooke relativa a la elasticidad de los cuerpos también se verifica en la estructura del cuerpo humano, pues una vez no respetado los límites de un determinado elemento o componente del conjunto la deformación es irreversible, lo que pasa también, a ser la causa para efectos colaterales.

Con la intención de minimizar los problemas de apoyo y mejor distribución del peso corporal se ha experimentado con una serie de soluciones; a partir de nuevas propuestas para sentarse, o proposiciones para nuevas posturas. Trátase de diseños como el New Balance Mobil de Svein Gusrud para Hag de Noruega, (53) silla para sentarse y apoyarse las rodillas o el Workers Rump-Rest Posture Chair, diseñada por Luigi Bandini Buti, Gabriel Cortili,



Silla con apoyo para rodillas, de Svein Gusrud.



Enrico Moretti, Carlo Punio Odescalchi, Isaco Hosoe y Pietro Salmoiraghi de la Società di Ergonomia Applicata de Milán, Italia. (54) Este diseño es más que nada un apoyo para las nalgas, donde la persona se semisienta dividiendo su peso entre nalgas y pies. Una solución semejante a esta fue realizada en Curitiba, Brasil, en unidades de transporte colectivo ligero, en los cuales los pasajeros viajan semiparados, simplemente apoyados con las nalgas en una banda estofada en las laterales internas del vehículo auxiliados por pasamanos. (55) Esto está siendo experimentado; solamente con el tiempo e investigaciones al respecto responderán su funcionalidad o no.

Propuesta para una nueva postura de trabajo elaborada por Bandini Buti el Alti - Silla premiada en el Concurso Internacional de Diseño de Silla, ALA de San Diego, California, Estados Unidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

35. McCORMICK, Ernest J. Ergonomia: factores humanos en ingeniería y diseño. Barcelona, Gustavo Gili, 1976. p.253.
36. SCHERRER, J. et Alti. Précis de physiologie du travail: notions d'ergonomie. 2.ed. Paris, Mason, 1981.

- p.30.
37. WAINAUT, Karl. Introducción a la biomecánica. Barcelona, Jims, 1978. p.1-9.
38. _____. p.5.
39. INSTITUTO DE DESENHO INDUSTRIAL. MUSEU DE ARTE MODERNA DO RIO DE JANEIRO. IDI. Rio, 1978. n.p.
40. FRANCONI, Jacob. Anatomía y fisiología humanas. 3.ed. México, Interamericana, 1976. p.122-128.
41. CISNEPOS, María Silvia. Palancas corporales. México, UNAM, 1982. n.p. Notas de clase.
42. FRANCONI. _____. p.139.
43. _____. p.139-143.
44. BANDINI BUTI, Luigi. La posición sentada para el trabajador. Módulo 3, jun.1983: p.11.
45. COMAS, Juan. Manual de antropometría física. 2.ed. México, UNAM, 1983. p.262.
46. VILLANUEVA SAGRADO, María. Manual de técnicas somatotipológicas. México, UNAM, 1979. p.19-23.
47. _____. p.23.
48. COMAS. _____. p.307-310.
49. LOPEZ LOPEZ, José Manuel & SANCHEZ MONROY, David. Resumen general del seminario de ergonomía. Quito, Colegio Nacional de Arquitectos del Ecuador / Índice: Centro de Investigación y diseño, 1983. p.27-28.
50. SCHERRER. _____. p.48-49.
51. _____. p.57-59
52. _____. p.60.
53. DESIGN COUNCIL. Scandinavian furniture.

Design, 413, may.1983; p.59-62.

54. BANDINI BUTI. _____. p.9-15.

55. MARCOPOLO / INVEL: Ônibus e Veículos
Especiais. Microbus urbano. Caxias do
Sul, s.f. n.p. Catálogo comercial.

Propósito del trabajo

El siguiente texto fue desarrollado por el autor durante el Seminario de Socioeconomía Nacional II, en el semestre 84/2, y se refiere a una visión socioeconómica relacionada a la construcción de los dos aparatos en cuestión.

Los aparatos antropométricos utilizados en la enseñanza y en la investigación, en países latinoamericanos tanto a nivel de uso de la antropología física y ciencias afines como para las aplicaciones en el campo del diseño, son en la mayoría de fabricación extranjera. En el medio de la antropología, medicina y del diseño son conocidos y consagrados los antropómetros de Martín y de Harpenden de fabricación suiza e inglesa, respectivamente. Otros aparatos como los estadiómetros, calibradores subcutáneos y las sillas antropométricas, inclusive los de naturaleza experimental, también son provenientes de países europeos o de los Estados Unidos y Canadá.

El hecho de que la fabricación de estos aparatos sea extranjera consecuentemente con esto la necesidad de importaciones y, la falta de tradición por parte de la mayoría de los países latinoamericanos en la fabricación de equipos semejantes, que deben ser considerados: el económico y el social.

Estos instrumentos ya consagrados internacionalmente son construídos con materiales de calidad, por medio de procesos de fabricación que garantizan al producto un buen acabado y precisión. La aceptación internacional de los aparatos mencionados, como también de otros equipos e instrumentales de investigación antropométrica, está basada en función de estos factores, pues es necesario un buen grado de precisión en el trabajo de la medición humana, con el objetivo de garantizar mayor confiabilidad en una determinada investigación. Pero el número de los fabricantes de los referidos aparatos es reducido, obviamente, por falta de competitividad los precios son elevados, además de inaccesibles a las capacidades financieras de los compradores latinoamericanos, principalmente, por parte de los investigadores que muchas veces no cuentan con apoyo oficial. Estos tienen que recurrir a las instituciones gubernamentales o privadas, que a su vez, o luchan con cuestiones presupuestales concluyendo en la compra de uno o dos aparatos cuando es necesario mucho más, o simplemente, no se interesan por el problema. Un antropómetro, por ejemplo, es una herramienta prácticamente individual, como es un estetoscopio, un vernier o un juego de compás para dibujo, los cuales permiten también, ser utilizados por más de una

Supine Measuring Table, counter-reading
measuring range 300 - 2100 mm

Infant Measuring Table counter-reading
measuring range 0 - 1200 mm

Somatotype Turntable, max. load 110 kg,
available for manual or electric operation
(voltage to be specified)

Sitting Height Table, height 760 mm, size
620 x 430 mm, height of foot rest adjust-
able, measuring height (sitting) 1130 mm

HOLTAIN Skinfold Calliper, according
TANNER-WITHOUSE, improved instru-
ments with extremely accurate readings,
measuring range 0 - 45 mm, dial divisions
1/5 mm (results comparable with other
commercially available instruments)
constant pressure 10 gm/cm² mm

No. 602

No. 4



No. 607

persona, pero no al mismo tiempo. Es importante aclarar, que la agilización de un trabajo con el objetivo de optimizar el tiempo para alcanzar mejores resultados, depende de la cantidad proporcional de los aparatos para realizarlo; cuanto más aparatos, habrá mayor número de personas y por lo tanto mayor optimización del trabajo.

Ahora bien, considerándose la situación socioeconómica de los países en desarrollo, en particular, los de América Latina, principalmente, cuanto a problemas relacionados a importaciones y la necesaria protección de sus divisas, seguir importando estos aparatos parece ser absurdo. Allá del elevado costo correspondiente al producto, haciendo con que se tome la decisión de comprar menos y el trabajo científico, la importación permite la salida de divisas, tan necesaria para el equilibrio económico de cada país.

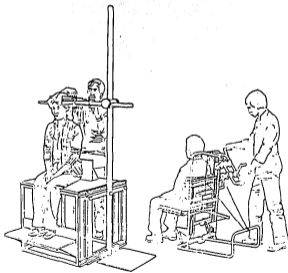
A título de ilustración, un antropómetro Harpenden cuesta actualmente \$2,000.00 dólares aproximadamente*, sin los costos de

*Información de importadores.

Catálogo de productos de importación para mediciones antropométricas. Fragmento.

importación y transporte, cuantía equivalente a cuatro meses de salario de un profesor universitario de tiempo completo y de nivel mediano de la Universidad Nacional Autónoma de México*. Una silla antropométrica Harpenden cuesta cerca de \$2,700.00 dólares aproximadamente*, con la observación de que permite apenas dos mediciones del hombre en la posición sentada, respectivamente, la distancia de la planta de los pies al hueco plopíteo -escalonada de 5 en 5 centímetros- y la distancia de las nalgas al vertex de la cabeza. Ver análisis de la silla Harpenden en la parte (B).

La fabricación de estos aparatos en estos países será de gran utilidad para fomentar la independencia económica y tecnológica, en el sentido de posibilitar el desarrollo de investigaciones científicas del área. Se crea entonces un espacio que posibilite mediciones, de cantidades significativas de miembros, de una población, y posteriormente la respectiva publicación y difusión de resultados, colaborando también para que se disminuya la salida de divisas. Actualmente, todos los profesionales del diseño, arquitectura, ingeniería y otras actividades creativas y constructivas dedicadas al dimensionamiento y configuración del entorno, utilizan publicaciones



extranjeras como Dreyfuss, Panero, Woodson, Neufert, etc., que además de los elevados precios, transmiten las informaciones de una distinta realidad física, social y cultural. Por lo tanto, la importancia de este problema tiene mayor amplitud, pues rebasa la propia fabricación de aparatos de esta naturaleza en sí mismos, posibilitando un mayor desarrollo científico, tecnológico y cultural. Este último aspecto es de gran importancia, principalmente en el sentido de que, las condicionantes más determinantes deben estar orientadas a la identificación de las características del pueblo latino, en cuanto al uso de los materiales, procesos de fabricación existentes en cada país y la configuración, así como la forma de uso, transporte y comunicación general con estos instrumentos.

En el caso de la presente propuesta de fabricar un sistema antropométrico, constituido de un aparato basado en la conocida silla antropométrica, también llamada antropómetro sedante, capaz de permitir mediciones en la posición sentada y en la posición de pie. Este sistema, por contar con una silla que tiene acoplada a ella un antropómetro semejante al de Martin, un compás con

Dibujo de los dos aparatos.

distintas ramas, además de accesorios para medición de los pies, empuñadura, diámetro de los dedos y circunferencias, posibilita una agilización del trabajo en las mediciones estáticas del hombre, mediante el manejo del sistema cartesiano ortogonal por medio de ejes y piezas deslizantes. Un segundo aparato sin relaciones directas con el primero, cumple la función de verificar los diferentes niveles de confort en la posición sentada, aportando datos para la goniometría y permitiéndose que distintos tipos de asientos y respaldos puedan ser probados por otros investigadores en esta área de conocimiento y por todos los diseñadores en general.

Para la fabricación de estos dos aparatos y sus respectivos accesorios no se plantea una línea de producción industrial en escala significativa, porque no se justifica una inversión de capital e instalaciones específicas para tal realización. La propuesta está basada en un sistema de participación colectiva, lo que permitirá una división de tareas a pequeños fabricantes finalizándose en una ensambladora para los acabados y distribución. Este tipo de división del trabajo y la consecuente división de recursos provenientes de las ventas, permite una mejor distribución de riquezas a más de colaborar para un

mejor proceso de desarrollo social. Esta forma más socializadora del trabajo, a ejemplo de pequeñas ciudades suizas y alemanas que se dedican totalmente a la fabricación de relojes e instrumentales médicos de precisión, se puede fomentar en algunas pequeñas ciudades de los países latinos, con el objetivo de participar en el proceso de desarrollo de la pequeña y mediana empresa de pequeñas comunidades, y así, evitar las grandes concentraciones urbanas. Otra alternativa sería la construcción de los referidos aparatos en forma de cooperativas para las diversas escuelas de diseño y otros cursos que presentan la carencia de estos instrumentos de trabajo. En reciente investigación hecha por el autor de este trabajo, junto a todas las escuelas de diseño industrial de América Latina, se constató que una cifra superior al 95% de las mismas no tienen un laboratorio ergonómico para su enseñanza y sus investigaciones, lo que impone la urgente necesidad de su implementación.

B

SISTEMA ANTROPOMETRICO PARA
MEDICIONES ESTATICAS DEL HOMBRE EN LA
POSICION SENTADA Y EN PIE

Antes de proponer el referido sistema para mediciones de cualquier segmento lineal del cuerpo humano, se presentan algunos antecedentes, un análisis del antropómetro sedente o la conocida silla antropométrica tradicional y las respectivas alternativas para su solución.

ANTECEDENTES

El principal antecedente observado y que inspiró, básicamente, el diseño de este sistema es la Silla Antropométrica de Harpenden, complementado por el antropómetro, ampliamente utilizado por los antropólogos. La Silla Harpenden cumple el objetivo de posibilitar la medición de la altura de una persona en la posición sentada, pues está diseñada para eso, aunque esté capacitada para medir apenas dos variables: la distancia de las nalgas al vertex de la cabeza y la distancia de los pies al hueso popliteo.

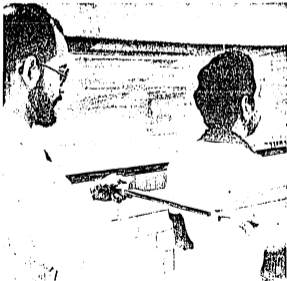
Los antropómetros tipo Martín y Harpenden son antecedentes de éste sistema, porque utilizan componentes semejantes. El antropómetro es un instrumento sencillo para medir a los seres humanos, constituido de una serie de segmentos metálicos acoplables entre sí hasta formar una sola barra de dos metros de largo, complementados por una parte móvil capaz de registrar medidas

en milímetros. Los más conocidos son los llamados antropómetros de Martin y de Harpenden. Los primeros, tienen grabado una escala en milímetros a lo largo de los segmentos, mientras que los de Harpenden, tienen un lector digital que los vuelven más cómodos y más rápidos para trabajar, debido a su fácil lectura, pero con posibilidades de mayores riesgos de desajustarse, agravados por el problema de tener que sumar los largos de las barras que se añaden, pues solamente una tiene escala milimétrica. (56)

En México, se han hecho algunas experiencias en el sentido de construir equipos semejantes. El arquitecto Héctor García Olvera, alrededor de 1980, desarrolló un trabajo relativo al diseño de mobiliario escolar, cuya obra titulada, Presencia Física del Hombre en los Objetos Habitables: antropometría y diseño, reporta sobre una experiencia de medición antropométrica de niños, que bien caracteriza un profesional del diseño por el equipo empleado. (57) García Olvera utilizó un tablero vertical reticulado y "una regla universal para conseguir el debido control anatómico o especial sobre el cuerpo del niño en



Medición de un niño por medio de un tablero vertical rayado y una regla universal.



medición", (58) complementado por dos sillas especiales de diferentes tamaños. El mismo arquitecto, años más tarde propone un tipo de antropómetro, semejante a los portátiles, pero con la característica de transformarse en estadiómetro, o sea, fijo a una base especial, por consiguiente, estable.

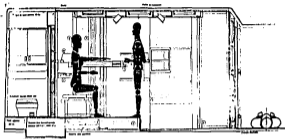
En la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, el antropólogo Mario Antonio Stoute Hassan viene desarrollando importantes investigaciones desde 1981, con la creación del Área de Factores Humanos en el Departamento de Tecnología de la División de Ciencias y Artes para el Diseño, cuya principal importancia es el diseño de una nueva versión del conocido antropómetro. Stoute propone un acoplamiento de apenas tres segmentos, con aproximadamente 70 centímetros de largo en lugar de cuatro, y modificaciones en las distintas ramas del compás para mediciones de los varios anchos. El largo mayor de los segmentos del nuevo antropómetro facilita bastante el trabajo cuando es adaptado como compás. Además de eso, se diseñó un compás de ramas planas, que tiene como función catalogar anchuras de manos, boca, etc. (59) En la misma universidad, pero

Antropómetro de Mario Stoute.- detalle.

en la Unidad Azcapotzalco, se está haciendo una experiencia de utilizar tubos de PVC en la construcción de antropómetros, con el objetivo de reducir su costo. Las escalas milimétricas serán grabadas por calor.

Otro trabajo desarrollado en México, aunque a nivel de propuesta y sin construcción de modelos y prototipos, es la tesis de Luis Gerardo Miranda Martín del Campo, para la obtención del título de Licenciado en Diseño Industrial en la UNAM, Miranda presentó en 1982, un proyecto de un Laboratorio para Estudios Antropométricos en un Minibus, con instrumentos para mediciones de pies y manos, circunferencias y registro fotográfico. El proyecto prevee también la instalación en el Laboratorio de una minicomputadora, escalas magnéticas, de cuatro cámaras fotográficas Nikon FM, cuatro reflectores de cuarzo, cuatro luces estroboscópicas e iluminación de pantallas. (60)

El diseñador industrial Manuel Alvarez Fuentes, cuando en Inglaterra, con ocasión del curso de maestría en el Royal College, desarrolló junto a



Laboratorio de Estudios Antropométricos en un Minibus, de Luis Miranda - corte longitudinal.



Philippe Lalande, una nueva cinta para mediciones de circunferencias en el cuerpo humano, (61) con el objetivo de realizar instrumentos para la medición y evaluación del estado nutricional en niños menores de siete años.

En el Instituto de Investigaciones Antropológicas - IIA de la UNAM, se hizo una versión mejorada de la Silla Harpenden pues, adicionalmente a la lectura de la distancia de las nalgas al vertex, mide de las nalgas al hueso popliteo. Otra ventaja de esta silla es el hecho de que el apoyo para los pies tiene ajuste continuo, lo que permite, primeramente, posicionar más adecuadamente al sujeto y, poder verificar con exactitud la dimensión entre los pies y el hueso popliteo.



APARATOS AJUSTABLES

La construcción de aparatos ajustables han sido llevados a cabo con éxito, por ejemplo, W. E. Martin, 1955 y J. Dillon, 1976, también antropómetros capaces de suministrar lectura electrónicamente y alimentar automáticamente a una computadora, que

Cinta para medición de circunferencias.

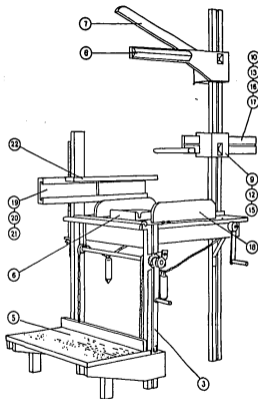
Versión del IIA basada en la Silla Harpenden.

a su vez, permite hacer directamente todos los cálculos y análisis estadísticos. Pero, evidentemente, con un elevadísimo costo y difícil acceso comercial, a más de las inconvenientes importaciones. (62)

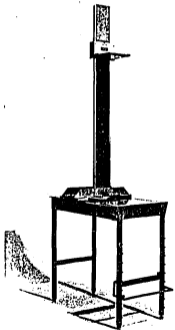
La solución para este problema es fomentar el desarrollo de nuevos proyectos y su construcción en países de América Latina atendiendo la realidad socio económica de cada medio, sin que esto signifique que los aparatos deban ser sofisticados.

SILLA AJUSTABLE ARGENTINA

En Argentina, Jorge Ortiz, Ricardo Detarsio, Carlos Kahler, Juan Carlos Hiba y Marina de Luca, desarrollaron una significativa investigación dirigida a diseñadores y fabricantes de mobiliario escolar argentino. Para el denominado Relevamiento Antropométrico para el Diseño de Sillas y Mesas de trabajo, se utilizó un equipo especialmente diseñado constituido de una silla ajustable, un calibre tipo pie de rey de gran tamaño, un banco para pie ajustable, una cinta métrica metálica y una columna graduada con brazo deslizante. El equipo fue



Silla ajustable de Jorge Ortiz et Alii.



proyectado y realizado en el Instituto de Diseño Industrial argentino. Fue construido, básicamente, en madera y las escalas graduadas son de acero inoxidable. Los indicadores de aluminio fueron pintados de rojo para su rápida identificación. Unos palpadores accionan dos microswitch que activan un circuito de indicación luminosa para garantizar uniformidad en la presión de contacto entre el palpador y el hueco poplíteo. Los indicadores luminosos son alimentados por baterías de cuatro pilas de 1,5 v cada una. (63)

ANÁLISIS DE LA SILLA ANTROPOMÉTRICA TRADICIONAL

El antropómetro sedente de Harpenden es la silla antropométrica tradicional conocida internacionalmente. Considerando la época en que fue diseñada y las varias décadas de servicio a la comunidad científica, este equipo cumplió su objetivo. Sin embargo, considerando las varias necesidades de mayor cantidad de informaciones para el diseño de los distintos tipos de sillas y de nuevos puestos de trabajo, el referido equipo ya está superado, a causa de las pocas

Silla antropométrica Harpenden.

posibilidades de medición que ofrece. En la realidad, este aparato posibilita solamente una medición, o sea, la distancia de las nalgas al vertex de la cabeza, pues la variable relativa a la distancia de la planta de los pies al hueco poplíteo es verificable en estadios de 5 a 5 centímetros. La falta de movimiento continuo imposibilita realizar esta medición, permitiendo apenas una información aproximada. Adicionalmente de su tamaño y forma ya antigua, es excesivamente cara en función de la mínima versatilidad de trabajo que proporciona. Con todo presenta un excelente mecanismo de desplazamiento vertical por medio de cremallera, engrane y un contador digital.

ALTERNATIVAS

Después de los análisis y antecedentes del producto que, justifican un rediseño del mismo; así como el estudio de productos similares para una mejor comprensión, indican la necesidad de generar alternativas. Estas son parte del desarrollo de una metodología proyectual aplicada a este producto y se establecen a través de los factores directamente involucrados y del producto propiamente dicho.

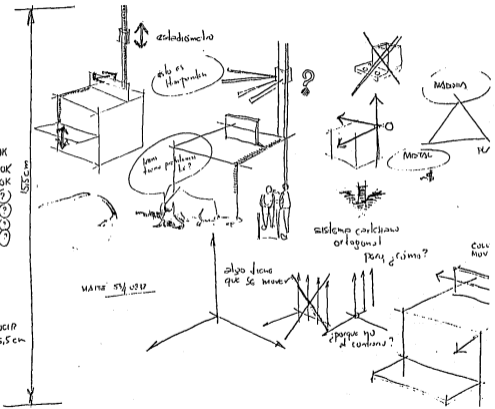
Las técnicas empleadas para generar las referidas alternativas fueron,

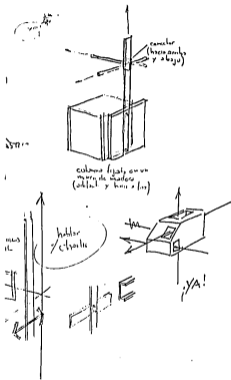
básicamente, las de la creatividad, utilizándose la heurística como herramienta para la búsqueda de una solución.

Con el objetivo de simplificar la presentación de las alternativas durante la fase de desarrollo del proyecto, se optó en este trabajo, por la reducción en xerox de uno de los más significativos documentos durante esta importante fase: una hoja de papel de estudios con el registro de conversaciones, explicaciones y discusiones con los compañeros de la maestría, profesores, director de tesis, técnicos de los varios talleres de laminados, metalmecánica, maderas y plásticos, como también, con algunos investigadores de Diseño Industrial y del área de Ergonomía. Ver dibujos en la página siguiente.

La respectiva evaluación de las distintas alternativas apuntó el uso del sistema cartesiano ortogonal, por medio de un eje vertical deslizante sobre un marco cuadrado, también deslizante lateralmente sobre una estructura que sostiene todo el sistema móvil y posibilita una serie de mediciones. El uso de diversos materiales fue establecido en función de una mejor adaptabilidad de cada uno de ellos según los respectivos procesos constructivos, resistencia y configuración.

- ✓ pies OK
- ✓ metalps OK
- ✓ varcos OK
- andas
- circund.
- perfiler
- stemen





DESCRIPCION DEL PROYECTO

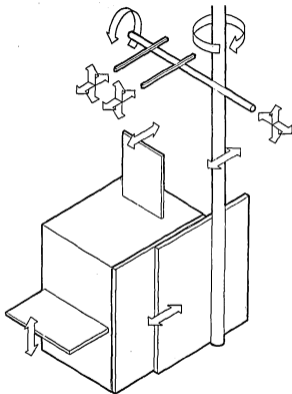
EL SISTEMA ANTROPOMETRICO PARA MEDICIONES ESTATICAS DEL HOMBRE EN LA POSICION SENTADA Y EN PIE, constituye de componentes fijos y móviles. Básicamente el sistema está organizado en función de una estructura fija y presenta los siguientes componentes fundamentales:

- estructura cúbica;
- apoyo ajustable para los pies;
- carro (triangular) ajustable para recostar la región sacra-coccígea;
- dos marcos cuadrados;
- columna vertical;
- tubo horizontal;
- piezas conectoras;
- accesorios;

El desplazamiento de uno de los marcos, de la columna vertical y del tubo horizontal, por medio de las piezas conectoras y auxiliados por algunos accesorios, permite medir cualquier variable lineal correspondiente a las tres coordenadas del sistema cartesiano ortogonal (X; Y; Z). La estructura está diseñada con capacidad para recibir y sostener cualquier individuo, desde un niño pequeño con edad igual o superior a dos años, a un individuo grande y pesado. El apoyo para los pies y el carro de perfil triangular sobre la superficie horizontal de la estructura son ajustables en forma continua y permanente.

ESTRUCTURA

La estructura cúbica consiste de tubos de hierro de sección cuadrada, soldados y constituyendo un solo cuerpo. Esta estructura permite la instalación de una tapa horizontal de madera, revestida con fórmica y definiendo el denominado plano horizontal de referencia, que permite al sujeto sentarse sobre ella. Este apoyo horizontal posee dos canales para posibilitar el desplazamiento de un pequeño carro de perfil triangular también revestido en fórmica, con la finalidad de auxiliar en la medición de la distancia del hueco poplíteo a las nalgas. El apoyo para los pies se constituye de un escalón de madera revestida con fórmica y deslizando verticalmente para permitir ajustarse a la medida correspondiente a la distancia de los pies al hueco poplíteo, cuando el sujeto esté con el muslo en posición horizontal. El desplazamiento vertical del escalón es realizado por medio de un gato mecánico utilizado en la Combi Volkswagen. Para mantener perfectamente estable todo el conjunto, la estructura tiene un dispositivo telescópico que sale de dentro de la base cuadrada, hacia adelante y abajo del escalón. Tanto en la tapa horizontal de madera como en el



Dibujo esquemático del sistema.

poste vertical derecho de la estructura se encuentran instaladas dos escalas milimétricas para las mediciones: distancia del hueco poplíteo a las nalgas y de los pies al hueco poplíteo. El plano horizontal de referencia y el plano de apoyo de los pies se encuentran reticulados perpendicularmente con módulos de 10 y 5 centímetros, respectivamente, con el objetivo de auxiliar en rápidas observaciones, medir por medio de elementos auxiliares y presentar el carácter de un instrumento ergonómico. Estos planos se encuentran protegidos por delgadas láminas de acrílico transparente.

Abajo de la tapa horizontal y colgados en la estructura se encuentran dos cajones de madera, A y B, en los cuales serán guardados los materiales de trabajo como fichas, papeles, etc., y los accesorios para mediciones de alcance circular de los dedos, para los diámetros de los mismos y cintas flexibles para mediciones de circunferencias.

La parte móvil del sistema está constituida por dos marcos que actúan en conjunto. Estos marcos cuadrados están contruidos en tubos de aluminio de sección rectangular y unidos por tornillos tipo Allen. El primer marco se fija en la cara lateral izquierda de la estructura y está cortado en una de

están contruidos en tubos de aluminio de sección rectangular y unidos por tornillos tipo Allen. El primer marco se fija en la cara lateral izquierda de la estructura y está cortado en una de sus fases, permitiendo el desplazamiento de ejes fijados en el segundo. Por lo tanto, el segundo marco se desplaza lateralmente sobre el primero, hacia adelante y atrás, $2/3$ y $1/2$ de su longitud, respectivamente. De la misma forma, el segundo marco permite el desplazamiento lateral de la columna vertical en toda su longitud.

COLUMNA

La columna vertical móvil es el eje Z del sistema cartesiano ortogonal. Esta columna de aluminio, de sección circular y desmontable en tres partes, permite el desplazamiento vertical de una pieza conectora hecha en teflón con perillas para fijarla en la posición deseada, y con capacidad de un giro de 360° alrededor del mismo. En esta columna se encuentran instaladas dos escalas milimétricas para mediciones en la posición sentada y en pie. La primera, a partir del plano horizontal de referencia, y la segunda a partir de una base de madera revestida de fórmica y apoyada en el piso. Esta columna está basada en el antropómetro tipo Martin y funciona como estadiómetro por su posición estable cuando es necesario.

TUBO HORIZONTAL

El tubo horizontal también de aluminio y de sección circular, puede girar alrededor de su propio eje y dentro de la pieza conectora con el tubo vertical, con el objetivo de facilitar las mediciones de los distintos anchos. Este tubo recibe dos piezas menores hechas también en teflón, que a su vez, reciben las ramas rectas o curvas para formar el compás o "vernier" para mediciones de anchos y diámetros. Una escala milimétrica colocada a lo largo de una barra auxiliar de sección circular y paralela a la primera, tiene la finalidad de proporcionar un cero absoluto en cualquier posición del compás sin desplazar el tubo horizontal.

ACCESORIOS

Las varias ramas del compás son de aluminio. Las ramas rectas permiten la instalación de pequeños planos de acrílico para auxiliar en mediciones específicas de interés de los diseñadores, tales como, los anchos totales del hombro, de la cadera o de la distancia entre los codos paralelos al cuerpo o con los brazos en la horizontal.

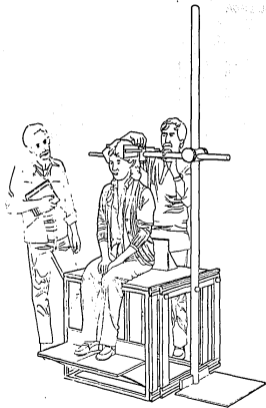
ACABADOS

Finalmente, en cuanto a los acabados de los diversos materiales, se presenta esquemáticamente las características principales de los mismos:

-
- estructura metálica pintura gris oscuro, cálido y mate;
 - apoyo para los pies madera terciada (contraplacada) revestida de fórmica;
 - carro triangular madera terciada (contraplacada) revestida de fórmica;
 - fórmica dos tonos de azul para las distintas fases horizontales y verticales;
 - tubos de aluminio anodizado natural;
 - piezas de teflón blanco pulido;
 - perillas de nylon negro pulido;
 - soportes hule negro;
 - acrílico incoloro transparente;
 - escalas impresas serigráficamente.

PLANOS

1. Perspectivas
2. Vistas
3. Despiece
4. Tabla de materiales

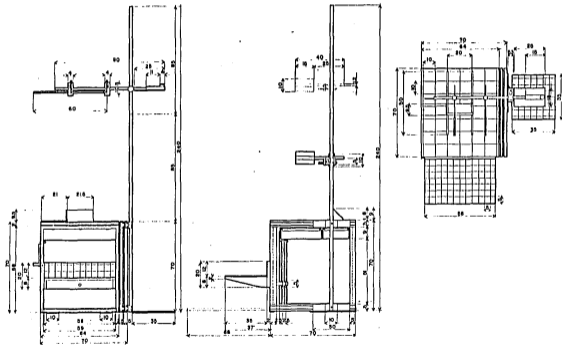


VISTAS

ANTERIOR

LATERAL IZQUIERDA

SUPERIOR



DESPIECE

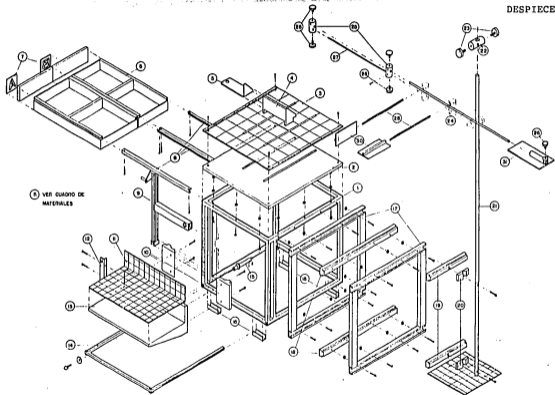
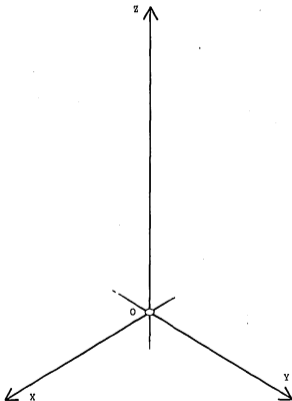


TABLA DE MATERIALES

	DESCRIPCION	No. PZAS.	MATERIAL	PROCESO	ACABADO
1	Estructura	14	Tubo 1"	Corte-Suelda-Barreno	Pintura
2	Plano Horizontal Ref.	1	Madera Terciada	Corte-Fresa	Rec. Melamina
3	Superficie Protectora	1	Acrílico 3 mm	Corte-Fresa-Barreno	Pulido
4	Carro Triangular	1	Madera Terciada	Corte-Ensamble-Sujeción	Rec. Melamina
5	Lector Digital Superior	1	Acrílico 6 mm	Corte-Doblez-Barreno	Pulido
6	Cascones	2	Madera Terciada	Corte-Ensamble-Pega	Rec. Melamina
7	Placas Distintivas	2	Acrílico 3 mm	Corte-Grabado	Pulido
8	Rieles para Cascón	4	Lámina Calibre 20	Corte-Doblez-Barreno	Pintura
9	Elevador	1	Gato Mecánico de VW		
10	Rieles para Escalón	2	Madera Terciada	Corte-Ensamble-Ajuste	Rec. Melamina
11	Superficie Protectora	2	Acrílico 3 mm	Corte-Fresa-Pega	Pulido
12	Lector Digital Inferior	1	Acrílico 6mm	Corte-Doblez-Barreno	Pulido
13	Escalón Ajustable	1	Madera Terciada	Corte-Ensamble-Ajuste	Rec. Melamina
14	Estabilizador	1	Tubo 3/4"	Corte-Fresa-Suelda	Pintura
15	Eje Conector	1	Barra Cold Rolled	Corte-Torno	Favonado
16	Sostén "Patasa"	4	Pzas. 1 1/4" Plástico o Hule	Corte-Barreno-Remache	
17	Marcos	8	Tubo Aluminio 2"x1"	Corte-Fresa-Barreno	Anodizado
18	Rieles 70	2	Nylon	Corte-Fresa-Barreno	
19	Rieles 35	2	Nylon	Corte-Fresa-Barreno	
20	Conector Riel/Tubo	2	Nylon	Corte-Fresa-Capillo-Barreno	
21	Columna Vertical	3	Tubo Aluminio 1 1/2"	Corte-Barreno-Fresa-Torno	Anodizado
22	Pieza Conector Mayor	1	Teflón Blanco	Corte-Torno-Barreno	
23	Perilla Mayor	2	Nylon Negro	Corte-Fresa-Barreno-Torno-Inserción	
24	Barra Horizontal	1	Tubo Aluminio 3/4"	Corte-Fresa	Anodizado
25	Pieza Conector Menor	2	Teflón (Blanco)	Corte-Torno-Barreno	
26	Perilla Menor	5	Nylon Negro	Corte-Torno-Fresa-Barreno-Inserción	
27	Barra Auxiliar	1	Barra Aluminio 1/2"	Corte-Barreno	Anodizado
28	Rama Recta	2	Barra Aluminio 3/8" x 1/16"	Corte-Fresa	Anodizado
29	Rama Curva	2	Barra Aluminio 3/8" x 1/16"	Corte-Fresa-Doblez-Calandreo	Anodizado
30	Plano Auxiliar "A"	2	Acrílico 3 mm	Corte-Pega	Pulido
31	Plano Auxiliar "B"	1	Acrílico 3 mm	Corte-Pega	Pulido



MODO DE UTILIZACION

La aplicación del sistema cartesiano ortogonal y el advenimiento del eje vertical deslizante paralelamente a la cara lateral izquierda de la estructura cúbica, posibilitaron extender el número de variables alcanzadas por otros aparatos. El Sistema Antropométrico para Mediciones Estáticas del Hombre en la Posición Sentada y en Pie, proporciona la posibilidad de realizar cualquier medición en los tres ejes axonométricos (X; Y; Z). Ante esta situación tórnase innecesario relacionar las posibles variables. Comentándose que, el aparato sirve para cualquier estudio de investigación antropométrica específica y que cada uno de éstos deberá tener su propia rutina de trabajo. Sin embargo, se presenta una secuencia natural del procedimiento de uso del referido sistema, para dos posiciones bastante usadas en mediciones.

POSICION SENTADA

El sujeto debe sentarse con el hueco poplíteo en ligero contacto con el borde anterior del plano horizontal de referencia.

Una vez acomodado, el primer paso es

Sistema cartesiano ortogonal (X;Y;Z).

ajustar el escalón como apoyo para los pies hasta que el muslo se vea horizontalmente. A partir de eso, se pueden hacer las mediciones de los pies y de la distancia de los mismos al hueco poplíteo. Esta operación se hace del lado derecho y en frente del aparato.

El segundo paso es ajustar el carro triangular y hacer la medición del hueco poplíteo a las nalgas. Para eso, el sujeto debe estar sentado con la espalda recta. Esta operación también se hace del lado derecho del aparato.

El tercer paso se constituye de todas las mediciones de la fase posterior del sujeto, como la distancia de las nalgas al vertex de la cabeza, los varios anchos y alturas a determinados puntos, así como, los alcances máximos y funcionales. Esta operación se hace en la fase posterior del aparato y con la utilización de la columna y compás.

El cuarto paso se hace del lado izquierdo del aparato, incluye cualquier medición lateral del sujeto, inclusive de los alcances máximos y funcionales de manos y pies; como por ejemplo, alcances horizontales hacia el frente, y verticales.

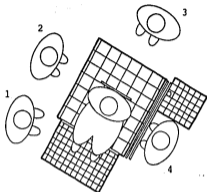
Movimientos del operador.

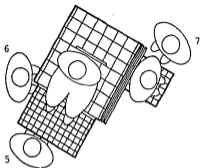
1

2

3

4





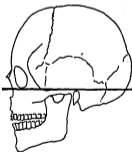
5
6
7

El quinto y último paso para mediciones en la posición sentada con los componentes del sistema, se hace en la posición en frente del aparato y del sujeto para la toma de datos de las variables de la fase anterior del sujeto.

A continuación, se pueden hacer las mediciones de las varias circunferencias como de la cabeza, del pecho, etc., y de los diámetros y alcances circulares de los dedos.

POSICION EN PIE

Las mediciones del sujeto en la posición parada se hacen en la cara lateral izquierda del aparato, inmediatamente en frente a la columna vertical. El sujeto debe pisar en el plano horizontal reticulado que va apoyado en el suelo, con sus talones recostados en el plano vertical correspondiente, permaneciendo en la denominada posición fundamental y ligeramente en contacto con la columna vertical. La cabeza debe estar orientada de acuerdo con el plano aurículo orbital "...adoptado en 1884,



Movimiento del operador y del sujeto desde la posición sentada para la posición en pie.

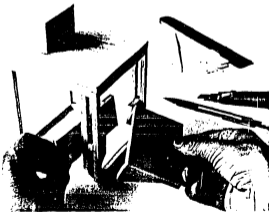
Colocación del cráneo en referencia al plano de Frankfort.

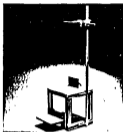
que es tangente a los puntos porion-orbital". (64) La operación debe seguir como si el operador trabajara con un estadiómetro tipo Martin, para completar la serie de mediciones que le faltaba en la posición sentada, principalmente, los alcances máximos y funcionales de manos y piernas.

Aunque se presente una evaluación al final de la parte B, hay que considerar que la verificación de un nuevo producto debe pasar por un tiempo significativo de rígidas pruebas y evaluaciones, principalmente, cuando se propone su industrialización y distribución al mercado. Considerando que este trabajo fue realizado para satisfacer las exigencias universitarias, para la obtención del grado de MDI - Maestro en Diseño Industrial, área de Ergonomía, dentro de un tiempo previsto y las referidas pruebas superarían este período. Se pretende posteriormente como continuación del desarrollo del presente producto realizar mediciones experimentales de determinadas poblaciones; el objetivo de esta etapa es el de elaborar un Manual de Uso que, llevará aproximadamente un año.

REPORTE DE CONSTRUCCION DE MAQUETA

Para poder analizar mejor el problema





y Verificar los tipos de mecanismos, configuración y procedimientos del uso, se recurrió a la construcción de una maqueta de estudios, con todos los movimientos en funcionamiento. La maqueta permitió observar y proponer nuevos dimensionamientos, simplificaciones de algunos mecanismos y orientar al procedimiento en las mediciones reales por medio de simulaciones con muñecos a escala 1:6 en relación a la humana. El ser humano representado por el muñeco tiene una altura de 1.75 m.

Las fotografías presentadas muestran la dinámica de los componentes del sistema antropométrico, presentando variaciones de altura del escalón para apoyo de los pies, del carro triangular ajustable a la distancia del hueco poplíteo a las nalgas, así como, variaciones en el antropómetro y en el compás para mediciones posteriores, laterales y anteriores de las personas.

REPORTE DE CONSTRUCCION DE PROTOTIPO

En la construcción del prototipo se utilizaron los talleres de Laminados, Metalmecánica, Maderas y Plásticos, de la Unidad Académica de Diseño

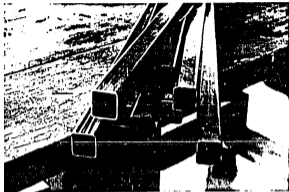
Fotografías de la maqueta con varios ajustes.

Industrial de la UNAM.

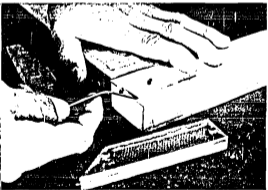
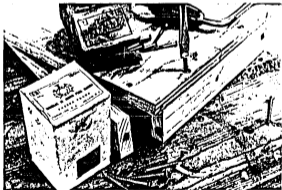
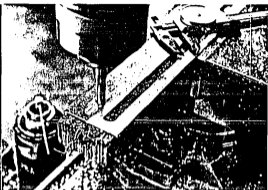
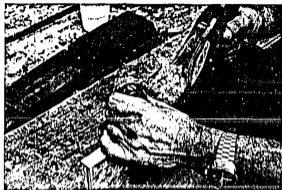
Para su elaboración se realizaron entre otras tareas, trabajos de corte, doblado, fresado, soldadura, torno y diversas formas de acabado como revestimiento de fórmica, pintura, pulido, impresión, etc..

Este trabajo tuvo una duración aproximada de seis meses, concomitantemente a la construcción del aparato que se presenta en la tercera parte de este trabajo; a partir del término de todos los créditos exigidos como requisitos mínimos para obtener el grado de MDI - Maestro en Diseño Industrial, área de Ergonomía.

Preséntanse a continuación, algunos detalles de la construcción y operación del aparato en diversas máquinas y herramientas.



Fotografías del prototipo en etapa de construcción.



EVALUACION

El presente diseño fue evaluado bajo distintas formas de pruebas, algunas a nivel conceptual, otras de carácter práctico. En el ámbito conceptual, se presentó públicamente en forma de pláticas y seminarios, donde los presentes tuvieron la oportunidad de cuestionar sobre el proyecto en cuanto a su definición, configuración, los materiales y las diversas tecnologías a ser empleadas como también, del procedimiento en su utilización y los propósitos del referido sistema. Las varias preguntas, problemas y sugerencias presentadas fueron anotadas, analizadas, muchas de ellas, debidamente absorbidas durante el desarrollo del mismo. Entre las diversas presentaciones se mencionan las siguientes: I Encuentro Nacional de Estudiantes de Diseño Industrial - ENEDI, Guadalajara, 1983, cuyo resumen fue publicado en la revista Boceto; (65) Seminario de CONESCAL - Construcciones Escolares para América Latina; Seminario de Ergonomía en Bogotá y Quito, 1983; (66) Semana de Estudios "EXPO DISEÑO 84", en la UDG - Universidad de Guadalajara, Jalisco, 1984; Semana de Estudios, área de Ergonomía, en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 1984; y en la Sociedad Mexicana de Ergonomía, 1985. (67) Paralelamente, algunos planos técnicos, perspectivas, exposición de

motivos y maqueta fueron expuestos públicamente en los siguientes eventos: Seminario sobre Nutrición y Crecimiento, Querétaro, 1983, promovido por la OEA/UNESCO; "Un Año de Trabajo 83", exposición de la producción académica de la UADI y Posgrado en Diseño Industrial de la UNAM, Museo de Artes y Ciencias, Ciudad Universitaria, 1983; "Un Año de Trabajo 84", evento similar al anterior y correspondiente al año de 1984 (avance del estudio); I Exposición Latinoamericana de Diseño Industrial, Museo de Arte Moderno, Rio de Janeiro, Brasil, evento paralelo al III Congreso de la ALADI - Asociación Latinoamericana de Diseño Industrial, 1984; y en el III Coloquio Juan Comas, Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM, 1984.

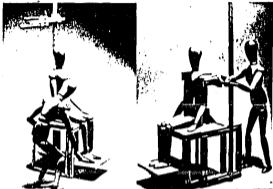
Las pruebas de carácter práctico fueron realizadas por medio de experimentación y simulación espacial, cuyos instrumentos fueron: una mesa cúbica de 70 centímetros de aristas, y, elementos de madera para verificar la funcionalidad del sistema cartesiano ortogonal aplicado en el referido diseño. Varios estudiantes del curso de Licenciatura en Diseño Industrial colaboraron en este acontecimiento, actuando como sujetos a ser medidos, o como operadores midiendo y obteniendo datos experimentales.

Otra forma de evaluación fue por medio

de la verificación de la mayoría de las variables conocidas utilizándose una maqueta y dos maniqués articulables en escala 1:6. Las variables referidas mencionadas en el capítulo Comentarios sobre Estudios de la Posición Sentada.

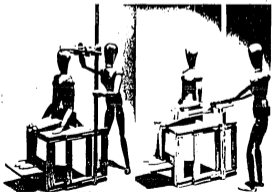
Por último, se verificó aún a nivel de simulación, ya con el prototipo construido, las capacidades de funcionamiento, precisión y manejo por parte del operador del aparato propuesto.

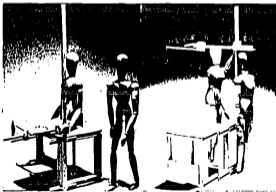
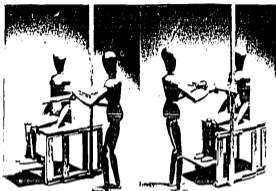
Simulación de medición por medio de maqueta y maniqués a escala 1:6.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

56. VARGAS, Luis Alberto y CASILLAS CUERVO. . p.19-20.
57. GARCIA OLIVERA, Héctor. Presencia del hombre en los objetos habitables: antropometría y diseño. México, UNAM, 1980. p.136-142.
58. . p.135.
59. YADISLAO, Ulises. El antropómetro. Información científica y tecnológica, v.6, 99, México, dic.1984. p.52-54.
60. MIRANDA MARTIN DEL CAMPO, Luis Gerardo. Laboratorio de estudios antropométricos. México, UNAM, 1982. p.25-25A. Tesis de Licenciatura en Diseño Industrial.
61. LALANDE, Philipp et Aii. Instrumentos para





medición de circunferencias y malaquistómetro. London, RCA, 1974. n.p. Documento manuscrito.

62. VARGAS y CASILLAS CUERVO. _____. p.24.
63. ORTIZ, Jorge et Alii. Relevamiento antropométrico para el diseño de sillas y mesas de trabajo. Módulo, 4, San José de Costa Rica, oct.1983: p.9-15.
64. COMAS. _____. p.381-382.
65. FONTOURA, Ivens. Estudio para un sistema antropométrico. Boceto, 3, Guadalajara, abr.1984: p.13-15.
66. _____. Estudio para un sistema antropométrico: memoria del seminario de ergonomía. Quito, Colegio Nacional de arquitectos del Ecuador / Índice: Centro de Investigación y diseño, 1983. n.p.
67. _____. Diseño y ergonomía: diseño de dos aparatos para medición humana en la posición sentada. México, Asociación Mexicana de Ergonomía, 1985. En publicación.

C

APARATO PARA VERIFICACION DE DISTINTOS NIVELES DE CONFORT EN LA POSICION SENTADA

La presentación del APARATO PARA VERIFICACION DE DISTINTOS NIVELES DE COMODIDAD EN LA POSICION SENTADA es similar a la del Aparato de la segunda parte. Para una mejor comprensión se incluye un breve análisis del problema de la evaluación de los niveles de comodidad.

ANTECEDENTES

Uno de los problemas en el desarrollo de investigaciones de esta naturaleza es la escasez de informaciones al respecto, consideradas las publicaciones especializadas. El factor más relevante en este problema es que la mayoría de los artículos publicados en revistas del área Ergonómica, por ejemplo, casi nunca reportan sobre los equipos utilizados en las investigaciones que divulgan, concentrándose con mayor énfasis en el marco teórico y en los datos obtenidos.

Con todo, se presentan en las páginas siguientes algunas reproducciones de aparatos y simuladores detectados en investigaciones bibliográficas, aunque varien sus objetivos y usos posteriores. Estos ejemplos han sido realizados en países más avanzados cuyas necesidades de medición y simulación son bastante específicas, por lo que los mencionados aparatos no tienen la debida divulgación.

1. Simulador para estudios del interior de un automóvil: en un tablero Morant, para auxiliar en la referencia, se monta un aparato ajustable que simula las condiciones del interior de un automóvil en el sitio que ocupa el conductor. Se comprueba con un hombre alto y pesado y una mujer baja y delgada, que simulan la conducción de un automóvil. (68)

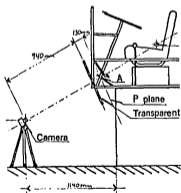


2. Simulador para estudio de la posición sentada con movimientos de inclinación del asiento, respaldo lumbar, respaldo dorso cervical y variación de la posición de los apoyos para los brazos. El aparato está recubierto de una capa de espuma con un espesor de seis centímetros, montado sobre una estructura realizada con marcos de madera en la cual se fijan los distintos elementos, que componen el sistema móvil y los controles de los movimientos anteriormente descritos. (69)



Simulador para estudios relacionados a la investigación para la industria automotriz, según J.C. Jones.

Silla articulable para análisis de posición sentada. Estudio de E. Grandjean, A. Boni y H. Kretschmar.

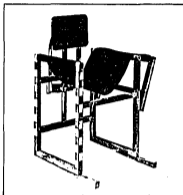


3. Mock-up utilizado para simulación de posturas al conducir un camión. Un detalle de las pruebas diseñadas por Alain Wisner. (70)
4. Simulador para diseño de asientos de aviones, con el objetivo de investigar la formación del perfil de la columna vertebral y áreas adyacentes, por medio de la presión ejercida por un sujeto, en un cojín. Este transmite automáticamente a un conjunto de agujas las diversas presiones que recibe. La gráfica es ejecutada directamente por el desplazamiento de las referidas agujas. En la serie fotográfica se presentan, para una misma posición del asiento, a tres tipos de personas con características morfológicas muy diferentes entre sí: un sujeto considerado "normal", una señorita oriental de tronco bajo y un señor con piernas cortas. (71)
5. Simulador de una cabina de autobús para estudio de pedales de: freno, embrague y acelerador, realizado por el diseñador industrial David

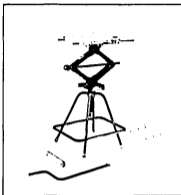
Mock-up para estudio automotriz de A. Wisner.

Simulador para estudios aeronáuticos.

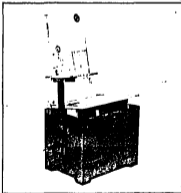
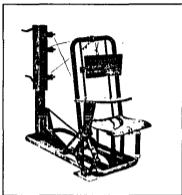
Simulador de una cabina de autobús.



1



2



3



4

Sánchez Monroy, tesis para obtener el grado en MDI - Maestro en Diseño Industrial, en el Loughborough College of Technology. (72)

En el caso de México, en particular, en el Posgrado de Diseño Industrial de la UNAM, se constató la existencia de algunos aparatos ajustables, también para distintos objetivos de mediciones humanas en la posición sentada. Todos los aparatos presentados por medio de fotografías fueron realizados en la materia Experimentación y Simuladores por los siguientes alumnos:

1. María Fernanda Gutiérrez
2. Javier Bravo Ferreira
3. Suzana Barreto Martins e Ivan Assumpcao de Macedo
4. Carlos Amor y Ramón Silva

Entre los aparatos mencionados, el último, se relaciona directamente con la presente propuesta por los objetivos semejantes, lo que justificó un análisis cuyo resumen se menciona a continuación:

- a) estructuralmente sobredimensionado;
- b) aprovechamiento de piezas de hierro viejas, como de distintos tipos de gatos (hidráulico y mecánico) y caja de reducción.

Aparatos ajustables contruidos por estudiantes de Posgrado en DI, UNAM, 1982.

- c) propuesta para cinco variables, pues se trataba de un simulador específico para mobiliario escolar, varía también la altura de la superficie para escribir;
- d) presenta serios problemas en el comando de movimientos porque las palancas y poleas están fijadas independientemente de la parte articulada ocasionando el hecho de que, cuando se mueve una variable, por ejemplo, la inclinación del respaldo, se mueve otra automáticamente;
- e) configuración agresiva transmitiéndose una sensación de aparato de tortura.

Como se manifiesta anteriormente, la presente propuesta de aparato ajustable sirvió de base al autor para el desarrollo de su estudio.

ANALISIS DEL PROBLEMA DE LA EVALUACION DE LOS NIVELES DE CONFORT

La palabra "confort", en latín "reforzar", tuvo un cambio radical después del siglo XVIII. La sociedad occidental la identifica como "conveniencia", donde el entorno humano, principalmente íntimo, ha cambiado cada vez más con el objetivo de proporcionar mayores comodidades. Pero la noción de confort es relativa y tiene muy distintos significados a

través del tiempo, en el desarrollo de las diversas civilizaciones. Por ejemplo, la interpretación de confort entre occidentales y orientales es totalmente diferente. En Oriente la postura es orientada en el sentido de que, el ser humano tenga control de sus músculos en todo momento; mientras descansa y relaja simultáneamente. La posición innata de sentarse en cuclillas y con las piernas cruzadas bajo el cuerpo ilustra perfectamente esta manera diferente de ver el confort, que evidentemente, exige un entorno propio y adecuado a ésta forma de postura y de vida. (73)



En el mundo occidental, en el cual está insertado el presente trabajo, hubo una considerable mutación relacionada a la postura del hombre, en general, y en el modo de sentarse en particular. El comportamiento social, las construcciones y los objetos de diseño se relacionaron a tal punto que sería imposible afirmar que, en determinadas épocas el vestuario fue diseñado en función de la silla o esta de tal modo que pudiera recibir cualquier persona. Aunque los documentos de arte funerario egipcio, demuestran la existencia de muebles para sentarse, a mediados del II milenio a.C., comprobando según los

Un tranquilo juego de Shogi.

puntos de vista actual que aquel pueblo tenía la costumbre de sentarse como oriental y occidental. Siegfried Giedion afirma que "la silla hace su aparición en 1490, contemplada como un artículo estándar procedente de Palazzo Strozzi, Florencia, y precursora del confort actual". (74)

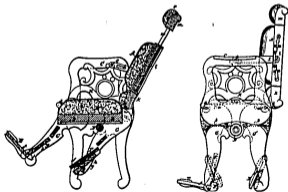
Los europeos al llegar al continente americano encontraron una postura de sentarse semejante a la del pueblo oriental - de Alaska a la Patagonia se detecta aún hoy los vestigios de esta manera acomodarse cuando no se está en pie o acostado. Es por demás conocida la forma con que se presenta el "caboclo" brasileño, se usa en gran parte del tiempo de su vida cotidiana, comportamiento heredado del indígena precabralino; hasta hoy se acomodan frente a sus casas o en el trabajo, principalmente, en el campo. Durante los períodos de descanso se colocan en posición de cuclillas, apoyándose al suelo sobre sus pies y sentados sobre los talones. En México y Mesoamérica, las civilizaciones prehispánicas, utilizaban una forma muy especial de sentarse y alcanzar su nivel de confort. Los diversos códices, entre ellos, el Mendocino y el Florentino, revelan los aspectos del confort de la



Asientos prehispánicos - Icpalli.

época. Los asientos utilizados estaban hechos de distintos tipos de paja y se les denominaba "icpalli", que significa asentadero, (75) denominación que perdura hasta ahora, aunque con formas influenciadas por los colonizadores.

Para el análisis de este problema, se escogió a la silla occidental, como marco de referencia. Su desarrollo durante las distintas fases históricas, es consecuencia de que se ha buscado constantemente nuevas soluciones; ya sea en el área de la configuración, o en la de adecuación a necesidades humanas. Un ejemplo relevante en cuanto a la intención de una mejor adecuación es sin duda todo el trabajo dedicado a proyectos y patentes de las sillas, en la segunda mitad del siglo XIX, "improvisadas y despreocupadas como en el período medieval, frontales como en el Renacimiento, rebajadas como en el siglo XVIII,..." (76) cuyas posturas surgen de nuevo como base para el mobiliario del siglo XIX. El advenimiento de la Revolución Industrial, la introducción de nuevos materiales y formas de utilización, y, la mecanización que permitió lograr ajustes en el mobiliario dándole mayor versatilidad y flexibilidad de uso. Curiosamente, los primeros experimentos son en el



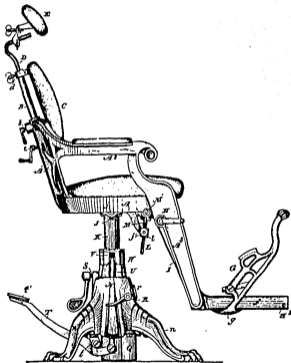
Asiento ajustable de ferrocarril, 1858.

área de la salud como silla de impedidos físicos, sillón de barbero, sillón dental y quirúrgico, etc. y algunos ejemplares en la industria ferroviaria, como sillas ajustables para pasajeros.

El énfasis dado a éste tipo de sillas está basado en el hecho de que, indirectamente colaboran en la construcción de aparatos científicos para mediciones humanas y verificación de niveles de confort. Dentro de las características de éstas sillas se consideran su gran versatilidad de movimientos, con ajustes en el respaldo, apoyo para la cabeza y los pies; sus mecanismos son bastante complejos.

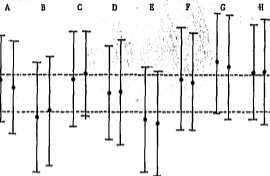
Un viejo sillón de dentista o de barbero dotado con algunas adaptaciones como dispositivos de medición y lectura de los datos, pueden fácilmente suplir por algún tiempo un laboratorio de ergonomía para estudios de la posición sentada.

Ahora bien, para medir directamente los individuos por medio de investigaciones antropométricas, o verificar subjetivamente los diferentes niveles de confort de una persona sentada, es

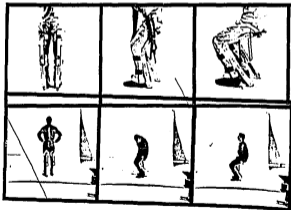


Sillón de dentista, 1879.

SUJETOS



necesario primero, plantear el problema en función de determinados parámetros y objetivos específicos que, son importantes para toda investigación antropométrica pero que no intervienen directamente en este trabajo. Sin embargo, se debe mencionar que, una solución para este problema es verificar los grados de tolerancia entre confort e incomodidad relativos, teniendo presente los criterios subjetivos en los que se pueden incurrir. El resultado de un muestreo es obtenido por medio de una lectura interpretativa. Para ilustrar mejor, se presenta una gráfica típica de este tipo de investigación, con datos ficticios.



Como comentario final la observación de que estos niveles de confort varían en función de factores sociales, culturales y económicos a nivel general, y, en función directa de las actividades desempeñadas a nivel específico. En el concurso de San Diego, mencionado anteriormente, el diseñador Darcy Roberto Bonner Jr. presentó una propuesta tan futurista como la de Buckminster Fuller cuando presentó sus cúpulas geodésicas en años pasados y aceptadas plenamente en la actualidad

Gráfica de rangos de tolerancia.

Proyecto de la silla anatómica de Bonner Jr.

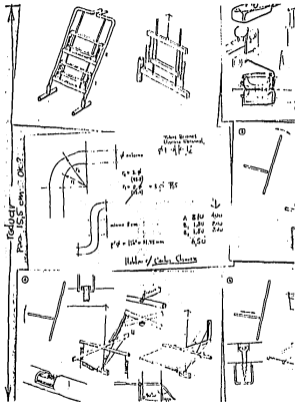
En aquella época Warren Platner, miembro del jurado, declaraba que se sentía un astronauta mientras que otro miembro preguntaba si no era más cómodo sentarse en el suelo. (77) Evidentemente, que no se propone verificar este nivel de confort con el aparato presentado a continuación.

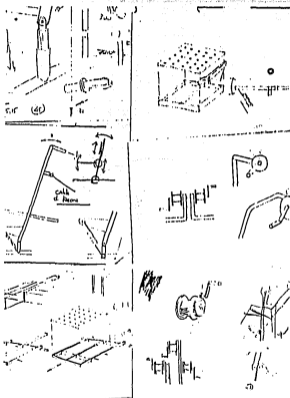
Silla ajustable al cuerpo humano.

ALTERNATIVAS

Con la finalidad de mantener unidad en el desarrollo del presente trabajo, se estructura el análisis de alternativas de manera semejante al caso anterior, SISTEMA ANTROPOMETRICO PARA MEDICIONES ESTATICAS DEL HOMBRE EN LA POSICION SENTADA Y EN PIE. Inicialmente se pensó en la posibilidad de elaborar un solo aparato que mida segmentos y ángulos. Pero, en la conceptualización del aparato, descrito en la parte B, se negó esta posibilidad, decidiendo más bien realizar una investigación paralela e independiente. El resultado de esta secuencia de trabajo es el aparato que se presenta a continuación.

Dibujos de alternativas reducidos en xerox.





DESCRIPCION DEL PROYECTO

Este aparato se compone básicamente de dos partes: una estructura tubular articulada, y de dos componentes móviles cuya función es servir de base y sostener un asiento y el respaldo, para la verificación de los distintos niveles de confort de una persona sentada. El aparato está diseñado para probar cuatro variables: altura del asiento, inclinación del asiento, altura del respaldo e inclinación del respaldo. Los diversos desplazamientos que se hacen con la persona sentada se ejecutan mediante palancas de poleas. La información es obtenida a través del sujeto que está utilizando el aparato y la lectura exacta de los datos es realizada por el operador con la ayuda de indicadores.

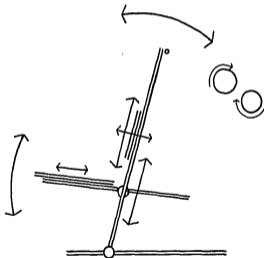
ESTRUCTURA

La estructura tubular se compone de dos partes: una fija y que sirve de base de apoyo en el suelo y otra móvil que sostiene los dos componentes que se desplazan dentro de ella. La primera parte forma un rectángulo totalmente apoyado en el suelo y con una de las aristas menores doblada hacia arriba en ángulo de 90° . Esta base está constituida de varios dispositivos de fijación para la parte móvil, apoyo para los tensores, poleas de paso para cables de acero y las palancas de poleas. Los cables tienen la función de traccionar

la parte móvil, y los tensores, la función de restablecer el equilibrio en una determinada posición cuando no está sentado algún sujeto. La parte fija tiene cuatro soportes de hule para protección de la pintura manteniendo el aparato ligeramente separado del piso, y posibilitando una mejor estabilidad del conjunto. La parte móvil está constituida de dos secciones verticales para permitir el ensamble de los diversos elementos que componen esta máquina de medir. Esta parte articulada está dotada también de varios dispositivos, entre ellos dos vigas de madera que funcionan como separadores y con elementos estructurales auxiliares, ejes con varias poleas de paso para los cables y las palancas poleas para el control de los distintos movimientos. En las vigas de madera y en los componentes móviles existen puntos de fijación de varios tensores para sostener el asiento y el respaldo. En esta estructura articulada está también el conjunto de cuatro palancas poleas con sus respectivos mecanismos reductores de fuerza para permitir la acción de los cuatro movimientos.

ASIENTO MOVIL

Un carro de formato rectangular está



Dibujo esquemático del sistema.

capacitado para desplazarse sobre dos ejes verticales fijados en la estructura móvil. Este carro está constituido con tubos de sección cuadrada y circular, permitiendo la instalación de un eje interior que por medio de pequeñas aperturas en el tubo circular superior del carro se conecta con el soporte para el asiento. El soporte del asiento tiene movimiento de rotación en el eje mencionado y sostiene un panel de madera. Este panel está reticulado de barrotes, de tal forma que el diseñador o usuario pueda instalar su asiento para la verificación, mediciones o ensayos. La rotación del referido soporte permite mantener el asiento horizontalmente, por ejemplo, independientemente del movimiento de rotación del respaldo - toda la estructura móvil - hasta 45° hacia atrás. El panel de madera posee un ajuste sobre el soporte hacia adelante de 9 centímetros que permite la instalación adecuada del asiento a ser probado. El carro también es elevado por cables de acero y fijado en la viga de madera inferior por medio de dos tensores en sus laterales. Un tercer tensor conecta el panel del asiento con el carro ajustable, por debajo del primero.

RESPALDO MOVIL

Un segundo carro con las mismas características del primero, permite también la instalación de un panel de

madera, igualmente reticulado con varios barrenos para la fijación del respaldo a ser probado. El panel de madera permite un ajuste perpendicular a la estructura, de hasta 5 centímetros, con la finalidad de facilitar el ajuste entre asiento y respaldo. Tanto el ajuste del asiento como del respaldo se hacen previamente al inicio de las pruebas propiamente dichas. El carro móvil del respaldo también está elevado por cable de acero y fijado en la viga superior de madera por medio de dos tensores laterales.

COMANDO

Los comandos de los cuatro movimientos que tiene el aparato son realizados por medio de palancas de poleas, correspondientes e instaladas en la parte posterior de la estructura tubular móvil. El peso del sujeto es reducido por medio de engranes con una relación 1:6, disminuido por la acción del brazo de la manivela y por medio de polipasto con varias poleas auxiliares de paso. El movimiento de levantar y bajar el asiento, así como de permitir su inclinación es realizado por medio de reducción por engranes, mientras que la inclinación del conjunto, es decir, del respaldo por medio de polipasto con cuatro poleas de paso. El movimiento levantar y bajar el respaldo es producido con fuerza directa. Las poleas son estabilizadas por medio de frenos.

MOVIMIENTOS

Teóricamente, los cuatro movimientos son independientes, pero existen implicaciones entre los mismos. Los movimientos de levantar y bajar el asiento y de levantar y bajar el respaldo se realizan libremente. El movimiento de inclinación del respaldo, implica un diferencial angular con respecto al asiento. Una solución para este problema es accionar dos poleas simultáneamente, en el caso de que se desee mantener una de las variables constante.

LECTURA DE DATOS

Los datos son leídos por medio de dos transportadores de ángulos y dos escalas lineales instaladas en la estructura fija y móvil respectivamente.

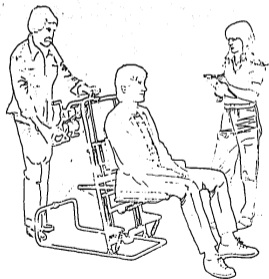
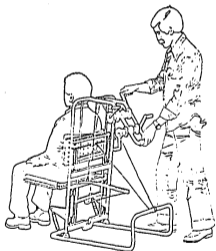
ACABADOS

En cuanto a los acabados de los componentes de este aparato, se presenta sumariamente lo siguiente:

- estructura tubular pintura esmalte de color verde claro;
- mecanismos metálicos pavonado;
- madera barnizado;
- poleas nylon;
- acrílico incoloro transparente;
- escalas impresas serigráficamente.

PLANOS

- | | |
|-----------------|------------------------|
| 1. Perspectivas | 2. Vistas |
| 3. Despiece | 4. Tabla de materiales |



DESPIECE

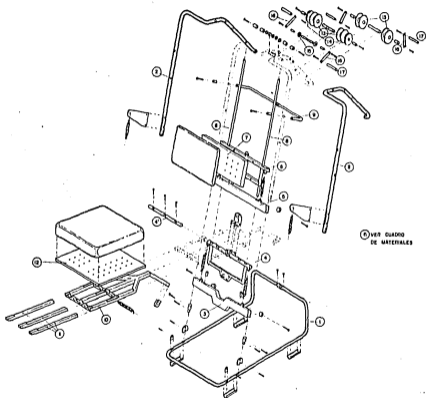


TABLA DE MATERIALES

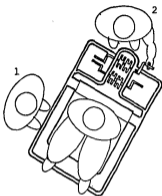
	DESCRIPCION	No. PZAS.	MATERIALES	PROCESOS	ACABADOS
1	Estructura Fija	1 Der. 1 Izq.	Tubo 1"	Corte-Doblez-Fresa-Barreno	Pintura
2	Estructura Móvil	1 Der. 1 Izq.	Tubo 1"	Corte-Doblez-Fresa-Barreno	Pintura
3	Travesaño Inferior	1	Madera	Corte-Barreno-Ajuste	Barnizado
4	Carro Móvil Inferior	4	Tubos 1"y3/4-Tubo 3/4"	Corte-Suelda-Barreno	Pintura
4	Alma angular para panel fij. asiento	1	Barra Cold Rolled 3/4"	Torno-Fresa-Barreno	Pavonado
5	Travesaño Superior	1	Madera	Corte-Barreno-Ajuste	Barnizado
6	Carro móvil Superior	5	Tubo 3/4"-Tubo 3/4"	Corte-Suelda-Barreno	Pintura
7	Panel Fij.Respaldo	1	Madera Terciada	Corte-Barreno-Inserción	Barnizado
8	Ejes Riel	2	Tubo 1/2"	Corte	Pavonado
9	SopORTE Tubular	2	Tubo 3/4"	Corte-Doblez	Pintura
10	SopORTE Angular para panel Fij. asiento	8	Tubo 3/3"	Corte-Fresa-Barreno-Suelda	Pintura
11	Almas ajuste para panel Fij. asiento	3	Madera	Corte-Barreno-ajuste	Barnizado
12	Panel Fij. asiento	1	Madera Terciada	Corte-Barreno-Ajuste	Barnizado
13	Poleas de comandos	4	Nylón	Torno-Barreno	
14	Engrane tipo A comerc.	2	Acero		
15	Engrane tipo B comerc.	2	Acero		
16	Palanca SopORTE Manija	4	Cold Rolled	Fresa-Barreno	Pintura-Pavonado
17	Manija de Mando	4	Madera	Torno-Barreno-Ajuste	Barnizado
18	Poleas de Paso	14	Barra Cold Rolled 3/4-1/2"	Torno-Barreno	Pavonado
19	Tensores Comerciales	7	Ø Especiales		
20	Piezas Conectoras de Tensores Comerciales	13	Solera 1/8-3/16"	Corte-Barreno	Pavonado Pintura
21	Pernos de Presión com.	6	Acero 1/4-3/8-5/16"		
22	Piezas conectoras aux.	21	Tubo 3/4"- Barra Cold Rolled 1"	Torno-Barreno	Pavonado
23	Tornillos Alen com.	40	Acero 1/4-3/8-5/16"		

MODO DE UTILIZACION

El uso del referido aparato es realizado con el sujeto sentado especulando una variable por cada vez, en dos pasos específicos: acción de movimientos y lectura de datos. El operador primeramente debe accionar la palanca polea correspondiente a una posición supuestamente incómoda, preguntando al sujeto a partir de que momento se siente cómodo. Después de la señal de que es el momento, se debe hacer la primera lectura. Enseguida debe accionar nuevamente la misma palanca polea y en el mismo sentido hasta que el sujeto señale nuevamente incomodidad, por lo que se realiza una nueva lectura. La operación debe ser repetida una vez más para cada sujeto, considerando el grado de subjetividad del experimento. La evaluación de los datos es realizada por medio análisis estadísticos para interpretar los varios rangos de tolerancia.

REPORTE DE CONSTRUCCION DE PROTOTIPO Y EVALUACION

La construcción del prototipo se realizó en distintos pasos de verificación. Primeramente se construyó la estructura tubular, lo que permitió experimentar y simular su funcionamiento con el auxilio de una silla convencional. Después, la construcción de los dos carros móviles y respectivas bases para asiento y respaldo, con nuevas pruebas y





evaluaciones. La complejidad de los mecanismos exigió además del trabajo en los mencionados talleres de la Unidad Académica de Diseño Industrial de la UNAM, consultas en manuales de mecanismos, resistencia de los materiales y mecánica aplicada, así como a expertos en el tema.

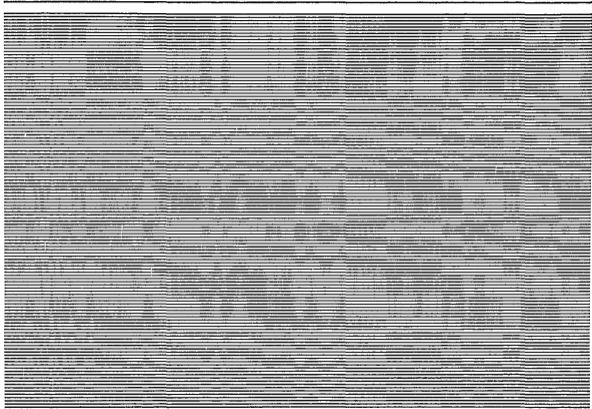
Este trabajo tuvo la duración aproximada de seis meses, simultáneamente a la construcción del Sistema Antropométrico en la parte B de este trabajo, careciendo aún en época posterior de una evaluación por medio de mediciones significativas.

Fotografías de las varias etapas de experimentación y simulación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

68. GRANDJEAN, E., edit. Sitting posture / sitzhaltung / posture assise: proceedings of a symposium at the Swiss Federal Institute of Technology. London, Taylor & Francis, 1976. p.57-67.
69. _____ . p.198-201.
70. SHACKEL, Brian. Applied ergonomics handbook - reprints from Applied Ergonomics, vol.1, n.1-5, and vol.2, n.1-3. London, Butterworth, 1982. p.51.
71. PRETE. _____ . p.51.
72. SANCHES MONROY, David. Foot/pedal

- positions in truc and bus cabs: use of "P" plane technique. Loughborough, Loughborough University of Tecnology, 1979. 102p. Tesis de Maestría.
73. PRESENT-DAY NIPPON / THE OLD AND THE NEW: annual english supplement of the Asahi. Osaka, 1936. p.65.
74. GIEDION. _____. p.283.
75. CARRILLO Y GARIBAY, Abelardo. Evolución del del mueble en México. México, Instituto de Antrponología e Historia, 1957. p.7-10.
76. GIEDION. _____. p.283.
77. PRETE. _____. p.126-131.





Conclusiones y recomendaciones

A partir de las investigaciones, desarrollo de los dos proyectos y las respectivas construcciones de maqueta y prototipos, correspondientes a este tema, así como las varias verificaciones de los mismos; se concluye con la idea de que se pueden construir aparatos como estos en países latinoamericanos. El punto de partida es el de poder proveer a las diversas escuelas de diseño, centros de investigación del área y a los investigadores de profesiones afines, con aparatos que permitan desarrollar trabajos científicos en estos países y subsidiar las actividades proyectuales con datos coherentes a su realidad física, social, económica y cultural.

Considerando la necesidad de mayor desarrollo de los medios productivos y la necesaria protección de divisas, se concluye también que la propuesta para construcción de estos aparatos es válida en el sentido de su colaboración a la generación de nuevos productos y publicaciones de los datos apropiados a cada situación, evitando de esta manera las consecuentes importaciones.

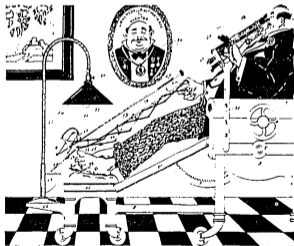
Recomendase que aparatos semejantes sean desarrollados por diseñadores o asesorados por los mismos cuando los realicen otros profesionales. Esto está basado en la necesidad de una metodología proyectual coherente y la comunicación signíca del producto, por

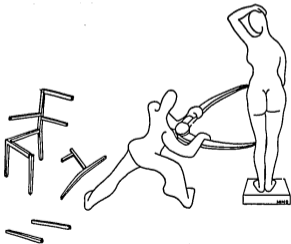
medio de una semiótica adecuada al diseño, para garantizar una calidad de los productos de diseño. En otras palabras, estos deben tener un lenguaje que caracteriza un instrumento de investigación y a la ergonomía en particular.

Ratificando el enfoque hecho en la introducción, pocos profesionales, y entre ellos los diseñadores, se han dedicado a nuevas propuestas relacionadas al acto de sentarse, donde la ergonomía puede participar activamente. Tal vez, frente a este hecho es que el diseñador industrial inglés Roger Dean afirmó "...que despues de cinco mil años que se diseñó la silla, no se ha inventado una variación suficientemente diferente."

(78) La propuesta de Dean se basa en una aproximación a la bioquímica, se basando en el hecho que las lagartijas pueden regenerar sus colas. Sin estar de acuerdo con Dean en su propuesta, se eligió su bello dibujo para portada de esta tesis. El original fue realizado para el album denominado "Walking Circles", basado en un dibujo anterior del "skecthbook" en el Royal College of Art de Londres.

Recomiendase no buscar la universalidad en el producto, o sea, que un determinado aparato o equipo presente la "versatilidad" de una navaja suiza, para evitar la consecuente complejidad





de sus componentes y mecanismos, hecho que justificó el desarrollo de dos aparatos en vez de uno solo con más funciones.

Recomiendase también, que proyectos similares a estos sean imbuidos de innovación tecnológica, con el objetivo de poder colaborar en el proceso de desarrollo social y económico de los países, buscando soluciones adecuadas a la realidad de cada uno de ellos.

Finalmente, recomiendase la realización de un manual de uso para cada aparato, cuyo objetivo es el de difundir las mejores secuencias de medición. La elaboración de este manual incluirá las evaluaciones tanto totales como parciales de los aparatos en lo que a su utilización respecta.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

78. DEAN, Roger et Alii. Roger Dean views.
London, Dragon's, 1975. p.50.

Esta tesis no termina aquí, pues se trata de un trabajo abierto y con vista al futuro. Su objetivo principal fue esclarecer un poco más sobre los estudios de la posición sentada y colaborar para que el acontecimiento en la caricatura al lado sea solamente un hecho pintoresco.



Referencias bibliográficas

01. AMARANTE, Bonfim; NAGEL, Klaus-dieter; ROSSI, Lia Monica. Fundamentos de uma metodologia para desenvolvimento de productos. Rio de Janeiro, COOPPE/UFRJ, 1977. 105p.
 02. BANDINI BUTI, Luigi. La posición sentada para el trabajador. Módulo, 3: 11, 1983.
 03. BISHOP, Morris. Middle age. New York, Heritage/bonanza, 1968. 416p.
 04. BONGARD, Willi & MENDE, Mathias. Durero hoy. Munich, Inter Naciones und Bonn-Bad Dodesberg, 1970. 96p.
 05. CARRILLO Y GABRIEL, Abelardo. Evolución del mueble en México. México, Instituto de Antropología e Historia, 1957. 166p.
 06. CISNEROS, María Silvia. Palancas corporales. México, UNAM, 1982. n.p. Notas de clase.
 07. COMAS, Juan. Manual de antropometría física. 2.ed. México, UNAM, 1983. 710p.
 08. CROSS, Nigel; ELLIOTT, David; ROY, Robin. Diseñando el futuro. Barcelona, Guatav Gili, 1975. 166p.
 09. DEAN, Roger et Alii. Roger Dean views. London, Dragon's Dream, 1975. 155p.
 10. DESIGN COUNCIL. Scandinavian furniture. Design, 413: 59-62, 1983.
 11. DIFFRIENT, Niels; TILLEY, Alvin R.; BARDAGJY, Joan C. Humanscale 1/2/3: sizes of people, seating considerations, requirements for the handicapped and elderly. Cambridge, MIT, 1974. 32p.
 12. DOCZI, GyBrgy. The power of limits: proportional harmonies in nature, art & architectures. Boulder, Shambhala, 1981. 149p.
-

13. DREYFUSS, Henry. The measure of man - human factors in design. 2.ed. New York, Whitney, 1967. n.p.
14. Dürer is at and life. New York, Alphone, 1980. 273p.
15. DUWEY, Melvil. Sistema de clasificación: tablas e índice alfabético auxiliar. 15.ed. New York, Forest, 1955.
16. ELLIOT, David & CROSS, Nigel. Diseño, tecnología y participación. Barcelona, Gustavo Gili, 1980. 188p.
17. ESCAMILLA CONZALEZ, Gloria. Lista de encabezamientos de materia. 2.ed. México, UNAM, 1979. 876p.
18. ESPARZA HIDALGO, David. Nepohualtzintzin. 2.ed. México, Diana, 1978.
19. FONTOURA, Ivens. Estudio para un sistema antropométrico. Boceto, 3: 13-15, 1984.
20. _____. Estudio para un sistema antropométrico: memoria del seminario de ergonomía. Quito, Colegio Nacional de arquitectos del Ecuador / Índice: Centro de Investigación y diseño, 1983. n.p.
21. _____. La enseñanza de la ergonomía en las escuelas de diseño de América Latina: caso México. In: FONTOURA, Ivens, edit. La enseñanza de la ergonomía en México / relación entre ergonomía y diseño gráfico e industrial. México, UNAM, 1984. 271p.
22. FRANCONI, Jacob. Anatomía y fisiología humanas. 2.ed. México, Interamericana, 1976. 632p.
23. GARCÍA OLVERA, Hector. Presencia física del hombre en los objetos habitables: antropometría y diseño. México, UNAM, 1980. 186p.

24. GIEDION, Siegfried. Mechanization takes command: a contribution to anonymous history. New York, Norton, 1975. 743p.
25. GHYKA, Matila. Estética de las proporciones en la naturaleza y en las artes. Buenos Aires, Poseidon, 1953. 269p.
26. GÓMEZ DE OROZCO, Federico. El mobiliario y la decoración en la nueva España en el siglo XVI. México, UNAM, 1983. 111p.
27. GRANDJEAN, E. Fitting the task to the man: an ergonomic approach. London, Taylor & Francis, 1980. 379p.
28. _____, edit. Sitting posture/sitzhaltung / posture assise: proceedings of a symposium at the Swiss Federal Institute of Technology. London, Taylor & Francis, 1976. 253p.
29. GROPIUS, Walter. Bauhaus: novaarquitectura. São Paulo, Perspectiva, 1972. 223p.
30. HAINAUT, Karl. Introducción a la biomecánica. Barcelona, Jims, 1976. 209p.
31. HART, Harold N., edit. Chairs through the ages: a pictorial archive of woodcuts & engravings. New York, Dover, 1977. 144p.
32. HUCHINGSON, R. Dale. New horizons for human factors in design. New York, McGraw-Hill, 1981. 562p.
33. INSTITUTO DE DESENHO INDUSTRIAL. MUSEU DE ARTE MODERNA DO RIO DE JANEIRO. IDI. Rio, 1978. n.p.
34. INSTITUT FÜR AUSLANDSBEZIEHUNGEN, org. Catálogo da exposição "50 Jahre bauhaus". Stuttgart, Württembergischen kunstverein, 1968. 251p.

35. INSTITUTO GEOGRAFICO DE AGOSTINI. Leonardo da Vinci. New York, Reynald, s.f. 1047p.
36. JONES, J. Christopher. Métodos de diseño. 2.ed. Barcelona, Gustavo Gili, 1978. 370p.
37. KAPANDJI, I.A. Cuadernos de fisiología articular: miembro inferior. 3.ed. México, Toray-Masson, 1980. 232p.
38. _____. Cuadernos de fisiología articular: tronco y raquis. 2.ed. México, Toray-Masson, 1981. 255p.
39. KIRA, Alexander. The bathroom. New York, Penguin, 1976. 272p.
40. KNELLER, George Frederick. Arte y ciencia da criatividade. 5.ed. São Paulo, Ibrasa, 1975. 121p.
41. LADISLAU, Ulises. El antropómetro. Información científica y tecnológica, v.6, 99: 52-54, 1984.
42. LALANDE, Philippe et Alif. Cinta para la medición de circunferencias y malquistómetro (aparato para la medición de la grasa subcutánea. London, RCA, 1974. np. Documento manuscrito.
43. LASSITER, Kenneth F., edit. Enciclopedia práctica de la fotografía. Barcelona, Salvat/Eastman Kodak, 1980.
44. LE CORBUSIER. El modulator: ensayo sobre una medida armónica a la escala humana aplicable universalmente a la arquitectura y a la mecánica. v.1 2.ed. Buenos Aires, Poseidon, 1961. 225p.
45. LLOVET, Jordi. Ideología y metodología del diseño: una introducción crítica a Teoría proyectual. Barcelona, Gustavo Gili, 1981. 161p.
46. LOPEZ LOPEZ, José Manuel y SANCHEZ MONROY,

- David. Resumen general del seminario de ergonomía. Quito, Colegio Nacional de Arquitectos del Ecuador / Índice: Centro de Investigación y diseño, 1983. 90p.
47. MARCOLLI, Attilio. Teoría del campo: curso de educación visual. Madrid, Xarait y Alberto Corazón, 1978.
48. MARCOPOLO / INVEL: Onibus e vehículos especiales. Microbus urbano. Caxias do Sul, s.f. n.p. Catálogo comercial.
49. MCCORMICK, Ernest J. Ergonomía: factores humanos en ingeniería y diseño. Barcelona, Gustavo Gili, 1980. 461p.
50. MIRANDA MARTIN DEL CAMPO, Luis Gerardo. Laboratorio de estudios antropométricos. México, UNAM, 1982. 221p. Tesis para obtener el grado de licenciado en diseño industrial.
51. MONTMOLLIN, Maurice. Introducción a la ergonomía: los sistemas hombre-máquinas. Madrid, Aguilar, 1970. 210p.
52. MURRELL, K.F. Hywel. Ergonomics: man in his working environment. London, Chapman and Hall, 1965. 496p.
53. MUYBRIDGE, Eadweard. The human figure in motion. New York, Dover, 1985. n.p.
54. NEUFERT, Ernst. Arte de proyectar en arquitectura: fundamentos, normas y prescripciones sobre construcción, instalaciones, distribución y programas de necesidades, dimensiones de edificios, locales y utensilios. 26.ed. Barcelona, Gustavo Gili, 1982.
55. ORTIZ, Jorge et Alí. Relevamiento antropométrico para el diseño de sillas y mesas de trabajo. Módulo, 4: 9-15, 1983.

-
56. PANERO, Julius. Anatomy for interior designers. New York, Whitney, 1974. 146p.
 57. PANERO, Julius & ZELNIK, Martin. Human dimension & interior space: a source book of design reference standards. New York, Whitney, 1983. 320p.
 58. PRESENT-DAY NIPPON / THE OLD AND THE NEW: annual english supplement of the Asahi. Osaka, 1936.
 59. PRETE, Barbara, edit. Chair: the current state of the art, with the who, the why, and the what of it. New York, Thomas Y. Crowell, 1973. 137p.
 60. RASMUSSEN, Steen Eiler. Experiencing architecture. Massachusetts, MIT, 1980. 245p.
 61. RUSSELL, Frank; GARNER, Philippe; READ, John. A century of chair design. New York, Rizzoli, 1980. 160p.
 62. SANCHEZ MONROY, David. Estudio antropométrico de conductores. La tinta-verde, 2: 20-29. 1983.
 63. . Foot/pedal positions in truck and bus cabs: use of "P" plane technique. Loughborough, Loughborough University of Technology, 1979. Tesis para obtener el grado de maestro en ergonomía.
 64. SCHERRER, J. et Alii. Précis de physiologie du travail: notions d'ergonomie. 2.ed. Paris, Masson, 1981. 585p.
 65. SEMBARCH, Klaus-Jürgen, Edit. Contemporary furniture: an international review of modern 1950 to the present. New York, Architectural, 1982. 308p.
 66. SHACKEL, Brian, edit. Applied ergonomics
-

-
- hanbook - reprints from Applied Ergonomics, v.1, n.1-5, and v.2, n.1-3. London, Butterworth, 1982. 122p.
67. SHIGLEY, Joseph Edward & UICKER JR., John Joseph. Teoría de máquinas y mecanismos. México, McGraw-Hill, 1983. 613p.
 68. SHOFIELD, P.H. Teoría de la proporción en arquitectura. Barcelona, Labor, 1975. 66p.
 69. TOMPKINS, Peter. El misterio de las pirámides mexicanas. México, Diana, 1982.
 70. TOSTO, Pablo. La composición áurea en las artes plásticas. 2.ed. Buenos Aires, Hachette, 1969. 315p.
 71. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. BIBLIOTECA CENTRAL. Normas para apresentação de trabalhos. Curitiba, UFPR, 1981. 183p.
 72. VAN COTT, Harold & KINDALE, Robert. Human engineering guide to equipment design. New York, McGraw-Hill, 1963.
 73. VANINI, Vanio and PUGLIANI, Giuliano, edit. The color atlas of human anatomy. New York, Harmony, 1980. 107p.
 74. VARGAS, Luis Alberto & CASILLAS CUERVO, Leticia E. Antropometría aplicada: técnicas antropométricas aplicadas al diseño de objetos y espacios de trabajo y espaciamento. México, s.f. 48p.
 75. VILLANUEVA SAGRADO, María. Manual de técnicas somatotipológicas. México, UNAM/IIA, 1979. 63p.
 76. WESTHEIM, Paul et Alii. Cuarenta siglos de arte mexicano: arte prehispánico. 2.ed. México, Herrero, 1981. 186p.
 77. WINGLER, Hans M. La bauhaus. Barcelona, Gustavo Gili, 1962. 586p.
-

-
78. WOODSON, Wesley E. Human factors design handbook: information and guidelines for the design of systems facilities, equipment, and products for human use. New York, McGraw-Hill, 1981. 1036p.

AGRADECIMIENTOS

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, Brasil.
Universidade Federal do Paraná, DEARTE.
Escola de Música e Belas Artes do Paraná.

Posgrado en Diseño Industrial de la Facultad de Arquitectura de la UNAM.
Unidad Académica de Diseño Industrial de la UNAM.

DINA - Diesel Nacional SA.

Coordinadores del Posgrado: Fernando Martín Juez, José Manuel López López, David Sánchez Monroy, Horacio Duran Navarro y Oscar Salinas Flores.

Jefes de los Talleres: fotograffia, Rosa María Palacios Rangel; Laminados, Alfredo Villavicencio Sánchez; Maderas, Alejo Martínez Vázquez del Mercado; Metalmecánica, Carlos Ramírez Mendiola y Plásticos, Crescencio Garduño Paz.

Fernando Gómez Sánchez, Miguel Angel Cornejo Murga, Guadalupe Tapia de Higareda, Hortensia Cortez Horta, Luis Bosano, María Isabel Castro, Sergio Díaz Benitez, Juan Carlos Perez Martínez, Rodrigo León Gutiérrez y Carlos Ortega Ayala.

En especial, a Luis Equigua Zamora y Carlos Daniel Soto Curiel, por abrirn todas las puertas de la UADI/UNAM, que posibilitó realizar mejor este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, Brasil. Universidade Federal do Paraná, DEARTE. Escola de Música e Belas Artes do Paraná.

Posgrado en Diseño Industrial de la Facultad de Arquitectura de la UNAM. Unidad Académica de Diseño Industrial de la UNAM.

DINA - Diesel Nacional SA.

Coordinadores del Posgrado: Fernando Martín Juez, José Manuel López López, David Sánchez Monroy, Horacio Duran Navarro y Oscar Salinas Flores.

Jefes de los Talleres: fotograffa, Rosa María Palacios Rangel; Laminados, Alfredo Villavicencio Sánchez; Maderas, Alejo Martínez Vázquez del Mercado; Metalmecánica, Carlos Ramírez Mendiola y Plásticos, Crescencio Garduño Paz.

Fernando Gómez Sánchez, Miguel Ángel Cornejo Murga, Guadalupe Tapia de Higareda, Hortensia Cortez Horta, Luis Bosano, María Isabel Castro, Sergio Díaz Benitez, Juan Carlos Pérez Martínez, Rodrigo León Gutiérrez y Carlos Ortega Ayala.

En especial, a Luis Equigua Zamora y Carlos Daniel Soto Curiel, por abriren todas las puertas de la UADI/UNAM, que permitió realizar mejor este trabajo.
